



SEP
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



Instituto tecnológico de Ciudad Victoria

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Campus

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CIUDAD VICTORIA

Programa

**DOCTORADO EN CIENCIAS EN LA BIOLOGÍA,
ESPECIALIDAD: MANEJO Y CONSERVACIÓN DE
RECURSOS NATURALES**

Tesis

**TAXONOMÍA, BIOGEOGRAFÍA Y FILOGENIA DE
LOS HONGOS DEL ORDEN BOLETALES EN LA
SIERRA NORTE DE OAXACA, MÉXICO**

Presenta

OLIVIA AYALA VÁSQUEZ

Para obtener el grado de

DOCTORA EN CIENCIAS EN BIOLOGIA

Director

DR. JESÚS GARCÍA JIMÉNEZ

Co-director

DR. FIDEL LANDEROS JAIME

Ciudad Victoria, Tamaulipas

Abril 2021



Instituto Tecnológico de Cd. Victoria
División de Estudios de Posgrado e Investigación

Ciudad Victoria, Tam. 12/Abril/2021

DEPENDENCIA: DEPI
No. de oficio: DEPI-S/n -2021

ASUNTO: Carta de Autorización

DR. AUSENCIO AZUARA DOMÍNGUEZ
Jefe de la División de Estudios de Posgrado e Investigación
Presente

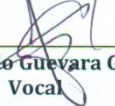
At'n: **DR. JOSÉ ANTONIO RANGEL LUCVIO**
Coordinador Doctorado en Ciencias en Biología

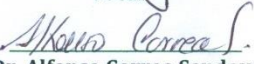
Los numerales 2.15.4 y 2.15.5 de los Lineamientos para la Operación de Estudios de Posgrado en el TecNM (2018), establecen los requisitos para la obtención del examen de grado de Doctorado en Ciencias. En tal sentido, el H. Comité Tutorial de la C. **Olivia Ayala Vásquez**, estudiante del programa de Doctorado en Ciencias en Biología, con No. de control **G-16381079**, después de haber realizado la revisión del contenido y formato de la tesis: "**Taxonomía, biogeografía y filogenia de los hongos Boletales en la Sierra Norte de Oaxaca, México**", tiene a bien emitir su **APROBACIÓN** a fin de continuar el proceso de obtención del grado académico correspondiente.

Por ese motivo se le pide a Usted, autorizar a la C. Ayala Vásquez la impresión y reproducción electrónica de la tesis *in comento*.

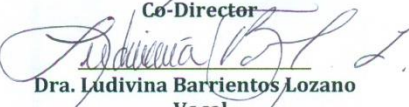
ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica
"Verdad, Honestidad y Servicio"

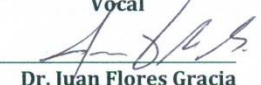

Dr. Jesús García Jiménez
Director


Dr. Gonzalo Guevara Guerrero
Vocal


Dr. Alfonso Correa Sandoval
Vocal


Dr. Fidel Landeros Jaime
Co-Director


Dra. Ludivina Barrientos Lozano
Vocal


Dr. Juan Flores Gracia
Suplente

ccp.- Expediente de MC Olivia Ayala Vásquez: Presente.
ccp.- Archivo. DEPI. ITC Victoria.



Bld. Emilio Portes Gil No. 1301, Cd. Victoria, Tamaulipas.
01 (834) 153-2000, Ext. 180
e-mail: dir_cdvictoria@tecnm.mx
www.tecnm.mx | cdvictoria.tecnm.mx





EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Cd. Victoria
División de Estudios de Posgrado e Investigación

Ciudad Victoria, Tam: 15/Abril/2021
No. de oficio: DEPI-0038/2021

ASUNTO: Autorización de impresión de tesis

C. OLIVIA AYALA VÁSQUEZ
Estudiante de Doctorado en Ciencias en Biología
No. de control: G-16381079
Presente

Conforme a los numerales 2.15.4 y 2.15.5 de los Lineamientos para la Operación de Estudios de Posgrado en el TecNM (ver. 2018) y por recomendación del H. Comité Tutorial, ésta división le **AUTORIZA** imprimir y reproducir digitalmente la Tesis: **"Taxonomía, biogeografía y filogenia de los hongos Boletales en la Sierra Norte de Oaxaca, México"**, que tuvo a bien desarrollar en la División de Estudios de Posgrado e Investigación de éste instituto.

Ruego a Usted dar puntual seguimiento al formato en vigor que, para tal caso, indica las características de diseño que deberá contener tan importante documento.

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica
"Verdad, Honestidad y Servicio"

INSTITUTO TECNOLÓGICO
DE CD. VICTORIA
DEPARTAMENTO DE
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE
POSGRADO E INVESTIGACIÓN

DR. AUSENCIO AZUARA DOMÍNGUEZ
Jefe de la División de Estudios de Posgrado e Investigación

cop.- Dr. José Antonio Rangel Lucio, Coordinador del programa de Doctorado en Ciencias en Biología, ITC Victoria. Presente.
cop.- Expediente del estudiante. Presente.
cop.- Archivo DEPI, ITC Victoria.



Bld. Emilio Portes Gil No. 1301, Cd. Victoria, Tamaulipas.
01 (834) 153-2000, Ext. 180
e-mail: dir_cd victoria@tecnm.mx
www.tecnm.mx | cdvictoria.tecnm.mx





EDUCACIÓN

SE
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN



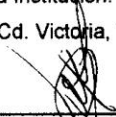
TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Cd. Victoria
División de Estudios de Posgrado e Investigación

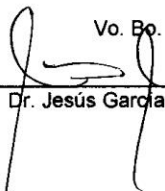
CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE LOS DERECHOS DE AUTOR Y DE LAS REGALIAS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACIÓN

En adición al beneficio ético, moral y académico que he obtenido durante mis estudios en el Tecnológico Nacional de México, campus Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, la que suscribe, Olivia Ayala Vásquez como estudiante de Doctorado en Ciencias en Biología de esta Institución, con No. de Control G-16381079, estoy de acuerdo en ser partícipe de las regalías económicas o académicas, de procedencia nacional o internacional, que deriven del trabajo de investigación que realicé bajo la dirección del Profesor, Dr. Jesús García Jiménez. Por tal motivo, OTORGO LOS DERECHOS DE AUTORÍA DE MI TESIS "Taxonomía, biogeografía y filogenia de los hongos del orden Boletales de la Sierra Norte de Oaxaca, México" y de LOS PRODUCTOS DE DICHA INVESTIGACIÓN al Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria. Las patentes y secretos industriales que deriven de la tesis, serán registrados a nombre del Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria y las regalías económicas distribuidas equitativamente entre ésta Institución, el Director de la Tesis y quien suscribe, de acuerdo con las negociaciones entre las tres partes. También, ME COMPROMETO A NO REALIZAR NINGUNA ACCIÓN que dañe el proceso de aprovechamiento comercial de dichos productos a favor de ésta misma Institución.

Cd. Victoria, Tamaulipas, México, a 15 de Abril de 2021.


Olivia Ayala Vásquez

Vo. Bo.


Dr. Jesús García Jiménez



Bvld. Emilio Portes Gil No. 1301, Cd. Victoria, Tamaulipas
01 (834) 153-2000, Ext. 180
e-mail: dir_cd victoria@tecnm.mx
www.tecnm.mx | cdvictoria.tecnm.mx





EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Cd. Victoria
División de Estudios de Posgrado e Investigación

CERTIFICADO

C. OLIVIA AYALA VÁSQUEZ
Estudiante de Doctorado en Ciencias en Biología
Presente

Resulta grato informar a Usted, que después de haber realizado un contraste entre los trabajos publicados y su tesis desarrollada en éste instituto: **"Taxonomía, biogeografía y filogenia de los hongos del orden Boletales en la Sierra Norte de Oaxaca, México"**, se encontró que su trabajo presenta una probabilidad de 10 % de contenido similar a otras publicaciones, producto del análisis desarrollado en el servicio de prevención de plagio Turnitin, LLC. El límite máximo acordado por el Claustro Doctoral es 25%.

Por tal motivo, se le extiende el presente **CERTIFICADO DE NO PLAGIO** en Ciudad Victoria, Tamaulipas, a los catorce días del mes de Abril de Dos Mil Veintiuno.

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica
"Verdad, Honestidad y Servicio"


Dr. Ausencio Azuara Domínguez
Jefe de la División de Estudios de Posgrado
e Investigación


Dr. José Antonio Rangel Lucio
Coordinador Doctorado en Ciencias en
Biología



INSTITUTO TECNOLÓGICO
DE CD. VICTORIA
DEPARTAMENTO DE
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE
POSGRADO E INVESTIGACIÓN

ccp.- Archivo. DEPI. Presente
ccp.- Expediente de la estudiante.



Bld. Emilio Portes Gil No. 1301, Cd. Victoria, Tamaulipas.
01 (834) 153-2000, Ext. 180
e-mail: dir_cd victoria@tecnm.mx
www.tecnm.mx | cdvictoria.tecnm.mx



AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Posgrado de doctorado en Ciencias de la Biología del Instituto Tecnológico de Cd Victoria por el grado emitido.

Agradezco a Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo recibido como becario Número 291277, durante los años 2016-2020 y por la beca mixta de movilidad.

Agradezco al Dr. Jesús García Jiménez, la dirección del trabajo de tesis y el apoyo brindado para que esta investigación tuviera un buen término y por el espacio brindado en el herbario José Castillo Tovar de Instituto Tecnológico de Cd Victoria.

Agradezco a cada uno de los miembros del comité tutorial: a la Dra. Ludivina Barrientos Lozano, al Dr. Alfonso Correa Sandoval, al Dr. Gonzalo Guevara Guerrero, por ayudar a dirigir la tesis, por todos sus comentarios y sugerencias.

Agradezco al Dr. Fidel Landeros Jaime por ayudar a codirigir la tesis, por todos sus comentarios, para que la tesis tuviera un mejor resultado.

Agradezco al Dr. Crystian Sadiel Venegas Barrera por sus recomendaciones y enseñanzas en bioinformática, para que el tuviera mejores resultados.

Agradezco al Dr. Roberto Garibay por haberme brindado un espacio y por todo el apoyo proporcionado, durante mi estancia en el Laboratorio de Sistemática y Ecología de Micorrizas, del Instituto de biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Agradezco el financiamiento para la secuenciación de DNA, otorgada por MEXBOL, CONACYT 280896

Agradezco infinitamente a la maestra Elvira Aguirre Acosta, por todo el apoyo y colaboración brindada.

Agradezco al Laboratorio de Secuenciación Genómica de la Biodiversidad y Salud del instituto de Biología de la UNAM, a cargo de M en C. Laura Margarita Márquez Valdelamar, por haber secuenciado las muestras que se presentan en este trabajo.

A la Dra. Berenit Mendoza Garfias encargada del Microscopio Electrónico de Barrido del Instituto de Biología de la UNAM, por las facilidades proporcionadas en el laboratorio.

Agradecimientos personales

Agradezco a todos los comisariados de Bienes Comunales de las localidades muestreadas, por el permiso atorgado, en especial a los Comisariados de Santa Catarina Ixtepeji y Santa Martha Latuvi, Oaxaca.

Al comité de Ecoturismo de La Cumbre y de Latuvi, por todo el apoyo y disposición durante los muestreos.

A la maestra y amiga Myriam Victores, a mi hermana Tere, a mis sobrinas, Aide, Mayte y Diana por acompañarme en mis muestreos.

A los compañeros del Laboratorio de Sistemática y Ecología de Micorrizas de la UNAM, al dr. Andres Argüelles, a la dra. Julieta Álvarez Manjarrez, a la mtra Amaranta Rodríguez Terrazo, a la bióloga Valeria e Ileri.

Al Mc Eduardo Perez Pazos y al Mc Rodolfo Angeles Argáiz por todo su apoyo durante el trabajo de laboratorio en la estancia en el Instituto de Biología de la UNAM.

Al maestro Eustakio Puebla Rivera por todo su apoyo y tiempo dedicado durante mi crisis de la pandemia (covid-19), mil gracias por todo.

Ha Javier de la Fuente por su amistad y apoyo durante la investigación, a Francisco Hernández y A Rosario Aradillas por su gran apoyo y amistad durante mi estancia en Cd Victoria.

A los compañeros del Herbario Amir, Yolanda y Emily por todo el compañerismo brindado, sobre todo por las tardes de café.

Al biólogo Hector Aguilar por su apoyo con algunos ejemplares.

DEDICATORIA

Oda a los Boletales

Algunos hongos Boletales nacen en silencio, otros con un breve canto, o un leve trueno, claro siempre junto a sus grandes guardianes, durante la temporada de lluvias en verano, muy radiante Sale el señor *Boletus* con una gran panza, los pitufos y las ninfas aficionadas esperan ansiosas de salir a su encuentro. Mientras el catrín con un peinado punketo, hace su aparición en medio del los bosques mixtos y taludes, aunque tiene apariencia malvada, en el fondo tiene un corazón delicioso, al igual que la dama de rosa con zapatillas amarillas.

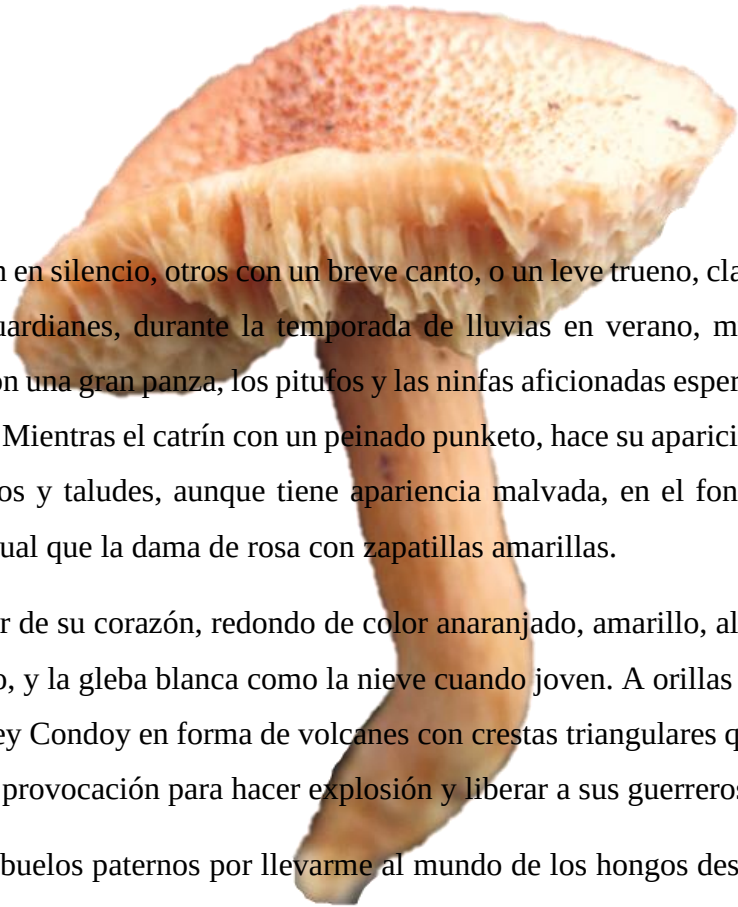
Na'ax bí'in nos entrega lo mejor de su corazón, redondo de color anaranjado, amarillo, algo rojizo, con un peridio gelatinoso, y la gleba blanca como la nieve cuando joven. A orillas de camino aguardan los hijos del rey Condoy en forma de volcanes con crestas triangulares que aguardan impacientes, ante una provocación para hacer explosión y liberar a sus guerreros.

Dedico la tesis a mis padres y abuelos paternos por llevarme al mundo de los hongos desde la infancia.

Dedico la tesis a mi padre, que partió hace años, por sus grandes enseñanzas y fortaleza para enfrentar la vida.

Dedico la tesis a mi mamá Margarita por todo su apoyo y cariño brindado, a mi hermano Alfonso que nunca se rinde ante una tormenta, a mis hermanas Adela, Teresa, Catalina, Dorca y Marisol, a mi cuñada Vero por su amistad y apoyo, a mis sobrinas Niza, Mayte, Nahoma, Aide y Diana por todo el cariño y momentos de diversión que hacen más amena mi vida.

Dedico la tesis todas las personas que participaron durante este gran viaje. A la C. Margarita Hdez, la Mtra Ana Hdez, gracias por sus consejos y por guiarme en algún momento de mi formación en esta aventura llamado vida.



ÍNDICE DE FIGURAS	ii
RESUMEN GENERAL	ix
GENERAL ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN GENERAL	1
Clasificación Taxonómica de los Boletales	1
Distribución de los Boletales y hospederos	3
Situación Actual del orden Boletales en México	3
Hipótesis general	4
Objetivo general	4
ANTECEDENTES	5
CAPITULO I. TAXONOMÍA, FILOGENIA Y BIOGEOGRAFÍA DE BOLETALES DE LA SIERRA NORTE DE OAXACA	7
Resumen	7
Abstract	7
Introducción	7
. Objetivos	10
Materiales y Métodos	10
Descripción de la zona de estudio	10
Tipos de vegetación muestreados	11
Sitios de muestreo y Georreferenciación	16
Diversidad-Alfa(α)	17
Modelado de distribución potencial	19
Trabajo de laboratorio de taxonomía y sistemática	21
Resultados y Discusión	27
Recolectas	27
Diversidad de Boletales de la Sierra Norte de Oaxaca	28

Descripción taxónomica del orden Boletales	28
Familia Boletaceae Chevall.	28
Familia Boletinellaceae P.M. Kirk, P.F. Cannon & J.C. David, in Kirk, Cannon, David & Stalpers, Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi, Edn 9 (Wallingford): ix (2001)	124
Familia Calostomataceae E. Fisch., in Engler & Prantl, Nat. Pflanzenfam., Teil. I (Leipzig) 1(1): 339 (1898) [1900]	129
Familia Diplocystidiaceae Kreisel [as 'Diplocystaceae'], Feddes Repert. Spec. Nov. Regni veg. 85(5-6): 334 (1974)	131
Familia Sclerodermataceae Corda [as 'Sclerodermaceae'], Icon. fung. (Prague) 5: 23 (1842)	134
Familia Gomphidiaceae Maire ex Jülich, Biblthca Mycol. 85: 369 (1982)	143
Familia Hygrophoropsidaceae Kühner, Bull. mens. Soc. linn. Lyon 49(Num. Spéc.): 900 (1980)	146
Familia Suillaceae Besl & Bresinsky	149
Análisis taxonómico y molecular de especies nuevas para la ciencia y nuevos registros para México	172
Fenología y distribución de los Boletales en seis tipos de vegetación	240
Distancia euclidiana de las seis vegetaciones estudiadas	242
Distribución Potencial de las especies de Boletales en la Subprovincia de las Sierras Orientales	245
Conclusión	249
Referencias	251
CAPITULO II. <i>Hemiaustroboletus ad. int.</i> un género nuevo de la subfamilia <i>Austroboletoidae</i> (Boletales, Boletaceae)	255
Resumen	255
Abstract	255
Introducción	256
Materiales y métodos	257
Muestreo y estudio morfológico	258
Extracción de DNA, PCR y secuenciación	258
Análisis filogenéticos	259

Resultados	266
Discusión y conclusión	280
DISCUSIÓN GENERAL	287
Diversidad de Boletales por Familia y Género	287
Diversidad de especies de Boletales	291
Riqueza de especies y preferencia de hábitat de los Boletales	293
Análisis molecular de algunas especies nuevas de Boletales	294
Análisis molecular de la subfamilia <i>Austroboletoidae</i>	294
Análisis molecular de algunas especies de la subfamilia <i>Boletoidae</i>	295
Análisis molecular de algunas especies de la subfamilia <i>Xerocomoidae</i>	295
CONCLUSIONES GENERALES	296
REFERENCIAS GENERALES	298
ANEXOS	300
Portada de artículos ya publicados y árbol filogenético ITS.	300
Anexo 1 <i>Aureoboletus garciae</i> (Boletaceae, Boletales), un hongo azul de México.	301
Anexo 2 Tres nuevos registros para México de <i>Aureoboletus</i> Pouzar (Boletaceae, Boletales)	302
Anexo 3 Especies de Boletaceae (Boletales, Basidiomycota) con esporas ornamentadas de los bosques tempados del estado de Oaxaca, México	303
Anexo 4. Análisis filogenético de <i>Austroboletoidae</i> basado en una inferencia Bayesiana de ITS, se muestran valores de probabilidad posterior > 0,70. Grupo externo <i>Boletellus dicymbophillus</i> (KC155373).	304

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No.	Título	Pág.
1	Variables usadas en la distribución potencial de los Boletales.	20
2	Fórmula de la reacción maestra, para la PCR de las regiones ITS, LSU y RPB2 con Taq & Load. Para la preparación de la mezcla maestra se siguió el orden de los reactivos tal como se muestra en la tabla.	24
3	Fórmula de la reacción maestra, para la PCR de las regiones ITS, LSU y RPB2 con Taq-Platinum. Para la preparación de la mezcla maestra se siguió el orden de los reactivos tal como se muestra en la tabla	25
4	Géneros de Boletales secuenciados con los genes ITS, nrLSU y RPB2.	27
5	Tabla comparativa de tres especies de <i>Astraeus</i>	133
6	Tabla de comparación de especies <i>Scleroderma</i> .	136
7	Tabla comparativa de las especies cercanas a <i>Tylopilus</i> sp3	178
8	Comparación de las especies del género <i>Puchroboletus</i> .	207
9	Riqueza, abundancia y diversidad –Alfa de Boletales en seis vegetaciones de la sierra de Oaxaca.	246
10	Variables que influyen en la distribución potencial de 13 especies analizadas.	248
11	Lista de colecciones usadas para el ADN, el origen y las claves del acceso del Genbank	263
12	Boletales de la Sierra Norte de Oaxaca, y su distribución en seis tipos de vegetación y su importancia.	292

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No	Título	Pág.
1	Zona de estudio, Sierra Norte de Oaxaca.	11
2	Bosque de <i>Pinus</i> de la zona de muestreo.	12
3	Bosque mixto de coníferas de la zona de muestreo.	13
4	Bosque mesófilo de montaña de la zona de muestreo.	14
5	Bosque de <i>Quercus</i> de la zona de muestreo	15
6	Bosque de <i>Quercus-Pinus</i> de la zona de muestreo.	15
7	Bosque <i>Pinus-Quercus</i> de la zona de muestreo	16
8	Programa de PCR para la amplificación de las regiones ITS, LSU y RPB2 de los Boletales	25
9	<i>Aureoboletus auriporus</i> . a-c basidioma. Escala 10mm	32
10	<i>Aureoboletus projectellus</i> (Aguilar s/n). a-b basidioma. c basidiosporas d basidios y pleurocistidio. e queilocistidios. f stipitipellis. g-h pileipellis. Escala a-b= 10 mm. c-h= 10 µm.	34
11	<i>Boletus smithii</i> (Ayala-Vásquez 1130-ITCV). a-c basidioma. d basidiosporas. e basidios. f-g pleurocistidios. h queilocistidios. i stipitipellis. j pileipellis. Escala:10 mm, d-j=10 µm.	39
12	<i>Bourangia</i> sp (ITCV-1069). a-c basidioma. d basidiosporas. e basidios. f-g pleurocistidios. h trama himenial. Stipitipellis. j-k pileipellis. Escala: a-c=10 mm, d-k=10 µm.	45
13	<i>Chalciporus rubinellus</i> (Ayala-Vásquez 673-ITCV). a-b basidioma. c basidiosporas. d pleurocistidios. e queilocistidios. f basidios. g stipitipellis. h pileipellis. Escala: a-b=10 mm, c-h=10 µm.	51
14	<i>Chalciporus</i> sp (Ayala-Vásquez, 686-ITCV). a-c basidioma. d basidiosporas. e trama himenial divergente. f basidios y pleurocistidios. g queilocistidios. h pileipellis. Escala: a, c= 10mm. d, f-h=10 µm. e=25 µm.	53
15	<i>Erytrophylloporus</i> aff <i>fagicola</i> . a-b basidioma. c contexto. Escala: 10 mm	57
16	<i>Harrya chromipes</i> . a-d basidioma. Escala 10 mm	62
17	<i>Hortiboletus</i> sp a-c Basidioma. d Basidiosporas. e Basidios. f Pleurocistidios. g queilocistidios. h stipitipellis. i pileipellis. Escala: a= 10mm, d-h=10µm, i=25 µm	65
18	<i>Imleria badia</i> . a-b basidioma (Ayala-Vásquez 1005-ITCV). c basidiosporas. d basidios. e pleurocistidios. f queilocistidios. g stipitipellis. h pileipellis. Escala: a=10mm. c-g= 10 µm, h=25µm y 10 µm.	68

19	<i>Leccinum insigne</i> . a-c Basidioma (854-ITCV). d Basidiosporas. e basidios. f Queilocistidios. g stipitipellis. h-i Pileipellis. Escala: b=10mm. d-g, i=10µm, h=25 µm.	71
20	<i>Leccinum</i> aff <i>manzanitae</i> . a-c basidioma (Ayala-Vásquez 748-ITCV). d basidiosporas. e pleurocistidios. f queilocistidios. e basidios. h stipitipellis. i-j pileipellis. Escala: b=10 mm, de-h, j=10 µm, i=25 µm.	74
21	<i>Leccinum rugosiceps</i> (990-ITCV). a-d basidiomas. Escala 10mm.	77
22	<i>Leccinum talamancae</i> (1054-ITCV). a-d basidioma. Escala 10mm	80
23	<i>Leccinellum albellum</i> (1064-ITCV). a-b basidioma jóvenes. C-d basidiomas en la madurez. Escala 10mm	83
24	<i>Porphyrellus porphyrosporus</i> ((1013-ITCV). a basidioma. b contexto. c píleo. Escala 10 mm.	86
25	<i>Porphyrellus pacificus</i> ((857-ITCV). a-d basidioma. e basidios. f basidiosporas. g pleurocistidios. h queilocistidios. i-j stipitipellis. k pileipellis. Escala a-d= 10 mm. e-k= 10 µm.	88
26	<i>Pulveroboletus ravenelli</i> (975-ITCV,1032-ITCV) a-d basidioma. Escala:10 mm	91
27	<i>Phylloporus bellus</i> (Ayala-Vasquez, ITCV). a basidioma, b basidios. c basidiosporas. d pleurocistidios. e stipitipellis. f pileipellis. Escala: a=10 mm, b-f=10 µm.	94
28	<i>Retiboletus ornatipes</i> (1077-ITCV, 1034-ITCV) a-c basidioma. Escala:10 mm.	96
29	<i>Retiboletus</i> sp. (899-ITCV). a píleo. b contexto. c basidioma. d himenóforo. Escala a-d=10 mm.	98
30	<i>Sutorius eximius</i> . a-b basidiomas. Escala 10 mm	102
31	<i>Strobilomyces</i> sp a basidioma. b-c, f contexto. d-e superficie del píleo. g himenóforo. Escala:10 mm.	105
32	Estructuras microscópicas de <i>Strobilomyces</i> sp. a-b basidiosporas. c queilocistidios. d basidios y pleurocistidios. e-f stipitipellis. g-i pileipellis. Escala H-i=10 µm. Escala: a-i= 10 µm.	106
33	<i>Tylopilus</i> aff. <i>rubrobrunneus</i> . a himenóforo. b estípote. c, d píleo. Escala: a-d= 10 mm.	108
34	<i>Tylopilus</i> aff <i>minor</i> . a contexto. b himenóforo. c estípote. d píleo. Escala: a-d= 10 mm.	110
35	<i>Tylopilus tabacinus</i> . a píleo. b himenóforo. c, contexto. Escala 10 mm.	111
36	<i>Xanthoconium affine</i> a-c basidioma. d basidiosporas. e pleurocistidios. f queilocistidios. g stipitipellis. h basidio. Pileipellis. Escala a-c 10 mm. d-i 10 µm.	114
37	<i>Xanthoconium separans</i> (1075-ITCV). a-d basidioma. e basidiosporas. f basidios. g pileipellis. h-i stipitipellis. Escala A-c= 10 mm. E-i= 10 µm	116

38	<i>Xerocomus tenax</i> (672-ITCV). a himenóforo. b contexto. c superficie del píleo. d-f basidiosporas ornamentadas vistas al MEB. Escala: a-c= 10 mm. d-f= 10 µm.	119
39	<i>Xerocomus illudens</i> . a estípite. b himenóforo. c píleo. Escala: a-c=10 mm.	121
40	<i>Xerocomellus truncatus</i> . b-c basidioma. d basidiosporas. e basidios. f pleurocistidios. g queilocistidios. h-i stipitipellis. j pileipellis. Escala: b-c= 10 mm, d-j= 10 µm.	124
41	<i>Boletinellus monticola</i> (1063-ITCV). a-c basidioma. d basidiosporas. e basidios y pleurocistidios. f queilocistidios. g stipitipellis. h pileipellis. Escala a=10 mm, d-h=10 µm.	128
42	<i>Calostoma cinnabarinum</i> (751-ITCV). a, b, d basidioma. c, e basidiosporas vistas al microscopio electrónico de barrido. Escala: a-c=10 mm, c-e=10 µm.	131
43	<i>Astraeus smithii</i> (ITCV-1085, ITCV-945). a, d basidioma. b, e basidiosporas. c basidios. Escala: a, d=10mm, b, c, e, f=10 µm.	133
44	<i>Scleroderma aff hypogaeum</i> (909 ITCV). a-c basidioma. d-e basidiosporas. f hifas con fíbulas. Escala: a-c=10mm, d-f=10µm.	136
45	<i>Scleroderma polyrhizum</i> (951-ITCV). a-c basidioma. d basidiosporas. e fíbulas. Escala: a-c=10mm, d-e=10µm.	138
46	<i>Scleroderma aff. citrinum</i> (928-ITCV). a-b basidioma (10 mm). c-e basidiosporas.	140
47	<i>Scleroderma texense</i> (Ayala-Vásquez, 952-ITCV), a basidiomas. b basidio. c gleba. d basidiosporas. e hifas con fíbulas. Escala: a, c =10 mm, b, d, e= 10 µm.	141
48	<i>Pisolithus arrizus</i> (896-ITCV). A-b basidioma. c basidiosporas. d fíbulas. Escala: a-b= 10mm, c-d= 10µm.	143
49	<i>Chroogomphus jamaicensis</i> (843-ITCV). a, g, h basidioma. b sistema himenial bilateral, c basidiosporas. d queilocistidios. e basidios. f pleurocistidios. i stipitipellis. f pileipellis. Escala a, g, h= 10 mm, b, c, d, e, f, i, f=10 µm.	146
50	<i>Hygrophoropsis aurantiaca</i> (859-ITCV). a, b basidioma. c basidiosporas. d himenio bilateral. e basidios. f cistidios. g stipitipellis. Escala: a, b=10mm, c-g=10µm.	149
51	<i>Suillus americanus</i> . a basidioma. b contexto. c himenóforo. d trama bilateral. e basidiosporas. f basidios g pleurocistidios. h-i queilocistidios. j-k stipitipellis. l pileipellis. Escala: a-b-c= 10 mm, d-l= 10 µm.	153
52	<i>Suillus pseudobrevipes</i> . a-c basidioma. d basidiosporas. e basidios y pleurocistidios. f queilocistidios. g-h stipitipellis. i pileipellis. Escala: a-c= 10 mm, d-i= 10 µm.	156
53	<i>Suillus cothurnatus</i> . a-c basidioma. d basidiosporas. e basidios y pleurocistidios. f stipitipellis. g queilocistidios. h pileipellis. Escala: a-c= 10 mm, d-h= 10 µm.	160

54	<i>Suillus granulatus</i> . a-b basidioma. c basidios. d basidiosporas. e pleurocistidios. f queilocistidios. g stipitipellis. h pileipellis. Escala a-b= 10 mm, c-h= 10 µm.	162
55	<i>Suillus spraguei</i> . a-b basidiomas. c basidiosporas. d basidios. e pleurocistidios. f queilocistidios. g-h stipitipellis. i pileipellis. Escala: a-b=10 mm, c-i=10 µm.	166
56	<i>Suillus tomentosus</i> . a- c basidioma. d trama himenoforal. e basidiosporas. f pleurocistidios. g queilocistidios. h Stipitipellis. i Pileipellis. Escala a-c= 10 mm, d-i= 10 µm.	170
57	<i>Suillus</i> sp (García-Jiménez -Ayala-Vásquez, s/n -ITCV). a, b Basidiomas. c himenóforo. e superficie del píleo. Escala 10 mm.	171
58	Análisis filogenético de la subfamilia Boletioideae, obtenido con el análisis de probabilidad posterior bayesiano con el gen LSU. Como grupo externo se uso a <i>Hemioporus betula</i> .	172
59	<i>Tylopilus</i> sp2. a-d basidioma. e basidios. f pleurocistidios. g queilocistidios. h basidiosporas. i stipitipellis. j pileipellis. Escala= a-d= 10 mm. e-j=10 µm.	175
60	<i>Tylopilus</i> sp3 (1074-ITCV, 1039-ITCV). a-c basidioma. d basidiosporas y basidios. e queilocistidios. f stipitipellis. g pileipellis. h pleurocistidios. Escala a-c=10 mm, e-h= 10 µm.	178
61	<i>Tylopilus</i> sp4 (725-ITCV). a-d basidioma. e-g basidios. h pleurocistidios. i queilocistidios. j stipitipellis. k-l pileipellis. Escala: a-c 10 mm, e-l= 10 µm.	180
62	<i>Tylopilus</i> sp5. a-c, f. d basidiosporas. e basidios. g pleurocistidios. h stipitipellis. i pileipellis. Escala: a-c,f = 10 mm, d-e, g-i= 10 µm.	182
63	<i>Strobilomyces oaxacanus</i> Ad. int. a píleo. b contexto. himenóforo. d basidiosporas al MEB. Escala: a-c=10mm, d= 10µm.	184
64	Análisis filogenético del género <i>Strobilomyces</i> , con énfasis en <i>S. strobilaceus</i> , obtenido con el análisis de inferencia Bayesiana, con el gen ITS, se usó como grupo externo a <i>Porphyrellus porphyrosporus</i> .	186
65	Análisis filogenético de la subfamilia <i>Leccinoideae</i> obtenido con el análisis de máxima verosimilitud (ML) con el gen ITS, se usó como grupo externo a <i>Harrya chromipes</i> .	187
66	<i>Leccinum</i> sp1(Ayala-Vásquez, 914-ITCV). a-e basidioma. f basidiosporas. g pleurocistidios. h basidios. i-j queilocistidios. k stipitipellis. l-m pileipellis. Escala: a-e= 10 mm, f-m=10 µm.	189
67	<i>Leccinum</i> sp2 (1116-ITCV). a-d basidioma. e trama himenial. f basidiosporas. g basidios. h pleurocistidios. i-j queilocistidios. k pileipellis. l stipitipellis. Escala: a-d= 10 mm. e= 25µm. f-l= 10 µm.	192

68	Análisis filogenético del grupo <i>Pulveroboletus</i> obtenido con el análisis de probabilidad posterior bayesiano con el gen ITS, se usó como grupo externo a <i>Leccinellum holopus</i> .	193
69	Análisis filogenético del grupo <i>Pulveroboletus</i> obtenido con el análisis de probabilidad posterior bayesiano con el gen RPB2 se usó como grupo externo a <i>Xerocomus subtomentosus</i> .	194
70	<i>Cacaoporus mexicanus</i> Ad. prov. (869-ITCV). a-e basidioma. f basidiosporas. g basidios. h pleurocistidios. i queilocistidios. j stipitipellis. k caulobasidios. l pileipellis. Escala a-e =10mm, f-i=10µm.	198
71	<i>Cyanoboletus abieticola</i> Ad. prov.(1136-ITCV). a, b, d basidioma. c basidiosporas. e pleurocistidios y basidios. f queilocistidios. g stipitipellis. h pileipellis. Escala a, b, d= 10 mm, c, e-h= 10 µm.	201
72	<i>Lanmaoa</i> sp. Aguilar s/n (1173-ITCV), García-Jiménez-Ayala-Vásquez (-ITCV). a-b basidioma. c basidiosporas. d basidios. e pleurocistidios. f queilocistidios. g himenio. H stipitipellis. i pileipellis. Escala a-b= 10mm. c-i= 10 µm.	204
73	<i>Pulchroboletus sclerotiorum</i> a-c Basidioma (Ayala-Vásquez 1170-ITCV). d basidios. e basidiosporas. f pleurocistidios. g queilocistidios. h pileipellis. i stipitipellis. Escala: a=10mm, d-i=10µm.	208
74	<i>Pulchroboletus</i> sp. a-c basidioma (Ayala Vásquez 1058 (ITCV). d basidiosporas. e basidios. f-g pleurocistidios. h queilocistidios. i-j stipitipellis. k pileipellis. Escala a-c= 10mm, d-k= 10 µm.	211
75	Análisis filogenético de la subfamilia <i>Xerocomoideae</i> obtenido con el análisis de Probabilidad Posterior Bayesiano (PPB) con el gen RPB2, como grupo externo se usó <i>Heimioporus betula</i> .	212
76	<i>Aureoboletus</i> sp. a, b, e, h basidioma (Ayala-Vásquez, 794-ITCV). c basidios. d basidiosporas. f queilocistidios. g pleurocistidios. i Stipitipellis. j-k pileipellis. Escala: a, b, e, h 10mm. j=25 µm. c, d, f, g, i, k= 10 µm.	215
77	<i>Boletellus</i> sp. nov a-d Basidiosporas vistas al MEB.	218
78	<i>Boletellus</i> sp1(Ayala-Vásquez 1087-ITCV, Ayala-Vásquez 1076-ITCV). a himenóforo. b superficie del píleo. c estípite. d, e contexto. f basidios. g pleurocistidios. h queilocistidios. i stipitipellis. j pileipellis. Escala a-e=10 mm, f-j=10 µm.	219
79	Análisis filogenético del género <i>Xerocomus</i> obtenido con el análisis de Probabilidad Posterior Bayesiano (PPB) con el gen nrLSU, como grupo externo se usó <i>Phylloporus purpurellus</i> .	220
80	<i>Xerocomellus</i> sp1. a basidiosporas. b, c himenóforo. d basidios. e pleurocistidios. f superficie del píleo. g contexto del basidioma. h queilocistidios. i stipitipellis. j pileipellis. Escala: a, d, e, h, i =10µm, j=25 µm. b-c, f-g= 10 mm.	223

81	<i>Xerocomus</i> sp2. Basidioma (1073-ITCV). a contexto. b píleo. c-d basidiosporas vistas al MEB. e himenóforo. Escala a-b, e= 10mm. c-d= 10µm.	226
82	Análisis filogenético del género <i>Calostoma</i> obtenido con el análisis de Probabilidad Posterior Bayesiano (PPB) con el gen RPB2, como grupo externo se usó <i>Astraeus</i> sp.	227
83	<i>Calostoma</i> sp1 (807-ITCV). a basidioma. b peridio. Escala a-b=10mm. c-d= 10µm.	229
84	Análisis filogenético del género <i>Gyroporus</i> obtenido con el análisis de Probabilidad Posterior Bayesiano (PPB) con el gen ITS, teniendo como grupo externo a <i>Boletinellus meruliodes</i> .	230
85	<i>Gyroporus castaneus</i> (1110-ITCV-1084-ITCV). a-c basidioma. d basidiosporas. e basidios. f pleurocistidios. g queilocistidios. h-i stipitipellis. j-k pileipellis. Escala: a-c= 10 mm. d-k=10 µm.	233
86	<i>Gyroporus</i> sp1 (996-ITCV). 1-2 basidioma. 3,9 Pileipellis. 4 basidios. 5 basidiospora. 6 stipitipellis. 7 pleurocistidios. 8 queilocistidios. Escala: 1-2= 10 mm. 3-9= 10 µm.	236
87	<i>Gyroporus</i> sp2 (933-ITCV). a-c basidioma. d basidiosporas. e basidios. f pleurocistidios. g-h queilocistidios. i-j Pileipellis. k-l stipitipellis. Escala: a-c= 10 mm. d-l=10 µm.	239
88	Fenología de Boletales, estudiadas en seis tipos de vegetaciones de la Sierra Norte de Oaxaca.	241
89	Fénograma del análisis de conglomerados con distancia euclidiana de las vegetaciones estudiadas.	243
90	Riqueza de especies en las vegetaciones estudiadas	244
91	Distribución potencial de tres géneros de Boletales. La escala de colores representa las áreas de idoneidad del hábitat, siendo mayor en los tonos más rojos.	246
92	Distribución potencial de cuatro géneros de Boletales de diferentes vegetaciones. La escala de colores representa las áreas de idoneidad del hábitat, siendo mayor en los tonos más rojos.	247
93	Distribución potencial de tres géneros de Boletales de diferentes vegetaciones. La escala de colores representa las áreas de idoneidad del hábitat, siendo mayor en los tonos más rojos.	248
94	Distribución potencial de dos géneros de Boletales de diferentes vegetaciones. La escala de colores representa las áreas de idoneidad del hábitat, siendo mayor en los tonos.	248
95	Análisis filogenético generado a partir de las secuencias ITS donde se muestra a <i>Hemiaustroboletus</i> como genero nuevo de la subfamilia <i>Austroboletoidae</i> , usando métodos de inferencia Bayesiana con un valor de (BI=1). <i>Gyroporus cyanescens</i> es usado como grupo externo. El árbol se soportó con géneros de la subfamilia <i>Boletoidae</i> y <i>Xerocomoidae</i>	266

96	Figura 96. Análisis filogenético de <i>Austroboletoidae</i> basado en un análisis de inferencia Bayesiana de RPB2, se muestran los valores de probabilidad posterior > 0,70. <i>Hemiaustroboletus</i> gen. nov. clado es de color vino; los colores de fondo corresponden a subfamilias. Como grupo externo se usó la subfamilia Boletoidae y Xerocomoideae.	272
97	<i>Hemiaustroboletus vinaceobrunneus</i> . a, c basidioma (AV868-ITCV, MEXU-30052, holotipo). b, d píleo (AV868-ITCV MEXU-50053, isotipo, MEXU-30051), e himenóforo (MEXU-30052-ITCV holotipo) f, g contexto (MEXU-30052-ITCV holotipo,). Escala: 10 mm	273
98	<i>Hemiaustroboletus vinaceobrunneus</i> (AV868.ITCV, MEXU-30051, holotipo) a basidia, b Pleurocystidia, c cheilocystidia, d Stipitipellis, e caulobastidia, f pileipellis. Escala:10 µm (a-e)	277
99	<i>Hemiaustroboletus vinaceus</i> . a, b basidioma. (AES334-IBUG, holotipo). b, c himenóforo (AES334-IBUG, holotipo) d contexto (AES334-IBUG, holotipo) e superficie del píleo. Escala 10mm	278
100	Estructuras microscópicas de <i>Hemiaustroboletus vinaceus</i> a basidiosporas b basidios. c pleurocistidios. d queilocistidios. e Pileipellis. f Stipitipellis (AES334-UbG) Isotipo Escala:10µm.	279
101	a-b basidiosporas de <i>Hemiaustroboletus vinaceus</i> vistas al MEB (MEXU-30103, Paratipo) c-e <i>vinaceobrunneus</i> al MEB (AV868-ITCV, MEXU-50053, holotipo).	287
102	Abundancia de familias de Boletales distribuidos en seis vegetaciones de la SON.	288
103	Géneros más abundantes de Boletales en seis tipos de vegetación de la Sierra Norte de Oaxaca.	291
104	Especies de Boletales citadas en trabajos previos.	291
105	Diversidad de Boletales de México con respecto a Oaxaca y Tamaulipas estado más estudiado.	291

RESUMEN GENERAL

Los Boletales es uno de los grupos de hongos mejor representados en la mayoría de todos los ecosistemas del mundo, estos hongos incluyen hongos gastroides, resupinados, meruliodes, hipogeos, pileados-estípitados con himenóforo tubular o laminar. Este grupo de hongos tiene importancia económica, por la comestibilidad de algunas especies, importancia forestal y ecológica porque la mayoría de las Boletales son ectomicorrícicos. Se presenta un estudio taxonómico, molecular y biogeográfico sobre los hongos del orden Boletales. El sitio de estudio se llevó a cabo, en diversos municipios de la Sierra Norte de Oaxaca, en los siguientes tipos de vegetación, el bosque de *Quercus*, bosque de *Quercus-Pinus*, bosque de *Pinus-Quercus*, bosque mesófilo de montaña, bosque mixto de coníferas y bosque de *Pinus*. Durante los meses de junio-diciembre del 2016-2017 y julio-agosto del 2018, con el método oportunístico, se tomaron datos de hospedero, cada ejemplar se georreferenció para los análisis de distribución. Se obtuvo un total de 606 ejemplares, las cuales se describieron macroscópicamente en fresco, se deshidrataron a 48°C, en laboratorio se hicieron cortes microscópicos para su identificación taxonómica, algunas especies con basidiosporas ornamentadas se mandaron a tomar fotografías al microscopio electrónico de barrido, para una mejor descripción. Se lograron identificar 409 especímenes en 9 familias, 38 géneros, 61 especies y 26 probables especies nuevas para la ciencia, 18 especies se describen con los análisis moleculares y taxonómicos, el resto solo la descripción taxonómica detallada. Las especies que no se lograron identificar bajo el criterio morfológico, fueron procesados para su estudio molecular. Se extrajo el DNA y amplificaron las regiones de ITS rDNA, nrLSU y RPB2 de los ejemplares deshidratados, la reacción en cadena de polimerasa (PCR) se hizo con primers de ITS1/ITS4, ITSF1/ITS4, LROR/LR5 y B-F2/RPB2-B-R, en el laboratorio de Sistemática y Ecología de Micorrizas del Instituto de Biología de la UNAM. De las 96 muestras solo 38 tuvieron buena amplificación, 35 ITS, 32 de nrLSU y 29 RPB2, todas ellas se mandaron a secuenciar con dos primers. Las secuencias se editaron, ensamblaron y analizaron con el programa Geneious prime. Las secuencias consenso se analizaron por subfamilias en el caso de Boletaceae, Calostomataceae y Gyrosporaceae por géneros.

En el capítulo I se describen y discuten 52 especies, 23 probables especies nuevas para la ciencia, 15 confirmados con datos moleculares, se analiza la fenología de los Boletales, la distribución y similitud de los Boletales en cada vegetación estudiadas con el análisis de conglomerado con clustel Euclidiana en Past ; las vegetaciones se distribuyeron en dos clados: el bosque de *Quercus*, bosque de *Quercus-Pinus*, bosque de *Pinus-Quercus* tienen similitud por la distribución del *Quercus*; el segundo clado esta el bosque mesófilo de montaña, el bosque mixto de coníferas y el bosque de *Pinus*, este clado tiene similitud por la distribución del *Pinus*. Los tres índices usados: Simpson, Shannon y Fisher_Alpha muestran que el bosque de *Quercus-Pinus* tiene mayor riqueza de especies con 37 especies y el bosque de *Pinus* con menor riqueza. Los análisis de distribución potencial de las especies con más de ocho especímenes se realizaron con el algoritmo de máxima entropía del programa Maxent ver. 3.3.3 k. Las variables que influyen en la distribución potencial de los Boletales principalmente son: Uso de Suelo y Vegetación, en menor o diferente porcentaje la elevación, precipitación del mes más seco, temperatura media del trimestre más cálido, rango de temperatura anual, precipitación del trimestre más cálido, la isothermalidad y la temperatura mínima del trimestre más frío, el resto de las variables influye de acuerdo al género o especie de Boletales.

En el capítulo II se describe *Hemiaustroboletus* Ayala Vásquez, GarcíaJiménez, Garibay Orijel, como un género nuevo de la subfamilia *Austroboletoidae*. *Hemiaustroboletus* está soportado por datos taxonómicos y moleculares con los marcadores ITS, LSU y RPB2. El género se propone con dos especies *H. vinaceus* y *H. vinaceobrunneus*, se discute su distribución.

En el anexo 1 se describen 10 especies con basiosporas ornamentadas de cinco géneros, *Boletellus ananiceps* se describe por primera vez para México, *Austroboletus gracilis*, *Boletellus flocculosipes*, *B. chrysenteroides*, *B. pseudochrysenteroides* y *Heimioporus ivoryi* se registran por primera vez para Oaxaca. En el anexo 2 se describe por primera vez para México, *Aureoboletus innixus* y *A. roxanae*, se discute la distribución de ambas especies y sus hospederos. En el anexo 3 se describe a *Aureoboletus garciae* como una especie nueva para la ciencia, esta especie se distribuye en la región Mixe, en el bosque mesófilo de montaña asociado a *Quercus laurina* y en el bosque de *Quercus* asociado a *Q. scytophylla*. Los especímenes estudiados en este trabajo fueron depositados en el

herbario José Castillo Tovar del Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, Tamaulipas, con algunos duplicados en MEXU-UNAM.

GENERAL ABSTRACT

The Boletales is one major groups of mushroom-forming fungi that is represented in most forest ecosystems worldwide, these fungi include gasteromycetes, resupinate, merulioids, hypogeos, pileate-stipitate with tubular and laminar hymenophores. They have economic importance, because of the edibility of some species, forest importance and ecological because most of the Boletals are ectomycorrhizal. A taxonomic, molecular, and ecological study of the fungi of the Boletales order is presented. The study site was carried out, in various municipalities of the Sierra Norte de Oaxaca, in the following vegetations: in the forest of oaks, a forest of *oak-Pine*, a forest of *Pine-Oak*, cloud forest, conifers mixed forest and forest *Pine*. During the months of June-December 2016-2017 July-August 2018, with the opportunistic method, host data was taken, was georeferenced for distribution analyses. 606 specimens were obtained in total, which were described macroscopically in fresh, dehydrated at 48°C, microscopic cuts were made in the laboratory for taxonomic identification, species with ornate basidiospores were sent to the scanning electron microscope for a better description. We were able to identify 409 specimens in 9 families, 38 genera 61 species, and 26 probable new species for science, 18 species are described with molecular and morphological analyzes, the rest not only the detailed morphology description. Species that were not identified under morphological criteria were processed for molecular study. DNA was extracted and the ITS region rDNA, nrLSU and RPB2 were extended from dehydrated specimens, the polymerase chain reaction (PCR) was done with the primers of ITS1/ITS4, ITSF1/ITS4, LROR/LR5, and B-F2/RPB2-B-R, in the Laboratory of Systematics and Ecology of Mycorrhizas of the Institute of Biology. Of the 96 samples, only 38 had good amplification, 35 STIs, 32 nrLSU, and 29 RPB2, all of them were sent to sequence with two primers. The sequences were edited, assembled, and analyzed with the Genious prime software. Consensus sequences were analyzed by subfamilies in the case of Boletaceae, Calostomataceae, and Gyrosporaceae by genus.

Chapter I describes and discusses 52 species, 23 probable new species for science, 15 confirmed with molecular data and analyzes the phenology of the Boletales. The distribution and similarity of the Boletales in the six vegetations studied with the analysis of conglomerate with Euclidian clustel in the Past software. Vegetation was distributed in two clades: The oaks forest, oak-Pine forest, Pine-oak forest, have similarities in oak distribution, the second clade is a cloud forest, mixed coniferous forest and Pine forest, this clade is similar this clade has similarity for the distribution of the Pine. The three indices, Fisher Alpha, Simpson, and Shannon show that the oak-pine forest has a greater species richness with 37 species and the Pinus forest has a lower richness. Potential distribution analyzes of species with more than eight specimens were performed using the with program Maxent 3.3.3 k., ver maximum entropy algorithm. The variables that influence the potential distribution of the Boletales mainly are Soil and Vegetation Use, elevation, precipitation of the driest month, the average temperature of the warmest quarter, annual temperature range, precipitation of the warmest quarter, isothermality and the minimum temperature of the coldest quarter, the rest of the variables influence depends on the genera or species of Boletales.

Chapter II describes *Hemiaustroboletus* *Ad. int.* as a new genus of the subfamily *Austroboletoidae*. *Hemiaustroboletus* *Ad. int.* is supported by morphological and molecular data with ITS, LSU and RPB2 markers. The genus is proposed with two species *H. vinaceus* and *H. vinaceobrunneus*, its distribution is discussed.

Annex one describes 10 species with ornamented basiospores of different genera, *Boletellus ananiceps* is recorded for the first time in Mexico, and *Austroboletus gracilis*, *Boletellus flocculosipes*, *B. chrysenteroides*, *B. pseudochrysenteroides* and *Heimioporus ivoryi* are first records from Oaxaca. Annex two describes for the first time for Mexico, *Aureoboletus innixus* and *A. roxanae*, and discusses the distribution of both species and their hosts. The one annex describes 10 species with ornamented basidiospores of different genera, on Annex two, are describes for the first time for Mexico, *Aureoboletus innixus* and *A. roxanae*, and discusses the distribution of both species and their hosts. *Aureoboletus garciae* is described in Annex 3 as a new species for science, this species is distributed in the Mixe region cloud forest associated with *Quercus laurina* and in the Oak forest associated with

Quercus scytophylla. The specimens studied in this work were deposited in the herbarium José Castillo Tovar of the Instituto Tecnológico of Ciudad Victoria, Tamaulipas, with some duplicates in MEX

INTRODUCCIÓN GENERAL

Clasificación Taxonómica de los Boletales

El Orden Boletales fue propuesto por Gilbert (1931), posteriormente Singer (1945,1947) lo clasificó en el suborden Boletineae en cinco familias: Strobilomycetaceae, Gomphidiaceae, Paxillaceae, Jugasporaceae y Boletaceae. En esta última familia reconoce cuatro subfamilias Gyrodontoideae, Suilloideae, Xerocomoideae y Boletinoideae, esta clasificación fue adoptado por diversos autores como Snell y Dick (1970), García y Castillo (1981), García-Jiménez (1999), Bessette et al. (2000), entre otros.

Los hongos del Orden Boletales, están muy bien representados en casi todos los bosques del mundo. La clasificación actual de los Boletales es el resultado de la integración de los caracteres moleculares y análisis filogenéticos con datos morfológicos. Los Boletales tienen un origen monofilético, dividido en seis Subórdenes: Boletineae, Paxillineae, Sclerodermatineae, Suillineae, Coniophorineae y Tapinellineae, en donde los primeros cuatro comprenden hongos boletoides con formas pileado-estipitados, conspicuos con himenóforo tubular a veces laminar; el orden también incluye hongos gasteroides, hipogeos a subhipogeos y meruliodes (resupinados arrugadas a verrugosa) e hidnoides (Jarosch 2001, Larsson *et al.*, 2004, Binder y Hibbett. 2006).

Actualmente el Orden Boletales cuenta con 16 familias y un *insertae sedis*. Boletaceae es la familia más abundante del orden y se divide en 6 subfamilias: Xerocomoideae, Leccinoideae, Boletoidae, Austroboletoidae, Zangioideae, Chalciporoideae y el grupo *Pulveroboletus* (Wu *et al.* 2014), actualmente cuenta con

88 géneros. La familia Boletinellaceae cuenta con dos géneros, *Boletinellus* Murrill y *Phlebopus* (R. Heim) Singer, Calostomataceae con un solo género *Calostoma* Desv.; la familia Coniophoraceae cuenta con cuatro géneros: *Coniophoropsis* Hjortstam, Ryvarden, *Chrysoconia* McCabe, G.A. Escobar, *Coniophora* DC., *Gyrodontium* pat., la familia Diplocystidiaceae cuenta con cinco géneros: *Astraeus* Morgan, *Diplocystis* Berk., M.A. Curtis, *Endogonopsis* R. Heim y *Tremellogaster* E. Fisch; la familia Gasterellaceae con un solo género *Gasterella* Zeller, L.B. Walker; la familia Gastrosporaceae con un género *Gastrosporium* Mattir.; Gomphidiaceae cuenta cuatro géneros, *Chroogomphus* (Singer) O.K. Mill., *Cystogomphus* Singer, *Gomphidius* Fr., *Gomphogaster* O.K. Mill., Gyroporaceae cuenta con un solo género *Gyroporus* Quéf. La familia Hygrophoropsidaceae cuenta con dos géneros, *Hygrophoropsis* (J. Schröt.) Maire ex Martin-Sans y *Leucogyrophana* Pouzar. La familia Paxillaceae cuenta con 10 géneros: *Alpova* C.W. Dodge, *Austrogaster* Singer, *Gyrodon* Opat., *Hoehnelogaster* Lohwag, *Hydnomerulius* Jarosch & Besl, *Meiorganum* R. Heim, *Melanogaster* Corda, *Neoalpova* Vizzini, *Paragyrodon* (Singer) Singer, *Paxillus* Fr., la familia Protogastraceae con un género *Protogaster* Thaxt., Rhizopogonaceae es una familia de hongos hipogeos, cuenta con tres géneros, *Fevansia* Trappe & Castellano, *Rhizopogon* Fr., *Rhopalogaster* J.R. Johnst., Sclerodermataceae cuenta con hongos subhipogeos a epigios los más estudiados son *Pisolithus* Alb. & Schwein y *Scleroderma* Pers., este último es el género tipo de la familia, Sclerogastraceae con un solo género *Sclerogaster* R. Hesse, Serpullaceae con tres géneros *Austropaxillus* Bresinsky & Jarosch, *Gymnopaxillus* E. Horak, *Serpulla* (Pers.) Gray. La familia Suillaceae cuenta con los

géneros, *Boletinus* Kalchbr., *Psiloboletinus* Singer, *Suillus* Gray y *Truncocolumella* Zeller. La familia Tapinellaceae con cuatro géneros: *Bondarcevomyces taxi* (Bondartsev) Parmasto, *Pseudomerulius* Jülich, *Tapinella* Gilbert, *Sarcopaxillus* Zmitr., Malysheva & E.F. Malysheva y un *incertae sedis* con seis géneros, *Corditubera* Henn., *Corneromyces* Ginns, *Lamyxis*, *Marthanella* States & Fogel y *Phaeoradulum* Pat. (index fungorum, 2020)

Distribución de los Boletales y hospederos

Los hongos del orden Boletales coevolucionaron con los Fagales y Pinaceae durante el cretácico (Brundrett, 2002). Los Boletales forman asociaciones ectomicorrícicas principalmente con árboles y arbustos, de las familias Pinaceae de los géneros: *Picea*, *Pseudotsuga*, *Larix*, *Pseudolarix*, *Tsuga*, *Pinus*, *Abies* (Brundrett et al. 1990); Fagaceae principalmente los géneros, *Quercus*, *Fagus*, *Castanopsis* y *Lithocarpus*; Polygonaceae (Tedersoo et al. 2010a), Salicaceae, Dipterocarpaceae del Género *Dipterocarpus*, (Tedersoo y Nara 2010b), algunas Cupressaceae y la mayoría de Myrtaceae (Malloch et al. 1980, Newman y Reddell 1987, Read 1999). Las asociaciones ectomicorrízicas son muy específicas en los Boletales ya que han ido co-evolucionando (Brundrett 2002).

Situación Actual del orden Boletales en México

Para México se han descrito 14 familias de las 16 existentes, la familia Boletaceae es la más abundante con 39 géneros, Boletinellaceae con 2 géneros, Calostomataceae con un género, Coniophoraceae con dos géneros, Diplocystidiaceae con dos géneros, Gomphidiaceae con dos géneros, Gyroporaceae con un género, Hygrophoropsidaceae con dos géneros,

Rhizopogonaceae con un género, Serpulaceae con un género, Sclerodermataceae con dos géneros, Sclerogastraceae con un género, Suillaceae con un género y Tapinellaceae con dos géneros (García-Jiménez, 2018) sumando un total de 265 especies . Los autores anteriores habían basado la clasificación de Singer (1986). Los trabajos de Boletales existentes son principalmente del Centro de México, Noreste, Norte, occidente y sur (Heim y Perreau, 1964, Pérez-Silva 1970, García y Castillo 1981, Capello y Cifuentes, 1982, García *et al.* 1998, García y Garza-Ocaña 1986, García *et al.* 1986, Singer *et al.* 1991, 1992, González-Velázquez y Valenzuela 1993, García-Jiménez 1999, García-Jiménez y Garza-Ocañas 2001, García-Jiménez *et al.* 2013, García-Jiménez 2014, Ayala-Sánchez *et al.* 2015) y en menor cantidad en el Sureste de México (Welden y Guzmán 1978, García-Jiménez 1999, Ayala-Vásquez 2016, Ayala-vásquez *et al.* 2018, de la Fuente *et al.* 2018, García-Jiménez *et al.* 2019, González-Chicas *et al.* 2019, de la Fuente *et al.* 2020, Haelewaters *et al.* 2020).

Hipótesis general

Si en México existe una diversidad de Boletales por su compleja orografía y la gran diversidad de la flora, entonces la Sierra norte de Oaxaca al estar ubicada en una de las Sierras más complejas, con una alta concentración de endemismos de la flora, Se espera tener una diversidad y especificidad de Boletales, ya que al ser hongos ectomicorrícicos su distribución va acorde a sus hospederos.

Objetivo general

Reconocer los aspectos taxonómicos, filogenéticos, ecológicos y biogeográficos de hongos del Orden Boletales existentes en algunos municipios de la Sierra Norte de Oaxaca.

ANTECEDENTES

Hasta el momento Oaxaca cuenta con 8 familias, 39 géneros de 64 reportados para México y 70 especies citados por diversos autores. Heim y Perreau (1964) citan *Porphyrellus alveolatus* (Fr. & Hök) E.-J. Gilbert y *P. heterospermus* R. Heim & Perr.-Bertr. de Oaxaca; Welden y Guzmán (1978) hacen un listado de los Tuxtlas de Veracruz y el Papaloapan, citando *Boletus edulis* Bull., *B. reticulatus* Schaeff., *Boletellus ananas* (M.A. Curtis) Murrill, *Retiboletus griseus* (Frost) Manfr. Binder & Bresinsky, *Strobilomyces strobilaceus* (Scop.) Berk. pertenecientes a la familia Boletaceae, *Boletinellus monticola* (Singer) Watling de la familia Boletinellaceae, *Calostoma cinnabarinum* Desv. de la familia Calostomataceae, *Suillus granulatus* (L.) Roussel, de la familia Suillaceae, *Scleroderma bovista* Fr., *S. verrucosum* (Bull.) Pers y *Pisolithus arhizus* (Scop.) Rauschert de la familia Sclerodermataceae; por su parte Singer, (1973, 1978) cita para la zona mazateca los siguientes taxones: *Leccinum duriusculum* (Schulzer ex Kalchbr.) Singer, *Pulveroboletus mazatecorum* Singer, *Phylloporus bellus* (Masse) Corner, *Tylopilus lividobrunneus* Singer; García-Jiménez (1999) cita los siguientes taxones: *Boletinellus exiguus* (Singer & Digilio) Watling del Istmo de Tehuantepec y *Suillus cothurnatus* var. *hiemalis* (Singer) A.H. Sm. & Thiers, de la Sierra Norte; Garibay-Orijel et al. (2009) realizó un estudio de las variables ecológicas en la producción de esporomas de los hongos comestibles de Ixtlán de Juárez, citaron a *Boletellus russellii* (Frost) E.-J. Gilbert,

Boletus edulis Bull., *Harrya chromipes* (Frost) Halling, Nuhn, Osmundson & Manfr. Binder, *Heimioporus betula* (Schwein.) E. Horak, *Pulveroboletus ravenelii* (Berk. & M.A. Curtis) Murrill, *Strobilomyces confusus* Singer, *S. strobilaceus* (Scop.) Berk., *Chroogomphus jamaicensis* (Murrill) O.K. Mill., *Hygrophoropsis aurantiaca* (Wulfen) Maire y *Suillus tomentosus* Singer, de importancia económica y alimentaria para Ixtlán de Juárez, Jiménez-Ruíz *et al.* (2013), cita *Tylopilus felleus* (Bull.) P. Karst., de los mercados de Valles Centrales; Ayala-Vásquez (2016) realizó un estudio taxonómico de hongos de la familia Boletaceae asociados al bosque de *Quercus*, describió 48 especies y actualizó los géneros, ya que muchas especies se habían citado en géneros que actualmente son sinonimias. Mientras que Ayala Vásquez *et al.* (2018) citaron por primera vez para México *Boletellus ananiceps* (Berk.) Singer, mientras que *Boletellus flocculosipes* (Murrill) Perr. -Bertr., *B. chrysenteroides* (Snell) Snell, *B. pseudochrysenteroides* A.H. Sm. & Thiers y *Heimioporus ivoryi* (Singer) E. Horak, se registran por primera para Oaxaca; García-Jiménez *et al.* (2019) registraron por primera vez para México y para Oaxaca *Aureoboletus roxanae* (Frost) Klofac y *Aureoboletus innixus* (Frost) Halling, A.R. Bessette & Bessette; mientras que Haelewaters *et al.* (2020) reportan por primera vez para la ciencia a *Aureoboletus garciae* Ayala-Vásquez & Aguirre-Acosta. Tomando en cuenta que el estado de Oaxaca ocupa el primer lugar en biodiversidad en la flora, pero la pérdida de bosques es acelerada, por lo tanto, se hace necesario el estudio de hongos Boletales, ya que juegan un papel importante para el ecosistema por su importancia ecológica; y para un desarrollo sustentable a futuro, para las comunidades de la Sierra Norte de Oaxaca por su importancia económica y forestal.

CAPITULO I. TAXONOMÍA, FILOGENIA Y BIOGEOGRAFÍA DE BOLETALES DE LA SIERRA NORTE DE OAXACA

Resumen

Los ecosistemas en la Sierra Norte de Oaxaca son Vulnerables por el cambio climático y cambio de uso de suelo, por lo que se propuso la investigación para conocer la diversidad y riqueza de Hongos Boletales en seis tipos de vegetación. Se describen 52 especies, 23 sp. nov., 36 géneros y nueve familias de Boletales de la Sierra Norte de Oaxaca. Incluye la descripción taxonómica, análisis molecular de las especies nuevas, con los genes ITS, nrLSU y rpb2. Se hizo el índice de disimilitud Euclidiana para generar matrices de distancia de las vegetaciones estudiadas, para ver la similitud y diversidad compartida de Boletales en seis vegetaciones estudiadas, se presenta la distribución potencial de 13 especies de Boletales en la subprovincia de Sierras Orientales.

Abstract

Ecosystems in the Northern Sierra are vulnerable by climate change and land-use change, and research was proposed to learn about the diversity and richness of Boletal fungi in six vegetations. 52 species are described, 23 sps. nov., 36 genera, and nine families of Boletales de la Sierra Norte de Oaxaca. It includes taxonomic description, molecular analysis of new species for science with the ITS, nrLSU, and RPB2 genes. The Euclidian Dissimilarity Index was used to generate distance matrices of the studied vegetations, to see the similarity and shared diversity of Boletales in the 6 studied vegetations, the potential distribution of 13 species of Boletales in the subprovince of Sierras Orientales is presented.

Introducción

Distribución y hábitat de los Boletales

Boletales en su mayoría son hongos ectomicorrizicos, y se distribuyen en casi todos los bosques del mundo, muchos de los hongos Boletales cuentan con hospederos específicos. Por ejemplo, las familias Gomphidiaceae, Suillaceae y Rizopogonaceae, forma asociaciones principalmente con Pinaceae (Agerer, 1990),

la Familia Boletaceae es la más abundante del orden Boletales, tiene una diversidad de hospederos tales como: Betulaceae, Caesalpiniaceae, Casuarinaceae, Dipterocarpaceae, Ericaceae, Fagaceae, Mimosaceae, Myrtaceae, Pinaceae y Salicaceae (Osmundson *et al.* 2007, Halling *et al.* 2008). La distribución de los Boletales se basa principalmente en la distribución de sus hospederos, participan otros factores, como el gradiente altitudinal, la temperatura media anual y la precipitación, en general los factores bióticos y abióticos es diferente para cada hongo ectomicorrícico, porque varía la cantidad de nutrientes que necesitan (Bahram *et al.* 2012).

México al ser un centro de diversidad de hospederos, también cuenta con una gran diversidad de Boletales. Como resultado Oaxaca es uno de los estados con mayor diversidad biológica de México, constituye aproximadamente el 40% de la flora vascular del país (García-Mendoza, 2004). La Sierra Norte de Oaxaca ubicada en la subprovincia de Sierras Orientales, es una de las áreas importantes por su riqueza y el número de endémicos según Lorence y Mendoza (1989). Se han hecho diversos estudios florísticos en diferentes bosques de la Sierra Norte (Rzedowski y Palacios-Chávez 1977, Arellanes, 2000, García-Mendoza, 2004, Meave *et al.* 2017). Por lo tanto, si La Sierra Norte tiene una diversidad de flora, debe tener una gran diversidad de Boletales que no se han estudiado y se hace necesario un estudio, sobre todo por el uso y cambio de suelo y el cambio climático. Los sistemas de información geográfica (SIG), son modelos que pueden usarse como herramientas efectivas para la planificación de la conservación, el monitoreo y la gestión de

hábitats de plantas y macromicetos de importancia económica (Wu y Smeins (2000), Gutiérrez *et al.* 2006).

Sistemática molecular de los Boletales

Existen diversos estudios sistematicos de Boletales, basados en la morfología y la herramienta molecular en todo el mundo (Wu *et al.* 2016, Davoodian *et al.* 2018, Wilson *et al.* 2012, Sulzbacher *et al.* 2016), sin embargo, en Mexico solo se han hecho estudios sistemáticos basados en la morfología (Singer *et al.* 1991, 1992, Gonzalez-Velazquez y Valenzuela, 1993, Garcia *et al.* 1986, Garcia-Jiménez 1999, Guzmán *et al.* 2013, De la Fuente *et al.* 2018, Garcia-Jiménez *et al.* 2019), son pocos los trabajos basados en la morfología y molecular (Haelewaters *et al.* 2020, Rodriguez-Ramírez *et al.* 2020). Los marcadores usados frecuentemente para secuenciar los Boletales son *rpb1* y *RPB2* fragmentos de genes que codifican proteínas, el par de primers usados son: *RPB1-Af/fRPB1-Cr*, *bRPB2-6F/bRPB2-7.1R*, *EF1-F/EF1-R*, and *EF1-595F/EF11160R*, la región de *nrLSU* que no codifica proteínas usando el par de cebadores *LROR/LR5* (Matheny 2005, Mikheyev *et al.* 2006), *ATP6* codificadores de proteínas (subunidad 6 de la adenosina trifosfato mitocondrial [ATP] sintasa), usando los cebadores *ATP6gyro-F1: 5/ ATP6gyroR1: 5'-*, (Davoodian *et al.* 2018), factor de elongación de traducción 1- α (*TEF1*) con el par de primers *EF1983/EF1-1567R* (Rehner and Buckley 2005), y la región *ITS* con los cebadores *ITS1/ITS4* (White *et al.* 1990). En este trabajo se usaron tres genes *ITS*, *nrLSU* y *RPB2*.

. Objetivos

Realizar el estudio descriptivo de los hongos basado en caracteres taxonómicos.

Amplificar el DNA de los taxa sin identificar, con tres marcadores moleculares ITS, LSU y RPB2, de los Boletales.

Analizar las variables bióticas y abióticas que determinan la diversidad de estos hongos en los diferentes tipos de vegetación estudiados

Materiales y Métodos

Descripción de la zona de estudio

La Sierra Norte de Oaxaca (Figura 1) forma parte de la Sierra Madre de Oaxaca, proviene de Puebla y Veracruz, entra en la entidad por el distrito de Tuxtepec y corre con dirección noroeste-sureste, atravesando los distritos de Teotitlán, Cuicatlán, Ixtlán, Villa Alta y Mixe. La altura promedio de la sierra Madre de Oaxaca es de 2,500 m, sin embargo, existen elevaciones que superan los 3, 000 m, (INAFED); su anchura media es de aproximadamente 75 km, siendo su longitud en la entidad de unos 300 km. Se trata de una región importante por la gran diversidad de ambientes interconectados debido a la compleja fisiografía. Existe poca fragmentación y se presentan los bosques mesófilos más grandes y mejor conservados de México. La fisiografía compleja de esta zona da como resultado diversidad de ambientes. Sin embargo, destaca la gran extensión de los bosques mesófilos de montaña y la selva alta perennifolia. Hacia la parte sur se localizan selvas medianas, altas y bajas y corredores de taxa xerofíticos. El río Tehuantepec divide a los bosques de coníferas del norte de las selvas del sur (CONABIO, 2012). La composición y estructura de la

vegetación cambia drásticamente aun entre localidades con poca diferencia altitudinal, dichas características hacen que tenga un alto endemismo (Meave *et al.* 2017).

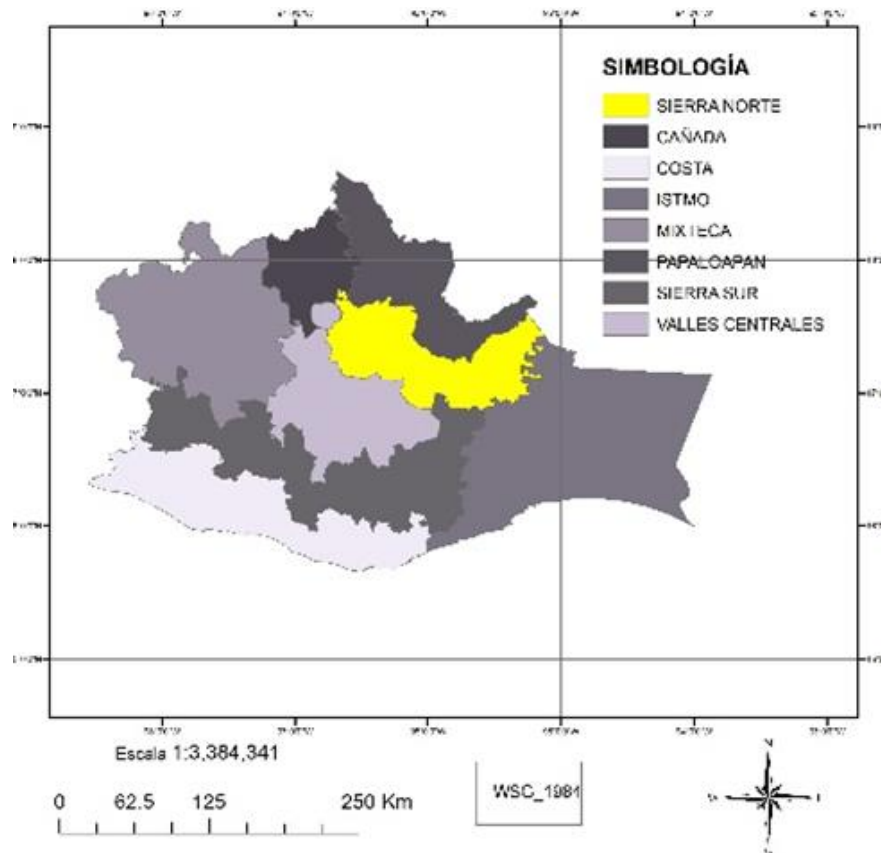


Figura 1. Zona de estudio, Sierra Norte de Oaxaca.

Tipos de vegetación muestreados

Bosque de *Pinus*

El bosque de *Pinus* (BP) se distribuyen principalmente en los distritos de Ixtlán de Juárez, Villa Alta y en la región de Mixe Alta. En ambientes con elevaciones entre los 3000-3200 msnm, con clima generalmente templado subhúmedo, el estrato principal está compuesto por especies de *Pinus patula*, *P. ayacahuite*, *P. hartwegii*, con un estrato arbustivo de *Arctostaphylos pungens*, *Gautheria acuminata*,

Baccharis heterophylla, *Litsea glaucescens*, *Calliandra grandiflora*; en el estrato herbáceo son comunes *Alchemilla Pectinata*, *Arenaria megalantha*, *Lamourouxia tenuifolia*, *Stevia lucida* y *Dryopteris* spp. y epifitas de las familias Orchidaceae y Bromeliaceae (García-Mendoza 2004).



Figura 2. Bosque de *Pinus* de la zona de muestreo.

Bosque mixto de coníferas

El Bosque Mixto de coníferas (BMC) solo se distribuye en el distrito de Ixtlán de Juárez, en los municipios de Santa Catarina Ixtepeji, Santa Catarina Lachatao. El BMC de coníferas se establece entre los 2500 m y 3 000 m, el clima predominante es semifrío subhúmedo, estos bosques están compuestos por ejemplares de 30 a 40 m de altura de *Abies hickelii*, *A. guatemalensis*, *Pinus patula*, *P. ayacahuite*, *Quercus laurina* (García-Mendoza, 2004, Zacarias-Eslava y Castillo, 2010) con un relicto de *Pseudotsuga mensiezii* en el paraje Peña Prieta en el municipio de Santa Catarina Ixtepeji (Domínguez-Álvarez *et al.* 2004). Con un sotobosque de pequeños árboles y arbustos de especies como *Arbutus jalapensis*, *Litsea neesiana*, *salix*

paradoxa, *sanbucus xalapensis*, *Camarostaphylis discolor*, *Roldana sartorii* y *Telanathophora andrieuxii* (Jiménez, 2004).



Figura 3. Bosque mixto de coníferas en la zona de muestreo.

Bosque Mesófilo de Montaña

Oaxaca es el estado con mayor superficie de bosque mesófilo de montaña con 35 217 ha, distribuido en la Sierra Sur y Sierra Norte, Ortega y Castillo (1996). El mesófilo de Montaña Sierra Norte de Oaxaca se divide en cuatro subregiones: Huautla-Zongolica, Ixtlán, Sierra Mixe y Guevea de Humboldt (CONABIO 2010), constituye la región con mayor superficie de bosque mesófilo de montaña (BMM) se distribuyen en áreas con temperatura promedio anual de 15.8° C, precipitación anual de 1 639 mm, en un intervalo altitudinal que va de los 1 000 m a 2 690 m (García-Mendoza, 2004, Ruiz-Jiménez *et al.* 2012). El bosque mesófilo de montaña de la Sierra Norte presenta condiciones ambientales y ecológicas particulares, esto hace que tenga un alto número de endemismos. la variación de sus poblaciones, en la que participan en forma importante la mezcla de sus elementos templados y tropicales y el amplio intervalo de altitud donde vegetan, es la gran diversidad global en especies arbóreas principalmente *Quercus* spp, *Pinus chiapensis*, *P. patula*,

Alnus spp, *Ternstroemia lineata*, *Carpinus caroliniana*, *Fraxinus uhdei*, *Liquidambar*, *Arbutus* spp., *Oreopanax* spp, *Prunus serótina*, *Oreomunnea* sp, *Meliosma* spp., *clethra* sp, epífitas, pteridofitas y trepadoras (Rzedowzki, 1996, Torres-Colin, 2004).



Figura 4. Bosque mesófilo de montaña de la zona de muestreo.

Bosque de *Quercus*

El bosque de *Quercus* (BQ) está bien representada en los tres distritos de la Sierra Norte, principalmente en el distrito de Ixtlán con 23 especies (44.2%) de 52 especies registradas para Oaxaca, dicho distrito cuenta con el área más rica en *Quercus* a nivel estatal (Valencia-Ávalos y Nixon, 2004), el distrito de Villa Alta con 12 especies (Ramírez-Toro et al. 2017) y el distrito Mixe aún no existe inventario. En el distrito de Ixtlán se distribuye *Q. depressa*, *Q. castanea*, *Q. conzattii*, *Q. elliptica*, *Q. laeta*, en el distrito Mixe se distribuye principalmente el *Quercus scytophylla*, endémico de México, *Q. laurina*, *Q. aff. elliptica*, se distribuye aproximadamente de 1900-2500 m. Los arbustos forman un estrato de 2 a 5 m de altura con especies como *Calliandra grandiflora*, *Miconia hemenostigma*, *Comarostaphylis discolor*, y *Gaultheria acuminata*; entre las herbáceas se pueden encontrar *Salvia gracilis*, *Arenaria megalantha*, *Lobelia* sp, *Lupinus* sp.



Figura 5. Bosque de *Quercus* en la zona de muestreo.

Bosque de *Quercus-Pinus*

El bosque de *Quercus-Pinus* se distribuye en diferentes altitudes de la Sierra Norte de Oaxaca. La vegetación predominante es de *Quercus scytophylla*, *Q. elliptica*, *Q. rugosa*, *Q. corrugata*, *Q. crassifolia*, *Q. glaucoides*, *Q. obtusata*, *Q. castanea*, *Pinus teocote*, *Rhus virens*, *Calliandra grandiflora*, *Miconia hemenostigma*.



Figura 6. Bosque de *Quercus-Pinus* en la zona de muestreo.

Bosque de *Pinus- Quercus*

El bosque de *Pinus-Quercus* se distribuye a una altitud de 1000m a 2500m, esta vegetación está conformada por arboles *Pinus chiapensis*, *P. patula*, *P. teocote*, *P. lawsonii*, *P. devoniana*, *P. douglasiana*, *Bejaria aestuans*, y *Quercus corrugata*, *Q.*

crassifolia, *Q. rugosa*, *Quercus glaucoides*, *Q. obtusata*, *Q. castanea*, *Bejaria aestuans* como vegetación secundaria.



Figura 7. Bosque *Pinus-Quercus* en la zona de muestreo.

Sitios de muestreo y Georreferenciación

Los muestreos se realizaron una vez al mes, durante la temporada de lluvia de junio a noviembre del 2016, 2017, septiembre del 2018, en seis tipos de vegetación de la Sierra Norte de Oaxaca a una altitud de 1536m a 3009 m. bosque de *Pinus* (BP), en bosque mixto de coníferas (BMC), bosque mesófilo de montaña (BMM), bosque de *Quercus* (BQ), bosque de *Quercus-Pinus* (BQP) y bosque de *Pinus- Quercus* (BPQ) en diversos municipios. Tales como el municipio de Mixistlán de la Reforma, Totontepec Villa de Morelos, Santa Catarina Ixtepeji, Santa María Tlahuitoltepec, Santiago Comaltepec, San Pablo y San Pedro Ayutla, Santiago Xiacui, Santa María Yalina, Santa Catarina Lachatao. Los muestreos se realizaron según la técnica de (Mueller *et al.* 2004 y Lodge *et al.* 2005) que consiste en muestreos oportunisticos en los diferentes puntos de los seis tipos de vegetación. Se siguió el muestreo antes mencionado, porque los Boletales son ectomicorrícicas y se encuentran principalmente en los taludes, orillas de caminos, ya que juegan un papel importante

como selladores de las raíces de los árboles con las que forma asociaciones ectomicorrícicas.

Una vez localizada el basidioma se procedió a tomar fotografías *in situ*, para una mejor apreciación de las características taxonómicas macroscópicas percederas, cada ejemplar se georreferenció con un GPS-Garmin eTrex 20x portátil, se tomaron datos de la localidad, altitud, tipo de vegetación (hábitat). se realizó la descripción taxonómica detallada de cada basidioma, tales como el tamaño, forma, color, textura, ornamentación del píleo, contexto, himenóforo y estípite (Mueller *et al.* 2004), los colores se tomaron de acuerdo con Kornerup & Wanscher (1978) bajo la siguiente fórmula; número-letra-número (ej. 6C2). Posteriormente se deshidrataron en una cámara a temperatura de 48°C de 24 a 48 horas. Cada ejemplar se guardó en bolsas “ziploc” con su respectiva etiqueta de herbario para ser depositado en el Herbario Micológico “José Castillo Tovar” y en herbario Nacional de MEXU-UNAM.

Diversidad-Alfa(α)

Se realizó una base de datos de los ejemplares identificados y descritos hasta especie, se estimó la diversidad Alfa con los índices de Shannon Wiener, Simpson y Fisher Alpha, de acuerdo con Carmona-Galindo y Carmona (2013) recomiendan que se debe usar más de dos índices para tener mayor soporte; los datos fueron analizados con el programa PAST versión 4.02.

Shannon-Wiener (H'). Mide el grado promedio de incertidumbre para predecir la especie a la que pertenece un individuo tomado al azar dentro de las muestreadas (VM).

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \ln(P_i)$$

Donde: S = Número de especies, P_i = Proporción de individuos de la especie i y a mayor valor de H' mayor diversidad de especies.

Simpson (S). Mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar dentro de las vegetaciones muestreadas (VM) sean de la misma especie.

$$S = \frac{1}{\sum \frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}}$$

Donde: n_i = Número de individuos en la i ésima especie, N = Número total de individuos. A mayor valor de S menor dominancia de una (o de un grupo) de especie (S).

El índice alfa de Fisher (α) es un modelo de abundancia que se desprende de una serie logarítmica y emplea sólo el número de especies (S) y el número total de individuos (N).

Su cálculo se realiza mediante iteraciones con la ecuación:

$$S = \alpha \ln[1 + (N / \alpha)]$$

Donde: S = número de especies en la muestra y N = número de individuos en la muestra.

Base de datos y análisis de los seis tipos de vegetación

Los datos generados en campo se capturaron en una base de datos en Excel. El análisis de conglomerados fue con la medida de disimilitud de la distancia euclidiana (Mueller *et al.* 2004) en el programa estadístico Past, para ver la similitud. Las variables se tomaron de acuerdo Cruz-Cárdenas *et al.* (2014). Para el

procesamiento de los datos espaciales se empleó la cartografía digital en formato Shapefile existente para Oaxaca Modelo de Elevación Digital (MED) (INEGI 2016), uso de suelos y vegetación (García 1998), y se tomaron las 19 variables climáticas (tabla 1) de Worlclim. Cada capa se cortó al tamaño de la subprovincia Sierras Orientales de la Región fisiográfica de la Sierra Madre del Sur.

Modelado de distribución potencial

Los análisis de distribución potencial se realizaron con el algoritmo de máxima entropía del programa Maxent ver. 3.3.3k. Este utiliza una técnica de aprendizaje de máquina para escoger los modelos más consistentes a partir la información disponible (Phillips *et al.* 2006). Este programa se escogió dado que se ha demostrado con distintas simulaciones que genera buenas predicciones, aun cuando se utilizan muestras pequeñas (mínimo ocho recolecciones de cada especie) (< 10 ; Phillips *et al.* 2006; Pearson *et al.* 2007). Se seleccionaron las opciones *Jackknife* para medir la importancia de la variable, el cual permite un análisis de la contribución de cada variable a las características finales del modelo; crear curvas de respuesta que es útil para la visualización rápida de las formas de las respuestas; y hacer imágenes de las predicciones que provee imágenes de la proyección geográfica de los resultados del modelo. El análisis de salida logística se obtuvo con el umbral de mínima presencia de entrenamiento que incluyó el 75 % de los puntos para el entrenamiento del modelo y 25 % para validar el mismo (Martínez-Méndez *et al.* 2016). Posteriormente se utilizó el valor AUC (area under the curve) para hacer el mapa de consenso con el Software Terset. Los mapas de consenso generados se guardaron en archivo ASCII. En software Q-Gis se convirtió

en archivo Shep. Los archivos tipo ASCII generados para cada especie, fueron proyectados posteriormente sobre un mapa del área de distribución correspondiente en Arcmap.

Tabla 1 Variables usadas en la distribución potencial de los Boletales.

Variables	Codigo	Tipo	Fuente
Temperatura media anual (Tma)	bio1	Climática	WorldClim
Isotermalidad (isot)	bio3	Climática	WorldClim
Rango de temperatura anual (rTa)	bio7	Climática	WorldClim
Temperatura media del trimestre más frio (Tmtmf)	bio12	Climática	WorldClim
Estacionalidad de precipitación (ep)	bio15	Climática	WorldClim
Rango diurno medio (promedio mensual (temperatura máxima /temperatura mínima) (rdm)	bio2	Climática	WorldClim
Estacionalidad de temperatura (desviación estándar * 100) (et)	bio4	Climática	WorldClim
Temperatura máxima del mes más cálido (Tmamc)	Bio5	Climática	WorldClim
Temperatura mínima del trimestre más frio (Tmitf)	Bio6	Climática	WorldClim
Temperatura media del trimestre más húmedo (Tmth)	Bio8	Climática	WorldClim
Temperatura media del trimestre más seco (Tmts)	Bio9	Climática	WorldClim
Temperatura media del trimestre más cálido (Tmtc)	Bio10	Climática	WorldClim
Temperatura media del trimestre más frio (Tmtf)	bio11	Climática	WorldClim
Precipitación del mes más húmedo (Pmh)	bio13	Climática	WorldClim
Precipitación del mes más seco (Pms)	bio14	Climática	WorldClim
Precipitación del trimestre más húmedo (Pth)	bio16	Climática	WorldClim
Precipitación del trimestre más seco (Pts)	bio17	Climática	WorldClim
Precipitación del trimestre más cálido (Ptc)	bio18	Climática	WorldClim
Precipitación del trimestre más frio (Ptf)	bio19	Climática	WorldClim
Elevación (m.n.s.m) (Elev)	Eleva	Topográfica	INEGI 2016
Uso de Suelo y Vegetación (Usyv)	Usyvm	Cobertura	Conabio

Trabajo de laboratorio de taxonomía y sistemática

El trabajo de laboratorio se hizo en el herbario de Micología del Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria. La revisión microscópica se hizo siguiendo la técnica de Largent *et al.* (1977). Se realizaron cortes transversales con el apoyo del microscopio estereoscópico y rehidratándolos con KOH al 5%. Las estructuras demasiado hialinas se contrastaron con floxina, rojo congo o Melzer para ver la amiloidia. Se tomaron fotos de las estructuras microscópicas como las esporas, basidios, pleurocistidios, queilocistidios, Pileipellis y stipitipellis de cada especie. Por cada estructura se midieron 30 en total.

En la determinación de los ejemplares se utilizaron claves y descripciones de autores como: Smith y Thiers (1971), Thiers (1975-1976), Singer (1945,1970) Singer (1986), Singer *et al.* (1990,1991,1992), García-Jiménez y Castillo (1981), Montoya y Bandala (1991), González-Velázquez y Valenzuela (1993,1996), García-Jiménez (1999), Neves (2007), Ortiz- Santana *et al.* (2007), Halling y Mueller (2005) , Wu *et al.* 2014, Zhao *et al.* (2015), Wu *et al.* 2016, Ayala-Vásquez 2016, Ayala-Vásquez *et al.* 2018. Para la taxonomía de plantas se usaron claves de Bello-González y Labat (1987) y Valencia (1995), Kuo y Ortiz-Santana, (2020). Los ejemplares se etiquetaron con el formato del herbario José Catillo Tovar del Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria y se depositaron en dicho herbario. Los ejemplares que no se lograron identificar hasta género o especie se les realizó el análisis filogenético en el laboratorio de Sistemática y Ecología de Micorrizas, del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (IBU-UNAM).

Microscopía de electrónico de barrido

Para obtener mayor detalle de las ornamentaciones de las especies con basidiosporas ornamentadas y las especies sin identificar, se tomaron fotos al microscopio electrónico de barrido (MEB), en el instituto de Biología, de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Técnicas moleculares

Extracción de DNA. La extracción de DNA se hizo de los basidiomas deshidratados, se extrajo con el kit DNeasy Power-Soil (QIAGEN). La lisis celular se realizó moliendo en mortero con nitrógeno líquido, 5 cm² de basidioma. Una vez molida se colocó en tubos (powerbead), se le agregó 60 µl de solución C1 y se vortexió por unos segundos.

Los tubos se colocaron de manera horizontal y se vortexeó por 10 minutos.

Se centrifugo a 10,000 xg (8300rpm) por 30 segundos. Posteriormente se transfirió el supernadante a unos tubos limpios (2ml), rescatando de 400-500 µl.

Se le agregó 250 µl de C2, se vortexió por unos segundos, posteriormente se incubó a una temperatura de 2-8°C por 5 minutos.

Los tubos se centrifugaron a 10,000xg (8300rpm) por un minuto. Posteriormente se transfirió el sobrenadante a unos tubos nuevos, aproximadamente 600 µl.

Se le agregó 200 µl de solución C3 a cada tubo, se vortexió por unos segundos y se incubó a temperatura de 3°-8°C, por 5 minutos (hielo).

Al terminar la incubación, los tubos se centrifugaron por 10,000xg (8300rpm) por un minuto. Una vez terminado se transfirió el supernadante a tubos nuevos, rescatando 750 µl aproximadamente.

Se agrego 1200 µl de solución C4 (solución salina), se vortexió por unos segundos, luego se transfirió 675 µl de solución a unos tubos con columnas (las columnas de MB spin tienen una membrana que filtra los contaminantes y solo acumula el DNA en el filtro), se centrifugó a 10,000xg (8300rpm) por un minuto y se desechó la solución. Se repitió el paso anterior hasta acabar la solución.

Una vez terminado el proceso anterior, 500 µl de solución C5, luego se centrifugó a 10,000xg (8300rpm) por un minuto y se descartó el líquido. El objetivo de este paso es terminar de desechar los contaminantes y conservar solo el DNA en los filtros.

Se etiquetaron tubos nuevos, posteriormente se colocaron las columnas a los tubos etiquetados.

Se agrego 100 µl de C6, en el centro de la membrana de cada tubo, luego se centrifugó a 10,000xg (8300rpm) por 30 segundos. Desechar la columna y almacenar a -20°C.

Posteriormente se hizo la lectura de cada muestra en el Nanodrop, para ver la calidad del DNA.

Se guardó en refrigeración a 4°C, a esta temperatura se mantiene estable el DNA.

PCR de las regiones ITS, LSU Y RPB2 del DNA fúngico

La reacción en cadena de polimerasa (PCR), se hizo en las tres regiones ITS (Internal transcribed spacer), LSU (large subunit ribosomal) y RPB2 (polymerase II second largest subunit), con las enzimas Platinum Taq DNA Polymerase (Invitrogen-Thermo Fisher Scientific) y Taq & Load PCR Mastermix (MP Biomedicals) en termociclador (BIO-RAD). Para la región ITS se usaron los primers ITS1/ITS4 (White *et al.* 1990) e ITSF1/ITS4; para LSU se usaron los primers

LROR/LR5 (Vilgalys y Hester 1990); para el gen parcial RPB2 se usaron RPB2-B-F2/RPB2-B-R (Wu *et al.* 2014). También se usó agua destilada estéril, buffer(x10), dNTPs, MgCl₂ y 1µl de DNA. Las cantidades usadas se presentan en la tabla 1 y2.

Tabla 2. Fórmula de la reacción maestra, para la PCR de las regiones ITS, LSU y RPB2 con Taq & Load. Para la preparación de la mezcla maestra se siguió el orden de los reactivos tal como se muestra en la tabla.

Reactivo	Volumen 1x(µl)	Volumen total
H2O	18.50 µl	
Primer F	0.25 µl	
Primer R	0.25 µl	
Taq-Load	5 µl	
DNA	1 µl	
TOTAL	25 µl	

Tabla 3. Fórmula de la reacción maestra, para la PCR de las regiones ITS, LSU y RPB2 con Taq-Platinum. Para la preparación de la mezcla maestra se siguió el orden de los reactivos tal como se muestra en la tabla.

Reactivo	Vol 1× (µl)	Volumen total
H2O	19.125 µl	
10x(buffer)	2.5 µl	
dNTPs	0.5 µl	
MgCl ₂	1.25 µl	
Primer F	0.25 µl	
Primer R	0.25 µl	

Taq Plat 0.125 μ l

DNA 1 μ l

Total 25 μ l

Las muestras fueron amplificadas en termocicladores Thermal cycler (Applied Biosystems) con 35 ciclos de los primers usados para las tres regiones (Figura 8).

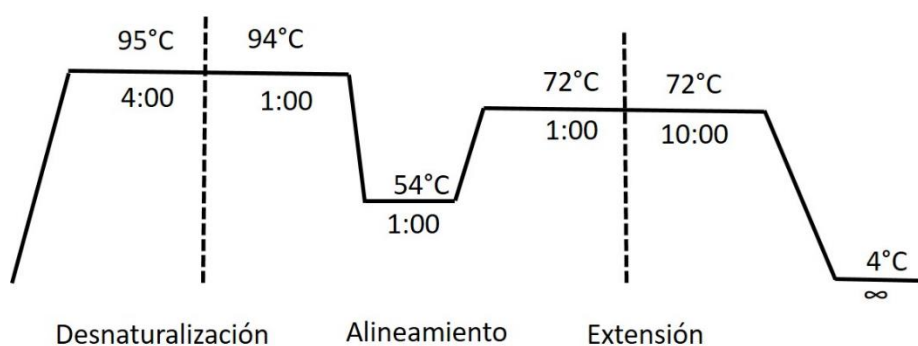


Figura 8. Programa de PCR para la amplificación de las regiones ITS, LSU y RPB2 de los Boletales.

La amplificación se comprobó con electroforesis en gel de agarosa 1%, teñido con GelRed (Biotium). Se cargó el gel con 7 μ l de producto PCR y se corrió en una cámara de electroforesis a 85volts durante 40 bandas. Solo para los productos de PCR generados con Taq-Platinum se necesitó 5 μ l de buffer de carga LB. El gel se observó en transiluminador UVP Multidoc-It (Analytikjena) para revelar las bandas.

El DNA de las muestras que no amplificaron a 1:1 o tuvo una amplificación muy débil, se hizo una disolución a 1:10 y 1:100 con agua destilada estéril. Las muestras que no amplificaron con las diluciones para la región ITS se optaron por usar primers (ITS1F/ITS4) específicos para hongos Basidiomycota.

Secuenciación

Los productos de PCR con amplificación exitosa se limpiaron con ExoSAP-IT (Thermo Fisher Scientific) diluido 1:1 con ddH₂O++. La reacción tuvo una proporción de 2 µl del reactivo diluido y 3.5 µl del producto de PCR, y fue incubada a 37 °C por 45 min y 80 °C por 15 min en termociclador. Los productos de PCR se mandaron al Laboratorio de Secuenciación Genómica de la Biodiversidad y la Salud del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, donde hicieron secuencias en ambos sentidos para cada muestra usando la química BigDye Terminator v3.1 (Thermo Fisher Scientific). Todas las muestras se secuenciaron con los primers forward (f) y revers (r), de tal manera que se obtuvo dos secuencias por cada muestra (Tabla de muestras secuenciadas). Las secuencias fueron ensambladas y editadas manualmente en el software Geneious prime v.2019.0.4 (Kearse *et al.* 2012).

Tabla 4. Géneros de Boletales secuenciados con los genes ITS, nrLSU y RPB2.

NOMBRE DE LA ESPECIE	NUM COLECTA	NUMERO DE SECUENCIA	ITS	nrLSU	RPB2
<i>Aureoboletus</i> sp	794	AV46	X	X	X
<i>Boletellus</i> sp	1087	AV55			X
<i>Boletellus</i> sp	1076	AV53			X
<i>Calostoma</i> sp	705	AV76	X	X	
<i>Cacaoporus mexicanus</i> Ad. prov.	869	AV39	X	X	X
<i>Cacaoporus mexicanus</i> Ad. prov.		AV41	X	X	X
<i>Cacaoporus mexicanus</i> Ad. prov.		AV42	X	X	X
<i>Cacaoporus mexicanus</i> Ad. prov		AV44	X	X	X
<i>Cacaoporus mexicanus</i> Ad. prov		AV45	X		
<i>Cyanoboletus abieticola</i> Ad. prov.	1128	AV22	X	X	
<i>Cyanoboletus abieticola</i> Ad. prov.	1127	AV33	X	X	X

<i>Cyanoboletus abieticola</i> Ad. prov.	1141	AV72	X	X	X
<i>Cyanoboletus abieticola</i> Ad. prov.	1010	AV70	X	X	
<i>Harrya cromipes</i>	987	AV54	X	X	
<i>Imleria badia</i>	1166	AV23	X	X	X
<i>Imleria badia</i>	1133	AV24	X	X	
<i>Gyroporus</i> sp1		AV62	X	X	X
<i>Gyroporus castaneus</i>	1111	AV15	X	X	
<i>Gyroporus</i> sp2	933	AV19	X	X	X
<i>Gyroporus castaneus</i>	1037	AV18	X	X	X
<i>Gyroporus castaneus</i>	1110	AV17	X	X	X
<i>Leccinum</i> sp1	914	AV47	X	X	X
<i>Leccinum</i> sp1	1070	AV48			X
<i>Leccinum</i> sp2	1117	AV21	X	X	X
<i>Lanmaoa</i> sp	1173	AV4	X	X	X
<i>Porphyrellus porphyrosporus</i>	1013	AV87	X		
<i>Pulchroboletus sclerotiorum</i>	1169	AV27	X	X	X
<i>Pulchroboletus sclerotium</i>	1170	AV3	X	X	X
<i>Tylopilus</i> sp3	849	AV49	X	X	X
<i>Tylopilus</i> sp1	1043	AV28	X	X	X
<i>Tylopilus</i> sp2	1039	AV12	X	X	X
<i>Strobilomyces oaxacanus</i> Ad. prov.		AV91	X	X	
<i>Xerocomus</i> sp1	913	AV61	X	X	X
<i>Xerocomus</i> sp2	1073	AV74	X	X	X
<i>Cyanoboletus</i> sp1	1109	AV60	X	X	X

Resultados y Discusión

Recolectas

Se realizaron 16 muestreos durante los meses de junio-diciembre del 2016, 2017, en seis tipos de vegetación tomando una altitud de 1536 m a 3009 m, se obtuvo un total de 606 especímenes de Boletales. De éstos se identificaron 51 especies,

23 especies nuevas para la ciencia, en 409 especímenes. Se hizo una base de datos con todos los datos obtenidos en campo, tales como hospedero, vegetación, latitud, longitud, localidad, altitud, número de recolección.

Diversidad de Boletales de la Sierra Norte de Oaxaca

Se estudiaron 409 especímenes; 85 especímenes provenientes del bosque de *Quercus-Pinus*, 85 del bosque mesófilo de montaña, 81 del bosque de *Quercus*, 68 del bosque de *Pinus-Quercus* y bosque mixto de coníferas, y 20 especímenes provenientes del bosque de *Pinus*; estas se ubican en 52 especies, 23 sp nov. para la ciencia, 38 géneros, 9 familias de Boletales (Tabla 2).

Descripción taxónomica del orden Boletales

Familia Boletaceae Chevall.

Características de la familia. La familia Boletaceae fue propuesta por Chevall en 1826. Cuenta con seis subfamilias *Xerocomoideae*, *Leccinoideae*, *Boletoideae*, *Austroboletoideae*, *Zangioideae*, *Chalciporoideae* y el grupo *Pulveroboletus* (Wu *et al.* 2014). Se caracteriza por presentar un himenóforo tubular a veces laminar, píleo de diferentes tamaños, lisas, secas, ornamentadas, víscida, contexto manchándose de color azul, rojo, vináceo o sin cambio de coloración, estípites clavados, cilíndricos, subclavados, con superficie lisa, escabrosa, estriada, fibrílosa. Algunas especies de la familia tienen gran importancia económica, como *Boletus edulis* tiene una gran demanda en el mercado por su comestibilidad (Feng *et al.* 2012)

Género *Aureoboletus* Pouzar 1957 "Nova genera macromycetum I". Ceská Mykologie. 11 (1): 48–50.

Características del género. El género se caracteriza por presentar un basidioma pileado-estípiteado, píleo convexo a plano, superficie usualmente víscida o glabra. Contexto amarillento a amarillo, al corte se mancha. Himenóforo adnado a sinuado de color amarillo dorado se mancha al tocar. Poros circulares a angulares, tubos concoloro a los poros. Estípite central, cambiando de color al tocar. Micelio basal de color blanquecino. Basidiosporas subfusiformes, generalmente lisas, raramente estriadas de manera longitudinal, de color amarillento a amarillo. Pleurocistidios y queilocistidios ventrícoso-fusiformes o clavados de color amarillo en KOH. Pileipellis formado por un ixotricoderma o tricoderma. Fíbulas ausentes. Se distribuye desde América del Norte, Asia y Europa.

Aureoboletus auriporus (Peck) Pouzar, Česká Mykol. 11: 49 (1957) Figura 9

Píleo de 25–45 mm de diámetro hemisférico cuando joven, convexo en la madurez, superficie viscosa, lisa, de color rojo-marrón (10D8) a violeta-marrón (11D8), margen incurvado. **Contexto** de 8mm de grosor, de color blanco, al contacto con el aire se torna de rosa-rojizo pálido (13A2) en los bordes. **Himenóforo** poroide, adherido, poros hexagonales a irregulares de 1 a 1.5 mm de diámetro, de color amarillo brillante (2A8), tubos de 5mm de longitud, concoloro a los poros. **Estípite** de 40×9 mm, clavado, de color amarillo pálido (2A5) hacia la parte superior, y rojo-anaranjado, rojo-amarillo (8A7, 8B8), rojo-marrón (8C8) a rojo oxido (8E8) en la parte inferior, algunos ejemplares de color blanquecino totalmente cuando joven, en la madurez tonos amarillo-rojizo. La base tiene a menudo una cantidad significativa de micelio blanco, no cambia de color al tocar. Esporada color marrón-oliva.

Reacciones químicas. Al aplicarle KOH el contexto del píleo se torna de marrón-rosáceo, el resto no cambia de color.

Basidiosporas de 9–12× 5-6 µm, con un promedio de 10×5.5 µm, una de Q= 2.08 µm, elipsoide prolado, con depresión suprahilar visible, lisa, color marrón-anaranjado con tonos rosas en KOH, con paredes delgadas. **Basidios** de 30– 35× 10–14 µm, clavado, con paredes delgadas tetraspóricos, esterigmas de 2-4× 0.8 µm, hialino en KOH. **Pleurocistidios** de 30– 33 ×10 µm, clavados, hialino en KOH, con paredes delgadas. **Queilocistidios** de 35– 48× 15-21 µm, clavado-turbinados hialinos en KOH, paredes delgadas. **Trama himenoforal**, con un estrato medio y lateral de hifas tubulosas algo gelatinizadas que miden 4–10 µm de diámetro, hialinas en KOH con paredes gruesas, sin ramificación. **Stipitipellis** de 80 µm de grosor, formado por caulocistidios opiriforme de 30.4– 36 ×12.8– 16.8 µm, hialinos en KOH, con paredes gruesas que van de 0.8 a 1.6 µm, caulobasidios claviformes de 28–30.4× 8-12 µm, hialinos en KOH, tetraesterigmados. **Pileipellis** de 114–120 µm de grosor, tricodermis formado por un conjunto de hifas erectas más o menos en palisada, con células terminales clavado-fusoides con ápice redondeado algunos levemente capitados, de 25– 40 (60) × 6– 11 µm, hialino en KOH, paredes gruesas, de 0.8–1.6 µm.

Hábitat. Solitario. Creciendo en bosque *Quercus-Pinus* asociado a *Q. elliptica* durante el mes de septiembre a una altitud de msnm.

Material estudiado: Oaxaca. Santiago Zacatepec, Mixistlán de la Reforma. Paraje: al este de la comunidad de Santa María Mixistlán, O. Ayala-Vásquez, 14 septiembre 2017, (1031-ITCV).

Nota taxonómica. *Aureoboletus auriporus* se distingue por un píleo de color canela, marrón-rojizo, margen entero, superficie víscida algo glabro. Himenóforo adherido, poros circulares de 1–1.2 mm de diámetro, de color amarillo (4A8). Estípites claviformes de color blanquecino, superficie lisa. Micelio blanco. Olor. Insípido. Sabor. Insípido. Reacción química. Al aplicar NH₄OH el píleo se torna de color anaranjado (5B8), himenóforo oliváceo, contexto amarillo pálido (3A3), estípites negativos. Al aplicar KOH el píleo marrón (7F8), himenóforo marrón, contexto y estípites negativos. Ha sido reportado de Nueva Jersey, Florida, al Oeste de Mississippi, Texas en Estados Unidos, en México se ha reportado en los estados de Guanajuato, Jalisco, Estado de México, Oaxaca, Tamaulipas y Veracruz. Costa Rica y Belice.



Figura 9. *Aureoboletus auriporus*. a-c basidioma. Escala: a-c=10 mm

Aureoboletus projectellus (Murrill) Halling, in Halling, Fechner, Nuhn, Osmundson, Soytong, Arora, Binder & Hibbett, Aust. Syst. Bot.**28**: 19 (2015)

Figura 10

Píleo de 47–69 mm de diámetro, convexo a plano-convexo, rojo-marrón (8D8) cuando joven, marrón-rojizo (8F8) en la madurez, superficie lisa a subtomentosa no areolada en la madurez, margen con proyecciones. **Himenóforo** adherido, poros de 1–1.5 mm de diámetro, circulares, amarillo pálido (3A3) cuando joven, amarillo-oliváceo (3C8–3C7) en la madurez, tubos de 9–11 mm de longitud, concoloro a los

poros, no se mancha al corte. **Contexto** de 7–11 mm de grosor, blanquecino, al corte se torna rojo pálido (10A3), contexto del estípite compacto, color blanquecino, base de color marrón en la madurez, al corte se mancha de rojo pálido (10A3), con tonos marrón amarillento en la base. **Estípite** de 113–180 × 14–19 mm, clavados, superficie con retículos longitudinales, concoloro al píleo, base blanquecino. Micelio blanco. Olor. Afrutado. Sabor. Nopal.

Basidiosporas de (14–) 20–24 (–25) × 6–8 (9) μm , fusoides a subfusoides, con pared gruesa, amarillento en KOH, amarillo- marrón en melzer, gutuladas. **Basidios** de 39–40 (–47) × 11–14 μm , clavados, hialinos en KOH, tetràsporicos con contenido. **Pleurocistidios** de 63–80 (–98) × 16–24 μm , fusoides, obclavados, ventricoso-rostrados, pared gruesa hialinos en KOH, amarillo en melzer, pared de 1 μm . **Queilocistidios** de 53–67 (–78) × 14–18 μm , fusoide-ventricosos, ventricoso-rostrados, hialinos a amarillo pálido en KOH, pared de 1 μm . **Pileipellis** formado por un tricoderma con células de 32–47(–67) × 6–10 (–14) μm , pared de 0.7–1 μm , cilíndricas, subclavados a isodiametricos. **Stipitipellis** formado por caulocistidios de 22–45 (–70) × 10–14 (–16) μm , ventricosos, clavados, pared gruesa de 1 μm , hialinos en KOH, amarillo en melzer.

Hábitat. Solitario a disperso, creciendo en bosque de *Pinus-Quercus*, asociado a *Pinus* sp durante el mes de julio.

Material estudiado: Oaxaca, Santa Catarina Lachatao, H. Aguilar, 20 julio 2018, 1170 (ITCV).

Nota taxonómica. La especie se distingue por su color marrón-anaranjado a marrón-rojizo, esporas con paredes gruesas. La especie descrita difiere $7 \times 3 \mu\text{m}$, con el material descrito por García-Jiménez (1999). La especie es comestible.



Figura 10. *Aureoboletus projectellus* (Aguilar s/n). a-b basidioma. c basidiosporas d basidios y pleurocistidio. e queilocistidios. f stipitipellis. g-h pileipellis. Escala a-b= 10 mm. c-h= 10 μm .

Aureoboletus betula Schwein, M. Kuo & B. Ortiz, Mycologia 112(1): 205 (2020)

Píleo 70–100 mm de diámetro, convexo; húmedo viscoso cuando está fresco; brillante cuando seco, superficie glabra, liso de color marrón anaranjado (7C6) marrón rojizo (8E7) con manchas anaranjadas (5A7), margen entero. **Himenóforo** poroide, subdecurrente, poros angulares de 1mm, amarillo (30A 8), en la etapa

madura de color amarillo-oliváceo (30B8, 30C8), tubos de 15mm, concoloro a los poros. **Contexto** del píleo blanco de 15mm de grosor, al contacto con el aire se torna de amarillo (1A2) con tonos rosa (10A2) el estípite también se torna de amarillo al contacto con el aire. **Estípite** 30110× 10 mm, cilíndrico-subclavado, superficie con un retículo prominente hasta el ápice, o más o menos igual; amarillo que tiñe de rojo con la edad; sólido; amarillo arriba y rojizo por debajo, al tocar se torna de color rojo claro(9A5). Micelio basal blancoamarillento (1A2). **Reacciones químicas.** Al aplicarle KOH al contexto del píleo se torna de marrón (5E6), el himenóforo se torna de marrón oscuro (5F6), estípite es negativo. Esporada Amarilla.

Basidiosporas de 16– 23 × 7.5-10.5 µm, un promedio de 18.5× 9 µm, elipsoide, equinulada a subfusiformes, ornamentación perforada con verrugas superficiales irregulares, amarillo dorado, apículo conspicuo y poro germinativo visible, con paredes delgadas. **Basidios** de 26–32 (40) × 9.6–11 (–13.6) µm, claviformes hialino en KOH, tetraspóricos, esterigmas de 2.4-4.8× 0.81.6 µm. **Pleurocistidios** de 30 – 36(–40) ×11.2 – 12.8 (–15.2) µm, claviformes con paredes de 0.8 µm de grosor, con contenido hialino a Marrón en KOH. **Queilocistidios** de 32–44 ×9.6–12.8 µm, mucronado con ápice mediano, hialino en KOH, paredes de 0.8 µm. Esporada Amarilla. **Pileipellis** formado por un epicutis de 32– 48 (–104) ×3.2 (4)5.6 µm, cilíndrico con ápice redondeado y subclaviformes. **Stipitipellis** formado por caulocistidios de 12- 48×8- 19.2 µm, cilíndrico- claviformes con paredes gruesas, hialinos en KOH, con contenido.

Hábitat. Solitario, creciendo en bosque *Quercus*, asociado a *Q. scytophylla* durante el mes de julio.

Material estudiado. Oaxaca, Zacatepec Mixe, Mixistlan de la Reforma, Santa Maria Mixistlan, Paraje Pääxyoom, 24 junio 2017, Ayala-Vásquez (965-ITCV).

Nota taxonómica. *Aureoboletus betula* se caracteriza por presentar un basidioma rojo, anaranjado, estípite reticulado, difiere del resto de las especies del género por el tipo de ornamentación, basidiosporas verrucosas a perforadas. Singer (1945) lo escribió con el nombre de *Ceratomyces betula*, Hoak 2004 lo pasa al género *Hemioporus*, por el tipo de ornamentación, Kuo y Ortiz-Santana (2020) lo pasan a *Aureoboletus* soportándolo con tres genes con el análisis bayesiano. *Aureoboletus betula* tiene mucha plasticidad, el color del píleo va desde amarillo, anaranjado hasta rojo, probablemente se por su amplio rango de distribución que va desde 1800 m a 2700 m. En el estado de Oaxaca se distribuye principalmente en la transición de bosque de *Quercus* a bosque de *Quercus-Pinus*, y en menor cantidad en el bosque de *Quercus* con un basidioma más pequeño.

Género *Boletus* L., Sp. pl. 2: 1176 (1753)

El género se caracteriza por presentar un píleo seco raramente víscido. Himenóforo libre o adnado, poros pequeños, circulares algo angulares en la madurez. contexto blanquecino a amarillo sin cambio de coloración al corte. Estípite clavado, Esporas oblongas a elipsoides, lisas de color marrón- amarillento a marrón. El género se tipifico con *Boletus edulis*.

Boletus smithii Thiers, Mycologia 57(4): 530 (1965).

Figura 11

Píleo de 79 mm de diámetro, ampliamente convexo cuando joven a plano-convexo en la madurez, color rojo-pastel a rojo (10A4-10A6) algunos ejemplares de color gris

marrón (10E2-10E3) a marrón-violeta (10E5-10E6) cuando joven, rojo a rojo oscuro (11A8-11C8), violeta marrón (11D8) a marrón violeta (11E8-11F8), con tonos anaranjado (5A6) a anaranjado grisáceo (5B6) en el borde, superficie subtomentosa a glabra, margen irregular sobre todo en la madurez. **Himenóforo** subadherido depreso, poros 0.4-0.6 mm de diámetro circulares de color amarillo (4A8) cuando joven, amarillo verdoso en la madurez (30A8), al mallugar algunos tonos color azul grisáceo (21D5) a azul oscuro (21E5), tubos de 12 mm de longitud concoloro a los poros, al corte azul grisáceo (21D5) a azul oscuro (21E5). **Contexto** 8 mm de grosor, compacto amarillo pálido (3A5), contexto del estípite amarillo dorado (4A8), al corte algunos tonos azul pálido (22A5). **Estípite** de 107× 22–40 mm, claviforme a bulbosa base atenuada, amarillo dorado cuando joven, rojo vivo (10A8) con tonos amarillo-anaranjado(5B6), superficie algo furfurácea pruinosa, base muy tomentosa cuando joven, fibrilosa, seca a tal grado que se desprende la superficie en la madurez. Micelio amarillo dorado. Sabor acidulado. Olor afrutado. **Reacción química.** Al aplicar NH_4OH en la superficie del píleo se torna amarillo-anaranjado (5A4), Himenóforo marrón (6F8), contexto negativo, superficie del estípite amarillo pálido (3A8). Al aplicar KOH superficie del píleo y estípite anaranjado pálido (5A3), himenóforo marrón (5F8-6F6).

Basidiosporas de 11–16 × 4–6 μm , elípticas fusoides, lisas, marrón pálido en KOH , marrón en melzer. Basidios de 36–40 × 4–6 μm , clavados a napiformes, hialinos en KOH , tetraspòricos. **Pleurocistidios y queilocistidios** de 39–70 × 9–12 μm , clavados, fusoides algunos ventricoso-rostrados, hialinos en KOH , marrón-amarillento en melzer, pared gruesa. Trama del himenio divergente, con un estrato

medio y lateral de hifas cilíndricas algo subclavadas de 6–11µm de diámetro, hialinas en KOH, verdoso a marrón en melzer. **Pileipellis** formado por un tricodermo con células terminales de 23–70 × 9–12 µm, clavados, cilíndricos, fusoides, pared gruesa, hialinos en KOH, marrón verdoso en melzer. **Stipitipellis** formado por caulocistidios de 35–45 × 7–10 µm, clavados, fusoides hialinos a marrón pálido en KOH, marrón verdoso en melzer, pared gruesa.

Hábitat. Solitario o disperso creciendo en bosque mixto de *Abies hickeli*, *Pinus sp*, *Quercus laurina*, durante los meses de junio a noviembre a una altitud de 2800–3000 m.

Material estudiado. Oaxaca, Municipio Santa Catrina Ixtepeji, La Cumbre, al este de las cabañas, Ayala-Vásquez, 7 octubre 2017, (1130-ITCV), Oaxaca, Municipio Santa Catrina Ixtepeji, La Cumbre, al este de las cabañas, Ayala-Vásquez, 8 octubre 2017, (1129-ITCV).

Nota taxonómica. *Boletus smithii* se caracteriza por presentar un píleo rojo pastel con tonos marrón, violeta grisáceo, himenóforo amarillo a amarillo-oliváceo manchándose de color azul al corte, estípites clavados, base atenuada, color dorado a rojo intenso, esporas de 11–17 × 4–6 µm, El material estudiado varía en el tamaño de las esporas por dos micras con lo reportado por Thiers, (1965) de Estados Unidos.



Figura 11. *Boletus smithii* (Ayala-Vásquez 1130-ITCV). a-c basidioma. d basidiosporas. e basidios. f-g pleurocistidios. h queilocistidios. i stipitipellis. j pileipellis. Escala= 10 mm, d-j=10 μ m.

Boletus variipes Peck, Rep. (Annual) Trustees State Mus. Nat. Hist., New York 41: 76 (1888)

Píleo de 50–100 mm de diámetro, convexo cuando joven, plano-convexo en la madurez, seco, liso a areolado en algunos especímenes, tomentoso de color marrón grisáceo (5E35C5) hacia el centro, crema-amarillento (4A5-4B5) hacia el margen, margen liso cuando joven, fimbriado en algunos especímenes. **Himenóforo** poroide, subadherido, libre en algunos especímenes, de 0.5– 1mm de diámetro, de color blanquecino cuando joven, amarillo pálido (Color) a oliváceo (30C7), se tiñen de anaranjado (color) en la madurez, tubos de 15-30 mm de longitud, de color amarillo-oliváceo (30C7) no cambia al exponerse, rellenos o cerrados cuando

jóvenes. **Contexto** de 10 –15 mm de grosor, blanco, no cambia al cortarse, olor a nuez, muy fuerte cuando seco. **Estípite** de 120–150 × 15mm en el ápice 30 mm en la base, subcilindrico a clavado, de blanquecino a color crema cuando joven, blanquecino en el ápice, anaranjado (color) a marrón (5A5-6) en la parte media y basal, cuando maduro, reticulado a todo lo largo, retículo blanquecino. Micelio blanco en la base, no se mancha al maltratarse. Esporada marrón olivacea. **Reacción química.** Al aplicarle KOH al contexto del píleo, los tubos y estípite se tornan de color café amarillento.

Basidiosporas de 10.4–17.6 × 4–6.8 µm, un promedio de 14×5.4 µm, una Q de 2.7µm, fusiformes, con ápice subagudo, con una depresión suprahilar marcada, de color amarillo verdoso en KOH, amarillo en solución Melzer, inamiloides, lisas, paredes delgadas. **Basidios** de 24–41.6 × 9.6–12.8 µm, tetraspóricos, claviformes, hialinos en KOH, con un contenido granuloso muy visible en Melzer. **Pluocistidios** de 28–38 × 8–12 µm, fusoides, mucronados-mamilados, hialinos en KOH, pálido amarillento en Melzer, paredes delgadas. **Queilocistidios** de 44.4–72 × 6.4–14.6 µm, fusoides, mamilados, ventricosos con cuellos medianos, hialino en KOH, amarillo pálido en Melzer. Trama Himenoforal; bilateral, formado por un estrato medio de hifas gelatinizadas que miden de 3–5 (-6) µm, septadas, hialinas y algunas amarillentas en KOH, hifas laterales de 9–10(11) µm, hialinas y algunas amarillentas en KOH, sin ramificar con paredes delgadas. **Pileipellis** de 130 µm de grosor, un tricodermis, formado por hifas erectas en empalizadas, dispuestas subparalelamente, simples, septadas, con las células terminales subcilíndricas con ápice redondeados a cistidioides con ápice subagudo, miden 24-96 × 5.6-12 µm, de

hialinas a amarillo pálido en KOH, algunas con incrustaciones. **Stipitipellis** de 125 μm de grosor, formado por un estrato de caulocistidios que van desde fusoides, mucronados-mamilados, ventricosos con cuello largo que llega a medir hasta $50 \times 4.8 \mu\text{m}$ y subglobosos, miden de $19.2\text{-}96 \times 8\text{-}9.6$ (13.6) μm , hialinos en KOH y amarillo pálido en Melzer; algunos **caulobasidios** de $36\text{-}40 \times 9.6\text{-}11.2 \mu\text{m}$, tetraspóricos, amarillo pálido a hialinas en KOH.

Hábitat. Solitario a disperso, creciendo en bosque mixto de coníferas, bosque de *Quercus-Pinus*, bosque de *Quercus*, Bosque mesófilo de montaña y bosque de *Pinus* durante los meses de julio a octubre.

Material estudiado. Oaxaca, Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, Ayala-Vásquez, 31 octubre 2016, (757-ITCV), Oaxaca, Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, Ayala-Vásquez, 7 julio 2016, (706-ITCV); Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, Ayala-Vásquez, 31 octubre 2016, (757-ITCV); Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, Ayala-Vásquez, 7 julio 2016, (897-ITCV); Santa Catarina Ixtepeji el Punto, Ayala-Vásquez-Victores-Aguirre, 20 agosto 2017, (1009-ITCV).

Nota taxonómica. *Boletus variipes* tiene variaciones, Smith y Thiers (1971) describe *Boletus variipes* var. *Variipes*, se caracteriza por tener un píleo marrón oscuro, superficie lisa, himenóforo blanquecino a amarillento, estípites fuertemente reticulados, de color blanco, mientras que *B. variipes* var. *fagicola* presenta un píleo marrón pálido a amarillo pálido. El material estudiado coincide con García-Jiménez (1999). La especie es comestible en varios estados de México. Aun no se define si

se trata de una misma especie o son varias especies, falta hacer la filogenia de esta especie para definir las especies de México. Se distribuye en Norteamérica y Europa.

Género *Baorangia* G. Wu & Zhu L. Yang, in Wu, Zhao, Li, Zeng, Feng, Halling & Yang, Fungal Diversity: 10.1007/s13225-015-0322-0, [2] (2015)

Características del género. Este género difiere de todos los demás géneros de Boletaceae por su himenóforo delgado, 5 veces el del contexto del píleo en la posición media del centro del píleo con tubos y poros amarillentos que se tiñen de azul al tocar, contexto amarillo claro que se tiñe de azul pálido lentamente cuando se corta. Pileipellis formado por un tricoderma. Basidioma pileado-estípitado con tubular himenóforo. **Píleo** hemisférico, convexo a plano, superficie subtomentosa, seca, generalmente incurvado en el margen cuando es joven; contexto amarillo pálido a amarillo, tiñéndose lentamente de azul pálido cuando se corta. Himenóforo decurrente relativamente delgado o cortos, color amarillo que se tiñen inmediatamente de azul claro a azul verdoso cuando se lesionan; poros angulosos, a veces casi redondos. **Estípite** liso u ocasionalmente reticulaciones en la parte superior; contexto amarillo pálido a amarillo, teñido de azul pálido. Micelio basal blanquecino a amarillo pálido. Pileipellis compuesto por un tricoderma entrelazado. Pleurocistidios y queilocistidios presentes. Basidiosporas lisas, subfusiformes a alargadas subfusiformes, de color amarillo claro a parduzco-amarillento. Fíbulas ausentes.

***Bourangia* sp.**

Figura12

Píleo de 24 mm de diámetro, ampliamente convexo a convexo, color marrón-grisáceo (5F3-5F2), superficie furfurácea. **Himenóforo** adherido, poros de 0.5 mm diámetro, circulares de color amarillo brillante(4A8), sin cambio de coloración al corte, tubos de 2mm de longitud, concoloro a los poros sin cambio de coloración.

Contexto de 4 mm de grosor, amarillo brillante, sin cambio de coloración al corte, contexto basal y media del estípite marrón (5F5-5F6). **Estípite** de 57× 17mm, clavado con la base atenuada, ápice concoloro a los poros, media y base de color marrón(5F4-5F3), superficie reticulada hasta la parte media, base furfurácea. Olor fungoide. Sabor agradable. **Reacción química.** Al aplicar NH₄OH la superficie del píleo marrón claro, contexto verde oscuro, himenóforo verde, ápice del estípite verdoso, resto negruzco. **Basidiosporas** de 4–6 (8) × 4–6(–8) μm, subglobosas a globosas, hialino a verdoso en KOH, con paredes de 0.5μm, lisas, marrón pálido en Melzer. **Basidios** de 29–40 (50) × 8–10 (12) μm, clavados, hialino a marrón en KOH, marrón-dorado en Melzer, tetràsporicos. **Pleurocistidios** de 25–36 (42) × 7–10(12) μm, ventricoso-rostrados, mucronados, amarillo pálido en KOH, marrón-amarillento en melzer, pared gruesa. **Stipitipellis** formado por caulocistidios de 47–64(83) × 7–10(12) μm, lanceolados, claviformes, lageniformes a ventricoso-rostrados, sin septos, marrón amarillento en KOH, marrón en melzer, paredes gruesas (≥1–1.5 μm), caulobasidios de 30–35× 9–12μm. **Pileipellis** formado por un tricoderma de hifas terminales 3–5× 9–10 μm, cilíndricas, lageniformes, ventricoso-rostrados, hialinos a marrón en KOH, marrón-anaranjado en melzer, pared de 1 μm.

Hábitat. Solitario. Creciendo en bosque de *Quercus* asociado a *Q. elliptica* durante el mes de octubre a una latitud 96°05'38.43''W 17°08'06.59''N, a una altitud de 2195 msnm.

Material estudiado: Oaxaca, municipio Santa María Mixistlán, paraje puuxa'am, Ayala-Vásquez, 3 octubre 2017, (1069-ITCV).

Nota taxonómica. *Bourangia* sp se distingue por el himenóforo amarillo brillante sin cambio de coloración al corte, tubos muy cortos comparado con el contexto de color amarillo brillante. Basidiosporas subglobosas a globosas con pared gruesa.

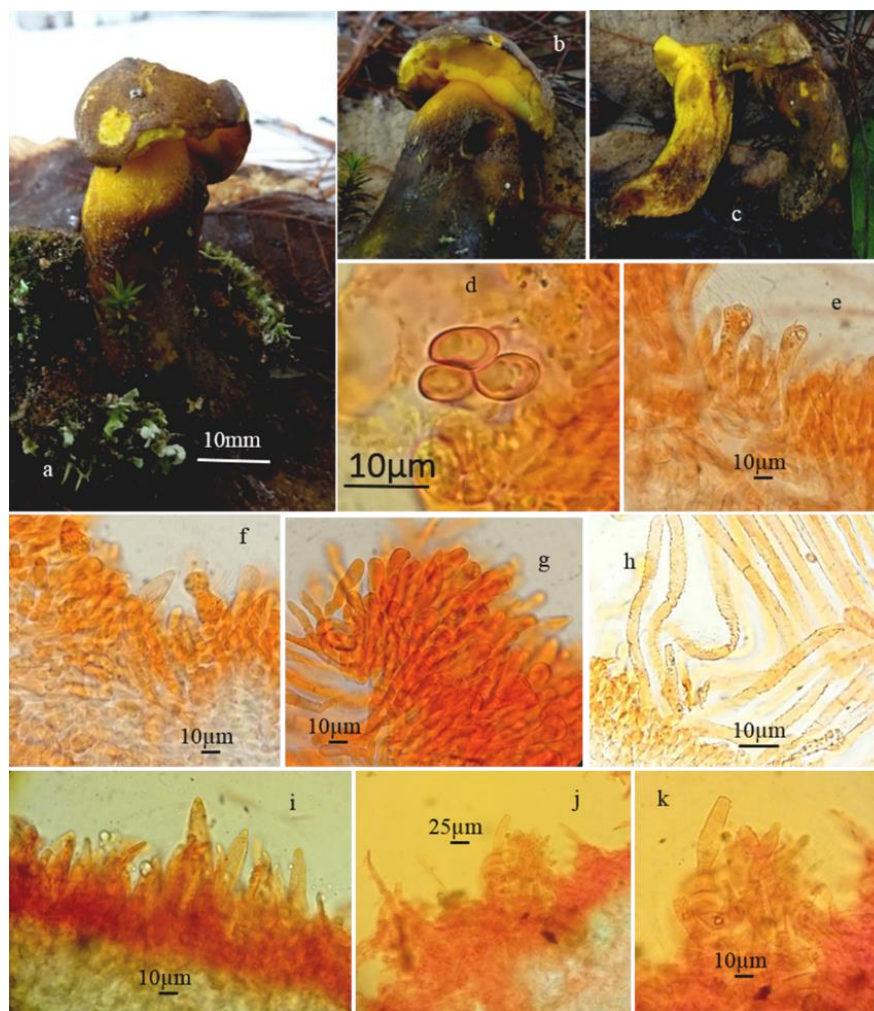


Figura 12. *Bourangia* sp (ITCV-1069). a-c basidioma. d basidiosporas. e basidios. f-g pleurocistidios. h trama himenial. Stipitipellis. j-k pileipellis. Escala, a-c=10 mm, d-k=10 μ m.

Género *Butyriboletus* D. Arora & J.L. Frank, Mycologia 106(3): 466 (2014)

El género se distingue por presentar colores rojos a rojo marrón. Basidioma pileado estípitado con himenóforo tubular. Píleo hemisférico, convexo a plano, superficie subtomentosa o glabra, de color marrón a rojo marrón, contexto de color amarillo pálido a amarillo tornándose de azul al corte. Himenóforo amarillo pálido a Amarillo oliváceo, tornándose azul al cortar. Estípite de color amarillo con tonos rojos, superficie reticulada sobre todo en el ápice, contexto basal del estípite vináceo. Basidiosporas subfusiformes, lisas de color amarillo-marrón. Pileipellis formado por un trico dermo. Fíbulas ausentes.

Butyriboletus frostii (J.L. Russell) G. Wu, Kuan Zhao & Zhu L. Yang, in Wu, Li, Zhu, Zhao, Han, Cui, Li, Xu & Yang, Fungal Diversity 81: 72 (2016)

Píleo de 30–90 mm de diámetro, convexo, convirtiéndose ampliamente convexo; superficie pegajosa o viscosa cuando está fresco, finamente furfuráceo; de color rojo brillante cuando joven a rojo oscuro de color amarillento con la edad sobre todo en el margen; el margen ligeramente apendiculado. **Himenóforo** adherido, poros circulares de 0.3– 0.5mm de diámetro de color rojo oscuro cuando joven, rojo ladrillo en la etapa madura; a menudo exuda gotas amarillentas cuando jóvenes con un sabor agrio; al tocar hematomas de color azul (23D7), con tubos de 15mm de longitud, amarillo oliváceo (30C8) al corte azul (23D7). **Contexto** de 8-12 mm de grosor de color amarillo pálido (30B3), al contacto con el aire se torna de color azul (24A3), el contexto del estípite de color amarillo-anaranjado (5A4), con borde de color rojo pálido (11A6), al contacto con el aire solo cambia de color azul (24A3) la

parte apical, el resto mantiene su color. **Estípites** de 40-80 mm de largo hasta 20 mm de espesor; superficie con una reticulación prominente en toda la longitud; rojo, algunos especímenes con zonas amarillas, al tocar se torna forma moretones azules (23D7). **Reacciones químicas.** Al aplicarle KOH se torna de color naranja a naranja grisáceo en el contexto del píleo, Himenóforo y estípites

Basidiosporas de 13–18.4× 4– 6µm, un promedio de 7.2×5 µm, una Q:2.9 µm, fusiformes, con depresión suprahilar visible de color amarillo-oliváceo en KOH, y café pálido en Melzer. **Basidios** de 27– 40×8– 12 µm, claviformes, tetraesterigmados, hialinos en KOH, amarillo pálido en solución Melzer, con contenido granuloso. **Pleurocistidios** de fusoides-ventricosos a lanceolados con ápice agudo, hialinos a café-amarillento en KOH. **Queilocistidios** de 34– 60× 7.2– 18.4 µm, fusoidesventricosos con una constricción en la parte media, cuellos largos y ápice subagudo estos miden de 39– 48× 8– 8.8 µm y algunos globosos pedunculados o del tipo esferocistos, estos miden de 18– 30× 12.8– 25 µm, hialinos y café-amarillento en KOH. Trama himenoforal bilateral, del tipo *Boletus*, formado por un estrato medio de hifas cilíndricas de 3– 4.8 (–6.4) µm, hialinas a amarillo pálido en KOH, un estrato lateral de hifas tubulosas que 3.2– 7.2 µm. **Stipitipellis** formado por caulocistidios de forma variable, claviformes que miden de 18– 29 × 10-13 µm, fusoides ventricosos, con un cuello largo algunos mucronados, de 39-129× 6.4– 17.6 µm, hialinos a amarillo pálido en KOH, paredes de 0.8 µm. **Pileipellis** formado por un tricodermis de hifas fuertemente entrelazadas, con elementos terminales subcilíndricos, fusoides o cistidiodes con ápice subagudo, de

44–80 (–86) × 3.2– 6.6(–7.2) μm, amarillo pálido en KOH, embebido en una sustancia gelatinosa, algunos con contenido granuloso, hialino en la parte media.

Hábitat. Solitario a disperso. Creciendo en mantillo de bosque mesófilo de montaña, a una altitud de 3000, durante el mes de agosto.

Material estudiado. Oaxaca, Santiago Laxopa, km 0.3 carretera a Laxopa, 1 julio 2017, Ayala-Vásquez, 1170(ITCV), Santa Catarina Ixtepeji, km 0.4 camino a las cabañas, 29 junio 2017, Ayala-Vásquez, (1169-ITCV).

Nota taxonómica. *Butyriboletus frostii* se caracteriza por presentar un basidioma de colores rojo oscuro, rojo con tonos anaranjados, himenóforo con un exsudado de color anaranjado, sabor agrio, estípites reticulados alveolados concoloro a al píleo. La especie es comestible en varios estados de México. *Butyriboletus frostii* fue descrito como *Suillellus frostii* por murrill (1909), Singer en (1947) lo describe como *Boletus frostii*, Vizzini y Gelardi (2014) lo recombinan como *Exsudoporus frostii* con el gen ITS. Wu *et al.* (2016) con multi-locus y los caracteres morfológicos del género, sinonimizan los nombres anteriores y lo describen como *Butyriboletus*. La especie se distribuye ampliamente en México y tiene importancia económica porque se comercializa en diversos mercados del centro y sureste del país. En Oaxaca a sido reportado como comestible en la Sierra Norte por Garibay-Orijel (2009).

Género *Chalciporus* Bataille, Bull. Soc. Hist. nat. Doubs 15: 39 (1908)

Características del género. El género difiere del resto de los géneros de la familia Boletaceae por presentar un basidioma pequeño, himenóforo con colores rosa, rojo a rojo a marrón. Basidiosporas lisas relativamente pequeñas. Características.

Basidioma pileado-estipitado con himenóforo tubular. **Píleo** ampliamente convexo a convexo, superficie glabra a subtomentosa, seco algunas veces subvísida. **Contexto** blanquecino a amarillo pálido sin cambio o con cambio de coloración al cortar ligeramente azul. **Himenóforo** decurrente poros y tubos concoloro, de colores rosa rojo a rojo a marrón algunas especies con cambio de coloración al mallugar. **Pileipellis** formado por un tricoderma de hifas entrelazadas. Pleurocistidios y queilocistidios fusoides, ventricosos con ápice subagudo o pico largo. **Basidiosporas** lisas subfusiformes, amarillo pálido, verde-amarillento. Sin fíbulas.

Chalciporus rubinellus (Peck) Singer

Figura 13

Píleo de 22 mm diámetro, cónico, convexo a plano convexo de color rosa en el centro del píleo cuando joven, marrón- anaranjado (5A5-5A6) en la madurez, superficie con pequeñas escamas, húmedo, margen estéril color rosa (11A5). **Himenóforo** adherido, poros circulares a irregulares de 0.3-0.5mm de diámetro de color rosa (11A5), tubos de 3mm de longitud concoloro a los poros, al corte no cambia de coloración. **Contexto** de 4mm de grosor, de color blanquecino al corte algunos tonos de color rosa pálido en el contexto de píleo, contexto de estípites se torna amarillo-anaranjado (4B7) en la zona media, base rosa con tonos marrón-anaranjado(5D5). **Estípites** de 23x 2mm cilíndrico a subclavado de color rosa en la parte media y ápice, base marrón anaranjado (5D5), superficie furfurácea a fibrilosa. **Basidiosporas** de 10–12(–13) ×4–5 µm cilíndricas, oliváceo en KOH, verde amarillento en melzer, lisas con gúttulas verdosas, sin depresión suprahilar visible, pared delgada. **Basidios** de 17–23×7–9 µm, clavados, hialinos en KOH, amarillento en melzer, tetràspóricos. **Pleurocistidios** de 30–57×5–9 µm, fusoides a

ventricosos-rostrados, pared de 1 μm de grosor, hialino a oliváceo en KOH, amarillento en melzer. **Queilocistidios** muy escasos semejantes a los pleurocistidios. **Trama himenial** bilateral con un estrato medio de hifas tubulosas y laterales que miden de 7–18 μm , hialinas a amarillentas en KOH. **Stipitipellis** formado por caulocistidios de 35 –110 $\times$ 5–13 μm , clavados, con paredes de 0.8 μm de grosor, hialinos en KOH, verde amarillento en melzer. **Pileipellis** formado por un tricoderma de hifas cilíndricas que miden 2–5 μm de diámetro, marrón-amarillento en KOH, pared gruesa.

Hábitat. Disperso creciendo en bosque de *Pinus-Quercus* durante el mes de agosto a una altitud 2088msnm.

Material estudiado. Oaxaca, San Pedro y San Pablo Ayutla, Paraje El Portillo, Ayala-Vásquez, 02 agosto 2016, 673(ITCV).

Nota taxonómica. *Chalciporus rubinellus* se caracteriza por presentar un píleo marrón-anaranjado, contexto rosa pálido al corte, esporas de 10–12(13) $\times$ 4(5) μm . García et al. (1986) describe por primera vez la especie para México del estado de Veracruz, la cual difiere por el tamaño de la basidiosporas (10)12.8–14.8 (16.5) $\times$ 3–4.5(4.8) μm , dicha descripción coincide con el material citado por Smith & Thiers (1971).

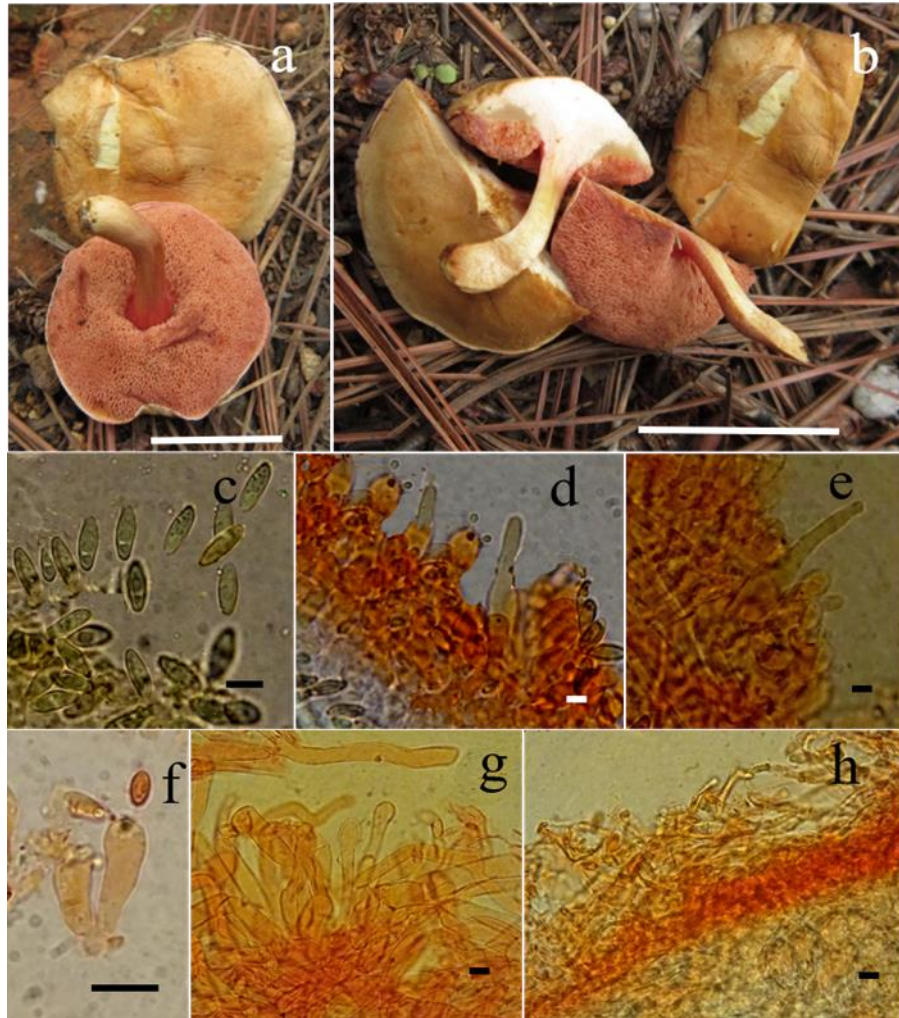


Figura 13. *Chalciaporus rubinellus* (Ayala-Vásquez 673-ITCV). a-b basidioma. c basidiosporas. d pleurocistidios. e queilocistidios. f basidios. g stipitipellis. h pileipellis. Escala a-b=10 mm, c-h=10 μ m.

***Chalciaporus* sp**

Figura 14

Píleo de 14mm de diámetro, cónico, convexo de color marrón (5D4), superficie aterciopelada, margen estéril. **Himenóforo** depreso a subadherido, poros circulares de color rosa(12A5) a rojo (12A8), tubos de 2mm de longitud concoloro a los poros, sin cambio de coloración al corte. **Contexto** de 4mm de grosor, blanquecino al contacto con el aire se torna anaranjado- marrón (5B8). **Estípite** de 28x4mm cilíndrico, superficie lisa algo fibrilosa de color rosa (12A5) a rojo (12A8).

Basidiosporas de 8– 11(12) ×3–4µm, subfusiformes a naviculadas, de color verde en KOH, amarillo-verde olivo en solución melzer, depresión suprahilar no visible.

Basidios 22–26×5–7µm, tetràsporicos, claviformes, hialinos en KOH, amarillo pàlido en Melzer. **Pleurocistidios** de 30–40 ×8–9µm, fusoide-rostrados, hialinos en KOH, amarillo pàlido en Melzer, con paredes delgadas. Trama del himenio bilateral, formado por un estrato medio de hifas centrales y laterales de 6–8 µm de diàmetro, hialino en KOH, verde pàlido en Melzer. **Stipitipellis** formado por caulocistidios de 15–77×5–8µm clavados, fusoides cilíndricos con àpice redondeado, algunos con àpice capitado, pared de 1µm de grosor. **Pileipellis** de 175–250 µm de grosor, formado por un tricoderma con células terminales cilíndricas de 3–5µm, hialinas a amarillento en KOH, amarillo en Melzer, paredes delgadas

Hàbitat. Solitario. Creciendo en bosque mixto de *Pinus-Quercus* asociado a *Pinus oocarpa* durante el mes de agosto a una altitud de msnm.

Material estudiado. Oaxaca. Santiago Zacatepec, Mixistlán de la Reforma. Paraje: jaakuubaakm, Santa María Mixistlán, 13 agosto 2016, Ayala-Vásquez, 686(ITCV).

Nota taxonómica. *Chalciporus* sp se caracteriza por presentar un basidioma pequeño de color marròn amarillento, himenóforo rojo-rosàceo, basidiosporas de 8– 11(12) ×3–4 µm, subfusiformes a naviculadas. *Chalciporus* sp. es similar a *C. rubinellus*, pero esta especie tiene el pìleo más rojizo y esporas más largas 12– 15×3–5 µm.

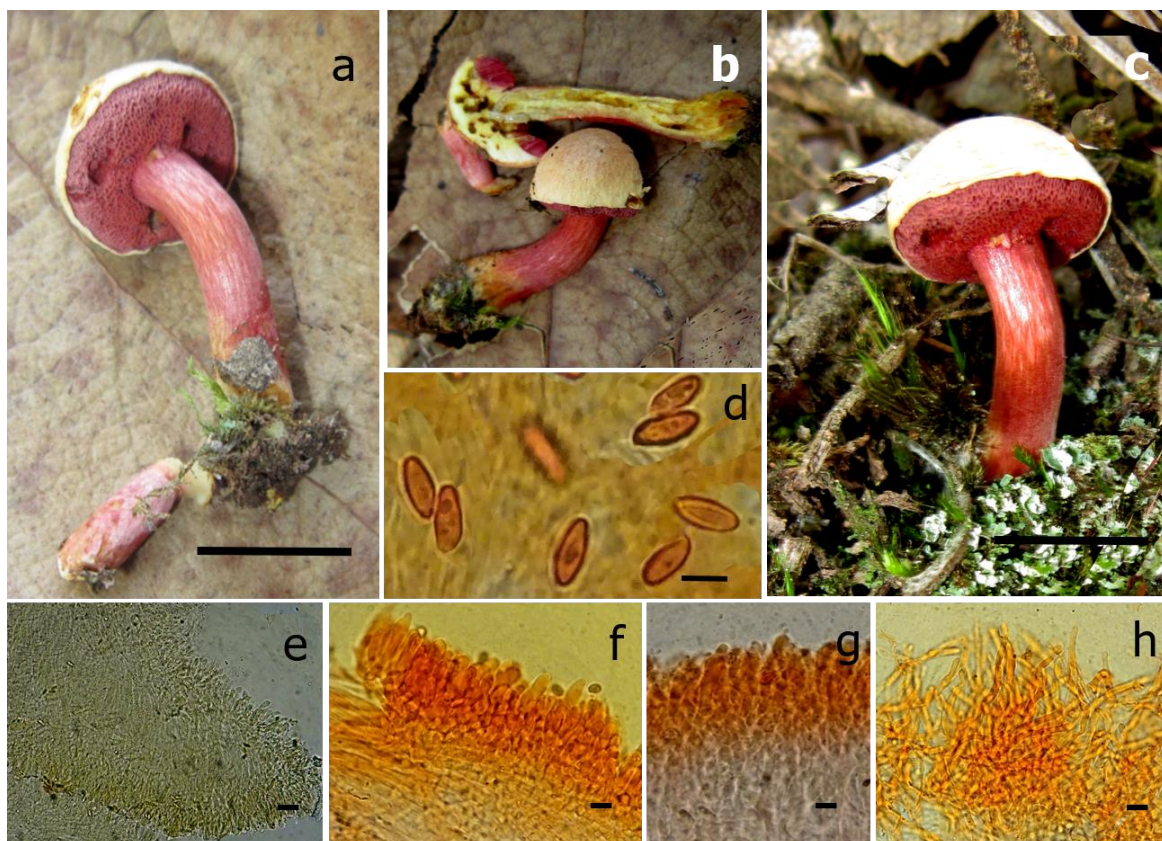


Figura 14. *Chalciporus* sp (Ayala-Vásquez, 686-ITCV). a-c basidioma. d basidiosporas. e Trama himenial divergente. f basidios y pleurocistidios. g queilocistidios. h pileipellis. Medidas a, c= 10 mm. d, f-h=10 μ m. e=25 μ m.

Erytrophylloporus Ming Zhang & T.H. Li, Mycosystema 37(9): 1111–1126 (2018)

características del género. *Erytrophylloporus* se caracteriza por presentar un basidioma pileado-estipitado con himenóforo laminar, mediano a pequeño. Píleo convexo a subhemisférico cuando joven, convexo a plano-convexo en la madurez, subdepresso cuando joven, superficie pruinoso, velutinoso, subtomentosa a tomentosa de color rojo a anaranjado-amarillento, contexto de color amarillo brillante a amarillo-anaranjado, himenóforo laminar decurrente de color anaranjado-amarillento, rojo-amarillento, estípite central a excéntrico, cilíndrico a clavado, amarillento, rojo-anaranjado, rojo-amarillento, contexto compacto, de color amarillo,

amarillo-anaranjado, con o sin cambio de coloración, al corte se mancha de color verde, azul, violeta. Basidiosporas ovoides a elipsoides a subovoides con superficie lisa, pleurocistidios y queilocistidios presentes, subcilíndricas, cónicas, fusiformes a ventricosos con ápice obtuso, pileipellis formado por u cutis, trico dermo o palisodermo.

Erythrophylloporus aurantiacus (Halling & G.M. Muell.) Raspé & Vadthanasarat, in Vadthanasarat, Amalfi, Halling, Bandala, Lumyong & Raspé, MycoKeys **55**: 52 (2019

Píleo de 22– 30 mm de diámetro, convexo, plano-convexo en la madurez, superficie furfurácea, color anaranjado-amarillo (5C8), marrón-anaranjado (6B7, 6B8), margen incurvado levemente enrollado cuando joven, margen recto en la etapa adulta.

Himenóforo laminar, decurrentes, lamélulas con margen entero, de color Amarillo-anaranjado (5A6, 5B8). **Estípite** de 32– 46×5– 10 mm, cilíndrico a subclavado, superficie floculosa a fibrilosa de color marrón-naranjado (6B7, 6B8, 7C8) con fondo amarillo, base de color amarillo (4A3, 4A5). **Contexto** de 10mm de grosor, de color amarillo no cambia de color al corte, el contexto del estípite concoloro al contexto del píleo. Micelio amarillo **Basidiosporas** de 6– 7.5 (– 8) × 4–7 µm, oblongas a ovoides, con apículo visible, verde en KOH, amarillo en solución Melzer, inamiloides.

Basidios de 45-61× 6-7- 8 µm, cilíndricos a subclaviformes, hialinos en KOH, amarillo pálido en Melzer, tetrasporicos, esterigmas de 3-5(9) ×1 µm.

Pleurocistidios de 54-80× 7-9 µm, fusoides con contenido granuloso, paredes con incrustaciones visibles en solución Melzer, hialino en KOH, amarillo pálido en Melzer. **Queilocistidios** 65-85× 7-10 µm sufusoide-rostrado, cilíndrico, con paredes de 1 µm, hialinos en KOH, amarillo pálido en solución Melzer. **Trama himenoforal**

bilateral, del tipo *Xerocomus*, formado por un estrato medio y laterales de hifas tubulosas que miden 4-6 μm de diám, hialino en KOH, amarillo pálido en Melzer. **Pileipellis** de 120-140 μm de grosor, formado por un tricodermis entrelazado paralelamente y vertical, células terminales cilíndricas, fusoides a subclaviformes, fusoides-rostrados que miden 3.2-7.2 μm de diá, hialinos en KOH, marrón-amarillento en Melzer. **Stipitipellis** formado por caulocistidios, subfusoides, cilíndricos, calvados de 32-55 $\times$ 6.4-9.6 μm , incrustaciones visibles en solución de Melzer, hialinos en KOH, amarillo dorado en Melzer

Material estudiado. Oaxaca, Zacatepec mixe, Mixistlán de la Reforma, Santa maría Mixistlán, *Pinus-Quercus*, 4 noviembre 2016, Ayala-Vásquez, (785-ITCV), Zacatepec mixe, Mixistlán de la Reforma, Santa maría Mixistlán, *Pinus-Quercus*, 13 agosto 2016, Quercus-Pinus, Ayala-Vásquez, (697-ITCV), Zacatepec Mixe, Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, *Pinus-Quercus*, 4 noviembre 2016, Ayala-Vásquez, (785-ITCV), Zacatepec mixe, Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, *Pinus-Quercus*, 13 agosto 2016, Ayala-Vásquez, (699-ITCV).

Nota taxonómica. *Erythrophylloporus aurantiacus* se caracteriza por presentar un basidioma con contexto inmutable. Basidiosporas de 6-8 $\times$ 4– 5 μm $\times$ 4–5.5 μm ovoides a elipsoides, lisas, cistidios fusoides con pared delgada. *Erythrophylloporus aurantiacus* tiene semejanzas con *E. fagicola* por el color, tamaño del basidioma, pero la segunda especie difiere por tener las basidiosporas más largas y cistidios con paredes gruesas. Se ha citado de México y Costa Rica.

Erythrophylloporus aff. fagicola

Figura 15

Píleo de 10– 60 mm de diámetro, ampliamente convexo a hemisferico cuando joven, plano-convexo levemente depreso en la madurez, amarillos (2A2), en el centro de color marrón-rojizo (8C8, 8D8, 8F8) rojo-anaranjado (6A8, 6B8) margen aserrado, superficie seca, furfurácea, subtomentoso, margen aserrado, al mallugar se torna azul-grisáceo (23F8, 24F8) posteriormente negruzco. **Himenóforo** laminar, decurrente, subdistantes de 4– 5 mm de ancho, color amarillo (4A7, 4A8) a anaranjado-rojizo (6A8, 6B8), al tocar se torna de azul-grisáceo (23F8, 24F8) posteriormente negruzco, lamélulas de anchas en el centro, borde más angostas, con venas interconectadas, con margen algo crenado. **Contexto** amarillo (3A5) a amarillo mostaza (4B7), manchándose de azul (23F8) en el contexto del estípite. **Estípite** algunos ejemplares excéntricos 15–30× 3– 7mm, cilíndricos a sunclavados, de color anaranjado-rojizo (8C8, 8D8, 8F8) anaranjado (6A8, 6B8), parte basal de color amarillo (4C8), superficie furfurácea, finamente escabroso en el ápice, al mallugar se torna azul oscuro, posteriormente negruzco. Micelio basal amarillo.

Basidiosporas de 6–10 × 3– 5 μm , un promedio de 8× 4 μm una Q de 1.9 μm , subelípticas, subalantoides algunas ovoides, hialino en KOH, amarillo a verde pálido en Melzer, con o sin depresión suprahilar visible, pared de 0.8 μm , lisa.

Basidios de 38–58× 6– 8 μm , cilíndricos a subclaviformes, hialino en KOH, amarillo pálido en Melzer, con incrustaciones de color amarillo pálido, tetrasporicos, esterigmas de 5– 8× 1–1.5 μm , con paredes delgadas. **Pleurocistidios** de 70–130 × 8– 13 μm , subcilíndricos, subfusoides con incrustaciones de 1 μm de grosor, con ápice agudo, hialino en KOH, en solución Melzer de color amarillo con incrustaciones visibles. **Queilocistidios** de 28–110× 5– 13 μm , subfusoides,

cilíndricos algunos mucronados, hialinos en KOH, amarillo en solución Melzer, pared gruesa. **Pileipellis** de 110 μm grosor, formado por un tricodermis entrelazados en forma paralela y vertical con células terminales cilíndricas a subfusoides que miden $20\text{--}78 \times 5.6\text{--}9.6 \mu\text{m}$, con paredes delgada con algunas incrustaciones de 1 μm de grosor, hialino en KOH, amarillo pálido en Melzer, con algunos septos, sin fíbulas. **Stipitipellis** 80 μm de grosor, formado por caulocistidios fusoides-claviformes, que miden: $30\text{--}44 \times 12\text{--}13.2$ hialino en KOH, amarillo pálido en Melzer.

Material estudiado. Oaxaca, Zacatepec Mixe, Mixistlán de la Reforma, Santa maría Mixistlán, *Pinus-Quercus*, 1 noviembre 2016, Ayala-Vásquez, (777-ITCV), Zacatepec mixe, Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, *Pinus-Quercus*, 13 agosto 2016, Ayala-Vásquez, (699-ITCV), Zacatepec Mixe, Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, paraje Pätmj en bosque *Quercus-Pinus*, 3 octubre 2017, Ayala-Vásquez, (1090-ITCV).

Habitat. Solitario a gregario. Creciendo en bosque de *Quercus-Pinus*, *Pinus-Quercus*, durante los meses de agosto a octubre.

Nota taxonómica. *Erytrophylloporus aff. fagicola* se caracteriza por presentar un basidioma anaranjado, contexto amarillo a amarillo-anaranjado al corte se torna azul al corte, se distingue de *E. aurantiacus* por su contexto inmutable al corte, basidiosporas más cortas miden de $6\text{--}8 \times 4\text{--}5.5 \mu\text{m}$. Se distribuye solo en México, la especie tipo fue descrita en el estado de Veracruz, en *fagus var. grandifolia*, el material descrito en este trabajo se encontró a una altitud de 1900-2200 msnm en

bosque de *Pinus-Quercus*. El material descrito en esta tesis difiere con la especie tipo descrita de Veracruz asociada a *fagus var. grandifolia*, por tener las basidiosporas más cortas y angostas ($6-10 \times 3-5 \mu\text{m}$), mientras que la especie tipo tiene basidiosporas más largas y anchas ($6.5-10.5(-11) \times 4-7(-7.5) \mu\text{m}$), el hospedero difiere y desde luego el tipo de vegetación y altitud. Para tener la certeza es necesario hacer el estudio molecular.



Figura 15. *Erytrophylloporus* aff. *fagicola*. a-b basidioma. c contexto. Escala 10 mm.

Género *Fistulinella* Henn., Bot. Jb. 30: 43 (1901)

El género *Fistulinella* pertenece a la subfamilia *Austroboletoidae*, junto con los géneros *Mucilopilus*, *Veloporphyrillus* y *Austroboletus*. Se caracteriza por presentar un píleo de color rosa, himenóforo blanquecino, rosa cuando joven, rosa-marrón en

la madurez. Basidiosporas fusoide-elongadas, lisas, dextrinoides, trama himenoforal gelatinosa, pileipellis formado por un ixotricodermo, con paredes gelatinizadas.

Fistulinella wolfeana Singer & J. García, in Singer, García & Gómez, Beih. Nova Hedwigia 102: 82 (1991)

Nota taxonómica. *Fistulinella wolfeana* se caracteriza por un píleo plano-convexo, de color rosa marrón a violeta, superficie víscida, glabra, himenóforo rosa, rojo-anaranjado al mallugar, estípite cilíndrico con base bulbosa, contexto blanquecino al corte, el contexto del píleo se torna ligeramente rosa. Basidiosporas de 10–14× 4– 5.6µm, subfusoides, cistidios ventricosos, fusoides, Pileipellis formado por un ixotricodermo con paredes gelatinizadas. *Fistulinella wolfeana* se puede confundir con algunas especies del género *Tylopilus* por el color del basidioma. Pero *Fistulinella* se distingue por la superficie del píleo víscida, el contexto se separa rápidamente de los tubos. La especie es comestible en algunas comunidades de Querétaro (Robles-García et al. 2016). Para mayor referencia en la descripción taxonómica checar a Ayala-Vásquez, (2016).

Hábitat. Solitario o disperso. Creciendo en bosque de *Quercus*, bosque mixto de *Quercus-Pinus* asociado a diversas especies de *Quercus scytophylla*, *Q. liebmanii*, *Q. elliptica* y *Quercus* sp. Es una especie endémica del Este y Sureste de México.

Material estudiado. Oaxaca, Santiago Zacatepec, Mixistlán de la Reforma. Paraje: Tsaapxnaaxkëëxm, Santa María Mixistlán, a una longitud y latitud de 96° 5′ 37.59″ N 17° 5′ 56.39″ W, 30 octubre 2016, Ayala-Vásquez, (726-ITCV).

Género *Harrya* Halling, Nuhn & Osmundson

El género *Harrya* se distingue por presentar un basidioma pileado-estipitado. Presenta un pileo de color rosa, rosa-marrón a rosa-grisáceo, himenóforo tubular blanquecino, rosa con tonos vináceos, sin cambio de coloración al mallugar, estípite subclavado, clavado, blanquecino, amarillo-marrón, rosa a anaranjado-marrón, base de color amarillo, superficie con escabrosidades algo reticulado. Basidiosporas lisas, de color rosa a rojo-marrón, dextrinoide en melzer, cistidios presentes, pileipellis formado por un tricoderma. El género cuenta con seis especies.

Harrya chromipes (Frost) Halling, Nuhn, Osmundson & Manfr. Binder [as 'chromapes'], in Halling, Nuhn, Osmundson, Fechner, Trappe, Soyong, Arora, Hibbett & Binder, Aust. Syst. Bot. 25(6): 422 (2012)

Figura 16

Píleo de 60-150 mm de diámetro convexo cuando joven, plano-convexo en la madurez, superficie seca a ligeramente pegajosa, al principio es de color rosa (13A2-13A5), con tonos de color de rojo pálido (12A3-12A5), marrón-rojizo (10D6) a rojo-grisáceo (10D510D4) en la madurez, margen recto, puede curvarse hacia arriba en la madurez. **Himenóforo** subadherido a libre, poros de 0.5-1mm de diámetro circulares a angulares, inicialmente blanquecina en la madurez de color rosa, con tubos de 8-14 mm, concoloro a los poros. **Estípite** de 40-140× 10-25 mm, superficie furfurácea con escabrosidades de color blanco al principio, posteriormente de rosa o rojizo, la parte media y basal de color amarillo. **Contexto** blanco de 10 mm de grosor, no cambia de color al corte, en la parte media y basal del estípite de color amarillo. No tiene ningún olor o sabor distinto. Esporada de color rosa-marrón.

Basidiosporas de 11-15) $\times$ 5-6 μm , con una Q de 2.5 μm , elipsoide prolado a fusiformes, de color marrón rojizo a rosa-marrón en KOH, amarillo en Melzer, inamiloide; lisas, con paredes delgadas, depresión suprahilar visible o no visible.

Basidios de 30-37(40) $\times$ 1012-(14) μm , clavado marrón rojizo a hialino en con contenido, bisporico- tetraspóricos. Pleurocistidios de 35-68 $\times$ 7-10 μm , fusoides-mucronados, con contenido, muy escasos, ápice truncado, hialino en KOH, amarillo pálido en Melzer. **Queilocistidios** de 27-36 $\times$ 7-12 μm , fusoide-ventricosos, algunos rostrados, hialino en KOH, amarillo pálido en Melzer. **Trama himenoforal**; bilateral, formado por hifas tubulosas centrales, gelatinizadas, que miden 2.4-4.8 μm , hifas laterales cilíndricas con ápice fusoide de 6.4-11.2 μm bifurcadas, algunas con paredes, hialinas en KOH, amarillo pálido en Melzer. **Pileipellis** 80-109 μm de grosor, formado por un tricodermis fuertemente entrelazado, con células terminales fusoides -ventricosos, marrón- amarillento en KOH, marrón-anaranjado en Melzer; miden 27-64 $\times$ 5.6-11 μm , algunos con terminaciones meruliodes. **Stipitipellis** de 76-90 μm de grosor, formado por caulocistidios fusoidesrostrados, ventricosos, de 20- 60 $\times$ 6-11 μm , hialino en KOH, marrón en solución Melzer

Hábitat. Creciendo en bosque mesófilo de montaña, bosque de *Quercus*, bosque mixto de coníferas, durante los meses de julio a noviembre.

Material estudiado. Oaxaca, Zacatepec Mixe, Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, Paraje Yuukaam, 30 octubre 2016, Ayala-Vásquez, (723-ITCV),, Zacatepec Mixe, Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, Paraje Yuukaam, 31 octubre 2016, Ayala-Vásquez, (741-ITCV), Zacatepec Mixe, Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, Paraje Ja'aguuba'akm, 3 noviembre 2016, Ayala-

Vásquez, (783-ITCV), Zacatepec Mixe, Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, Paraje Mo'ontsa'am , 3 noviembre 2016, Ayala-Vásquez, (784-ITCV), Zacatepec Mixe, Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, Paraje Yuukaam, 27 julio 2017, Ayala-Vásquez, (912-ITCV), Zacatepec Mixe, Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, Paraje Yuukaam, 5 agosto 2017, Ayala-Vásquez, (986-ITCV), Zacatepec Mixe, Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, Paraje Yuukaam, 5 agosto 2017, Ayala-Vásquez, (987-ITCV), Zacatepec Mixe, Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, Paraje Yuukaam, 21 septiembre 2017, Ayala-Vásquez, (1060-ITCV), Zacatepec Mixe, Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, Paraje Yuukaam, 26 septiembre 2017, Ayala-Vásquez, (1062-ITCV).

Nota taxonómica. *Harrya chomipes* se caracteriza por un píleo rosa a rosa-márron, superficie subtomentosa, himenóforo blanquecino a rosa, poros circulares, sin cambio de coloración al mallugar, contexto blanquecino sin cambio de coloración al corte, estípite clavado a subclavado, con escabrosidades blanquecinas a rosa, base de color amarillo. Basidiosporas elipsoides, lisas. *Harrya chromipes* difiere de *H. atriceps* porque la segunda especie tiene el píleo de color gris oscuro, negruzco a marrón-grisáceo, estípite subclavado, blanquecino, grisáceo, base anaranjado-márron, amarillo-marrón. Hasta el momento *H. atriceps* solo a sido citado de Costa Rica asociado *Quercus copeyensis* y *Q. seemannii*.



Figura 16. *Harrya chromipes*. a-d basidioma. Escala 10 mm

Género *Hortiboletus* Simonini, Vizzini & Gelardi, in Vizzini, Index Fungorum 244: 1 (2015)

El género se caracteriza por presentar un basidioma pileado estípitado con Himenóforo tubular, píleo hemisférico, convexo, a plano, superficie seca a subtomentosa, glabro rimoso algunos algo rugosos cuando jóvenes, usualmente de color rojo vináceo. Himenóforo adnado, sinuado o ligeramente decurrente, de color amarillo a amarillo-oliváceo cuando joven, ocráceo en la madurez, al mallugar se torna azul, poros angulares. Contexto blanquecino, crema a amarillento al corte se mancha de azul u otro color. Estípite de color amarillo, marrón, marrón pálido,

marrón amarillento, rojo marrón, con tintes purpuras, superficie longitudinalmente estriada, contexto basal de color rojo a rojo marrón, el resto blanquecino a amarillo, tornándose de color azul al corte. Basidiosporas lisas de color amarillo-marrón. Pleurocistidios y queilocistidios clavados a ventricosos, pared gruesa. Pileipellis formado por un tricoderma en palizada, hifas con un arreglo vertical de células terminales cilíndricas cortas. Fíbulas ausentes.

Hortiboletus sp

Figura 17

Píleo de 37–45 mm de diámetro, ampliamente convexo a plano-convexo de color rojo oscuro (10B8-10C8), con una cubierta blanquecina cuando joven, rojo-amarillento (8A8, 8B8) en la madurez con tonos marrón-rojizo (8F6), con una cubierta amarillenta(4A8) a anaranjado-marrón (7C8), superficie furfurácea, margen entero. **Himenóforo** libre a subadherido, poros de 0.3–0.5 mm de diámetro, color amarillo (3A8), no se mancha al corte, tubos de 5–8mm de longitud, sin cambio de coloración al corte. **Contexto** de 5–8 mm de grosor, blanquecino a amarillento, no cambia de coloración al corte. **Estípite** de 40–70×7–11 mm, claviforme de color rosa (11A5) a rojo (11A6), superficie furfurácea, base blanquecina. Micelio basal blanquecino. Solitario a disperso. **Reacción química.** Al aplicar NH₄OH en la superficie del píleo y estípite anaranjado (5A6), poros de color verde, tubos de color marrón pálido, contexto amarillo pálido (3A2). Al aplicar KOH píleo color marrón-verdoso, estípite amarillo, himenóforo negativo, contexto gris pálido.

Basidiosporas de 11–14(15) ×4–5 µm, (n=41, nL=13.3, nA=4.7, Q=2.8) liso, fusiforme de color amarillo en KOH, marrón-amarillento en melzer con o sin depresión suprahilar. **Basidios** de 26–36×8–12 µm, clavados, hialinos en KOH,

amarillo en melzer, tetràsporicos. **Pleurocistidios** y queilocistidios de 40–65×4–5µm, fusoides, fusoide-ventricosos, mucronados hialinos a amarillento en KOH, marrón en melzer, pared gruesa. **Trama himenoforal** divergente con un estado medio y lateral de hifas cilíndricas a tubulosas que miden de 2–10 µm, hialinas algo amarillentas en KOH, marrón-amarillento en melzer. **Pileipellis** formado por un tricoderma con hifas postradas de 5–8µm de diámetro, color amarillo en KOH, marrón pálido en melzer. **Stipitipellis** formado por caulocistidios de 21–65×10–23 µm, piriformes, algunos mamilados, ventricoso-rostrados, hialinos a amarillo en KOH, marrón en melzer, pared gruesa; caulobasidios de 22–35×10–12 µm.

Hábitat. Solitario a disperso. Creciendo en bosque de *Quercus* asociado a *Q. scytophylla*, durante el mes de octubre, noviembre a una altitud de 1915 a 1984 m.

Material estudiado. Oaxaca, Zacatepec, Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, Ayala-Vásquez, 4 noviembre 2016, (795-ITCV), Zacatepec, Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, Ayala-Vásquez, 4 octubre 2017, (1091-ITCV), Zacatepec, Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, Ayala-Vásquez, 4 octubre 2017, (1092-ITCV).

Nota taxonómica. *Hortiboletus* sp se caracteriza por presentar un basidioma mediano de 37-45 mm, píleo de color rojo vináceo a amarillo rojizo, contexto blanquecino a amarillento sin cambio de coloración al corte, tiene características muy semejantes a *Hortiboletus rubellus*, difieren por el tamaño de las esporas, y la primera tienen esporas de 11-13(15) ×4-5 µm, mientras que *H. rubellus* miden 10-13 ×4.5-5 µm.

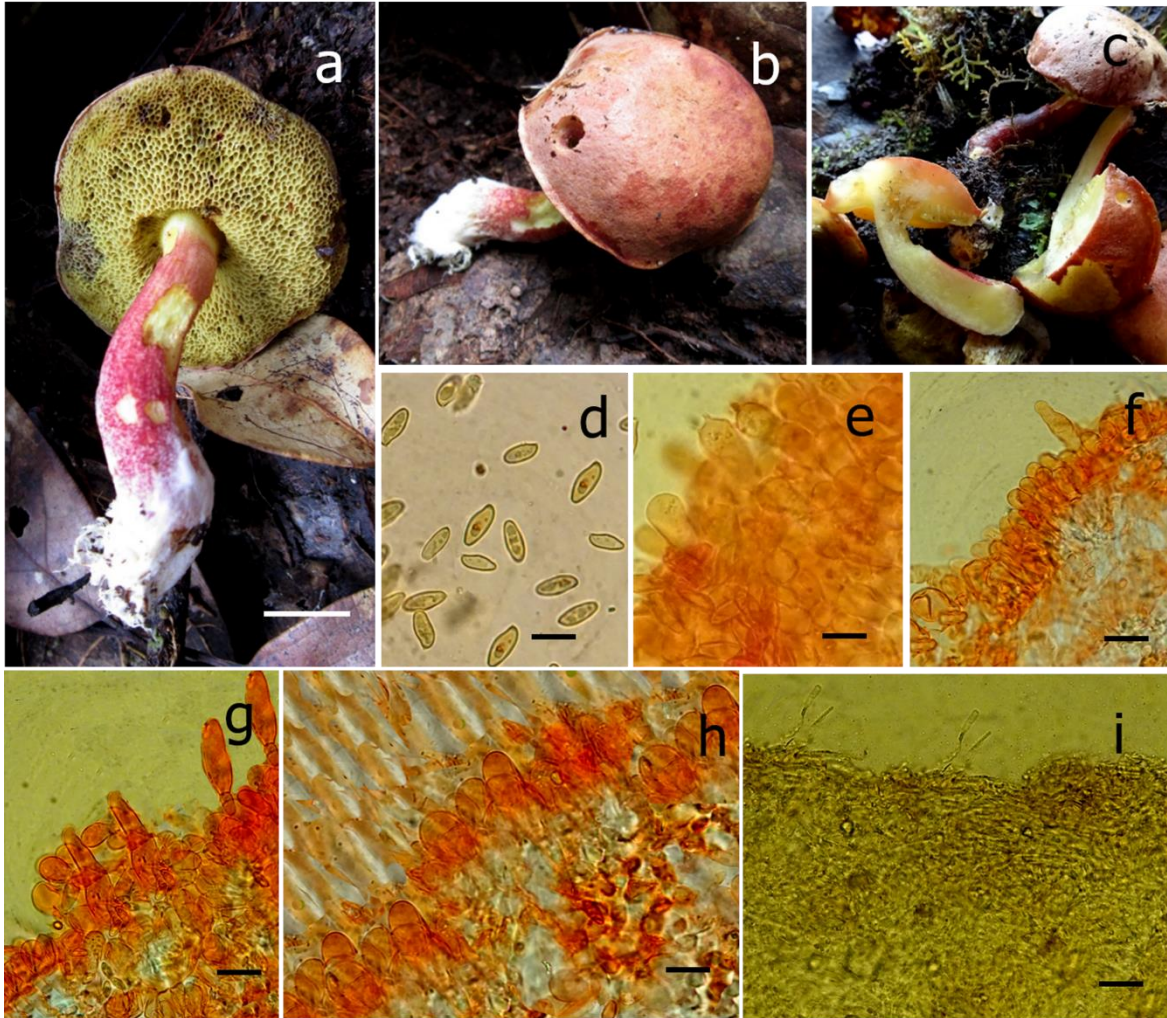


Figura 17. *Hortiboletus* sp a-c Basidioma. d Basidiosporas. e Basidios. f Pleurocistidios. g queilocistidios. h stipitipellis. i pileipellis. medidas: a= 10 mm, d-h=10 μ m, i=25 μ m.

Género *Imleria* Vizzini, Index Fungorum **147**: 1 (2014)

El género se caracteriza por presentar un basidioma pileado-estípitados, píleo de color marrón-rojizo, marrón-castaño, marrón-oscuro a marrón pálido, superficie tomentosa, seca cuando joven, lisa y suave en la madurez, viscosa cuando llueve. Himenóforo con poros compuestos, angular, blanquecino, amarillo limón, tubos largos concoloro a los poros, al mallugar se torna azul. Estípite central concoloro al píleo, superficie floculosa o fibrílosa-estriada. Contexto del píleo y estípite blanquecino amarillo limón, tornándose azul al corte. Pileipellis compuesto por un

ixotricodermo de hifas cilíndricas con incrustaciones, embebido en una sustancia gelatinosa de color amarillo. Trama himenoforal del tipo *Boletus*. Fíbulas ausentes.

Imleria badia (Fr.) Vizzini, Index Fungorum 147: 1 (2014)

Figura18

Píleo de 36–70 mm de diámetro, convexo a plano-convexo, color magenta grisáceo (13D3, 13E3) a marrón-grisáceo (9D3-9E3, 10E3) con tonos marrón (7D7-7E7) en la madurez, superficie víscida y más en tiempos de lluvia, ligeramente furfurácea a lisa, margen incurvado, estéril. **Himenóforo** adherido, poros pequeños de 0.3mm, circulares, amarillo pálido a amarillo cera, al mallugar se torna azul-grisáceo (21E7), tubos de 7mm, concoloro a los poros, al corte se mancha azul-grisáceo (21E7). **Estípite** de 40×4–5 µm, blanquecino a amarillento, superficie lineada, base tomentosa. Micelio blanco.

Basidiosporas de (9–)11–16(17) ×4–5 µm, (Q=3.3, Lm=14.2, Am=4.2, n=35) lisas, cilíndricas a baciliformes, hialinos a oliváceos en KOH, con o sin depresión suprahilar. **Basidios** de 19–30× (8)10–14 µm, cilíndricos, hialinos en KOH, biesterigmados a tetraspóricos. **Pleurocistidios** de 56–57×13–17 µm, ventricoso-rostrados, hialinos en KOH, pared gruesa(1µm), muy escasos. **Queilocistidios** de (20)27–37× (8) 10–14µm, mucronados, fusoides, clavados a ventricosos, mamilados, pared gruesa, hialinos en KOH. **Pileipellis** de 350–400 µm de grosor, formado por un ixotricodermo de µm diámetro, paredes gelatinizadas con contenido visible en KOH. **Stipitipellis** formado por caulobasidios de 31-64 (84) ×8-10 µm, fusoides, clavados, ventricoso-rostrados, hialinos en KOH, pared gruesa (≤ 1). Caulobasidios de 39–48× 7–8 µm, clavados, hialinos con contenido visible en KOH.

Hábitat. Disperso a solitario. Creciendo en bosque mixto (*Abies hickellii*, *Pinus pseudostrobus*, *Quercus laurina*, *Quercus* sp), asociado a *Abies guatemalensis* durante agosto-octubre.

Material revisado. Oaxaca, Santa Catarina Ixtepeji, La Cumbre, paraje Cabeza de Vaca, Ayala-Vásquez, 21 agosto 2017, (1005-ITCV), Santa Catarina Ixtepeji, La Cumbre, paraje Cabeza de Vaca, Ayala-Vásquez, 8 octubre 2017, (1133-ITCV), Santa Catarina Ixtepeji, La Cumbre, paraje Cabeza de Vaca, Ayala-Vásquez, 8 octubre 2017, (1165-ITCV).

Nota taxonómica. *Imleria badia* se caracteriza por presentar un píleo de color magenta grisáceo cuando joven, marrón en la madurez, superficie muy víscida cuando llueve, himenóforo amarillo pálido a amarillo oliváceo en la madurez. *Imleria badia* variaciones en los colores del basidioma, los materiales descritos de Europa tienen colores marrón amarillento marrón pálido a marrón oscuro en la madurez, el material descrito en este trabajo tiene el estípite blanquecino a crema en la madurez con tonos marrón anaranjado.

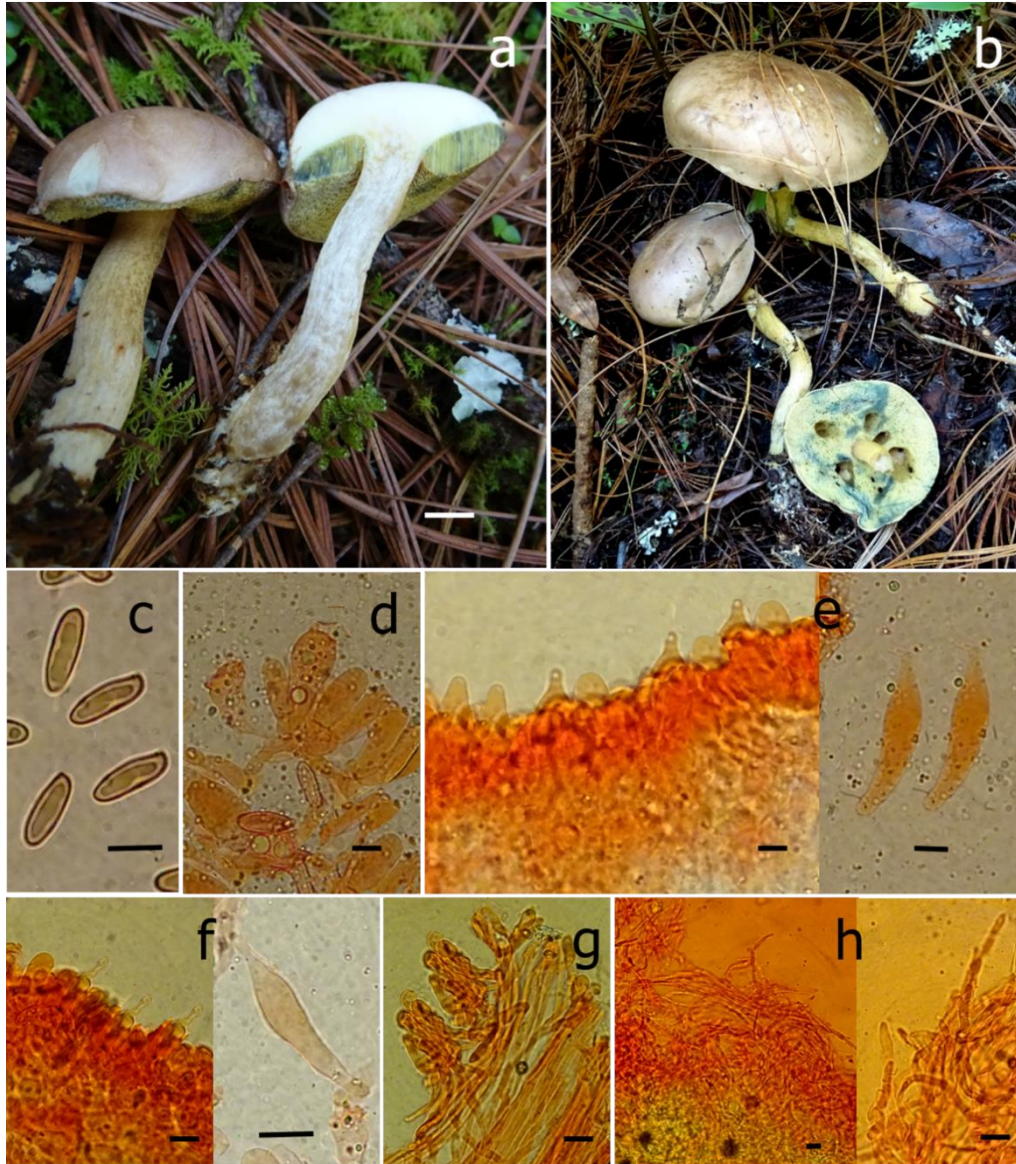


Figura 18. *Imleria badia*. a-b basidioma (Ayala-Vásquez 1005-ITCV). c basidiosporas. d basidios. e pleurocistidios. f queilocistidios. g stipitipellis. h pileipellis. medidas, a=10 mm. c-g= 10µm, h=25 µm y 10 µm.

Género *Leccinum* Gray, *Nat. Arr. Brit. Pl.* (London) 1: 646 (1821)

El género se caracteriza por presentar un basidioma pileado-estipitado, píleo hemisférico, convexo a plano, glabro, fibriloso, granuloso, tomentoso, rimoso, seco, rimoso-areolado, algunas veces subvísida, con margen generalmente estéril membranoso proyectándose; contexto siempre se torna de color marrón, rosa, rojo y ocasionalmente azul. Himenóforo adherido, depreso y libre, trama bilateral del

subtipo *Boletus*, blanquecino, amarillento, al corte o al mallugar amarillo, marrón, vináceo o negruzco, tubos largos en comparación con el grosor del contexto. Estípites central, relativamente delgado al ápice, de consistencia más fibrosa que el píleo, no bulboso o ventricoso, con ornamentación escabrosa, furfurácea o escamosa con fondo pálido. Basidiosporas lisas, subfusiformes, marrón-oliváceo, pleurocistidios y queilocistidios fusoide-ventricosos, Pileipellis formado por un subcutis o tricoderma raramente un ixosubcutis. Fíbulas ausentes.

Leccinum insigne A.H. Sm., Thiers & Watling, *Michigan Bot.* **5**: 160 (1966)

Figura19

Píleo de 111 mm de diámetro, convexo, color marrón-canela(6D5-6D8), superficie seca, areolado a rivuloso, margen apendiculado. **Himenóforo** adherido poros circulares de 0.5-1 mm de diámetro, blanquecino a blanco sucio cuando joven, oliváceo en la madurez al tocar marrón- anaranjado (5A4), tubos de 12 mm de longitud, concoloro a los poros, al corte se mancha de color gris-violeta(16F3), posteriormente gris (20F5) con algunos tonos vináceos (10E5), después de unas horas tonos verdosos (26E8), contexto del estípites blanquecino al corte azul (24C5) a gris (20D5-20F5). **Estípites** de 90×35mm, clavado, base atenuada concoloro al píleo, ápice blanco, base (9E8), superficie escabrosa, al tocar la base se torna azul(22B6). **Micelio** blanquecino. **Olor** fungoide. **Sabor** insípido. Al aplicar KOH en la superficie del píleo, contexto, himenóforo y estípites marrón (5F4).

Basidiosporas de (13)15–19×5–6 μm, fusiformes, oliváceas en KOH, lisa, gutuladas, pared delgada. Basidios de 27–37×10–12 μm, clavados. **Pleurocistidios**

no encontrados. **Queilocistidios** de 22–38×6–10µm, ventricoso-rostrados, fusoides-mucronados, hialinos en KOH, amarillo dorado en melzer pared gruesa (≥ 1 µm). **Pileipellis** formado por un tricoderma con células terminales de 27–66×6–9 µm, cilíndricas a subclavadas, algunas subfusiformes, pared gruesa (≥ 1 µm), hialinos a marrón-amarillentos en KOH. **Stipitipellis** formado por caulocistidios de 35– 67×10–12 µm, ventricoso-rostrados, fusoides, clavados con pared gruesa, hialinos a marrón-amarillentos en KOH. Caulobasidios de 24– 30 × 8– 10 µm, bispóricos a tetrasporicos.

Hábitat. Disperso o solitario, creciendo en bosque *Quercus*, asociado a *Arbutus jalapensis*, durante los meses de julio a octubre, a una altitud de 2732 m, 17°10'26.30" 96°36'16.44".

Material estudiado. Oaxaca, Santa Catarina Ixtepeji, km 2.5 carretera rumbo a las cabañas, Ayala-Vásquez, 1 julio 2017, (854-ITCV), Santa Catarina Ixtepeji, enfrente de las oficinas de las Cabañas, Ayala-Vásquez, 8 octubre 2017, 1131(ITCV), Santa Catarina Ixtepeji, enfrente de las oficinas de las Cabañas, Ayala-Vásquez, 7 octubre 2017, (1014-ITCV).

Nota taxonómica. *Leccinum insigne* se caracteriza por un píleo fibriloso, areolado en la madurez, Himenóforo blanquecino cuando joven, marrón-oliváceo en la madurez, contexto blanquecino al corte se mancha, vináceo, violeta, base del estípite con algunos tonos azul. Esporas de (13)15-19×5-6µm, fusoides. El material estudiado coincide con lo descrito por Thiers 1971 de la Sierra Nevada de EUA.



Figura 19. *Leccinum insigne*. a-c Basidioma (854-ITCV). d Basidiosporas. e basidios. f Queilocistidios. g stipitipellis. h-i Pileipellis. Escala b=10mm. d-g, i=10µm, h=25 µm.

Leccinum* aff. *manzanite

Figura 20

Píleo de 52–96 mm de diámetro, convexo a plano-convexo a plano-convexo de color anaranjado-rojizo (7A8-7B8) a anaranjado-marrón (7C8), superficie húmeda algo víscida, margen ligeramente apendiculado. **Himenóforo** adherido, poros de 0.3-1mm de diámetro, blanquecino, al tocar se oxida de color amarillo pálido(3A8) a anaranjado pálido (5A4), tubos de 9–15 mm de longitud, concoloro a los poros, al

corte se torna marrón pálido (6A2) se desprende fácilmente del contexto. **Contexto** de 12–14 mm de grosor, blanquecino, al corte se mancha de color violeta-grisáceo (14E5-14E6) cuando joven, azul (21B8-21B7) a azul-grisáceo (21B6) en la madurez, contexto del estípite en la zona apical y media concoloro al contexto del píleo, base marrón verdoso, con tonos azules en los bordes. **Estípite** de 60–70×19–24 mm, claviforme, con la base atenuada, de color blanquecino cuando joven, en la madurez escabrosidades concoloro a píleo, superficie con escabrosidades longitudinales al mallugar se torna azul (21B8-21B7) con tonos verde pálido (28D8). Micelio blanco, al mallugar azul (21B8-21B7). Olor fungoide. Sabor agradable. Reacción Química. Al aplicar NH₄OH la superficie del píleo negativo, himenóforo rojo (), contexto y estípite verde limón a verde olivo(30F4).

Basidiosporas de (15)16–19 (–20) ×4–5(6) µm, fusiformes hialinos a marrón pálido en KOH, amarillo-marrón en melzer, pared delgada. **Basidios** de 19–19 (–20) × 4–5(6) µm, clavados, bispóricos a tetrasporicos, hialinos en KOH, amarillo-marrón en melzer. **Pleurocistidios** de 25–35 ×7–10 µm, fusoides a rostrados, hialinos en KOH, pared delgada. **Queilocistidios** de 35–39 ×11–14 µm, ventricoso-rostrados, hialinos en KOH, amarillento en melzer, con pared gruesa (≥1–1.5µm). **Pileipellis** formado por un tricoderma con hifas terminales cilíndricas de 4–6 µm de diámetro, hialinas a amarillentas en KOH, dorado en melzer con paredes delgadas. **Stipitipellis** formado por caulocistidios de 22–60 ×7–20 µm, clavados, napiformes a mamilados, hialinos en KOH, marrón-amarillento en melzer, pared gruesa (≥1–1.5 µm).

Hábitat. Solitario. Creciendo en bosque mesófilo de montaña, de septiembre a octubre a una altitud 2600m a 2697m.

Material estudiado: Oaxaca. Distrito: Santiago Zacatepec mixe, Santa María Tlahuitoltepec, Paraje: mojonera con Mixistlán, Santa María Yacochi, 17°09'34.36"N 96°03'58.93", 31 octubre 2016, Ayala-Vásquez, (748-ITCV).

Nota taxonómica. *Leccinum* aff *manzanitae* se caracteriza por presentar un píleo de anaranjado-rojizo a anaranjado-marrón, superficie húmeda algo viscosa, margen ligeramente apendiculado, contexto blanquecino al corte se mancha de color gris-violáceo en contexto del píleo y ápice del contexto del estípite zona media marrón verdoso, base azul. La especie estudiada coincide con las características de Thiers (1971), con algunas diferencias microscópicas como el tamaño de las basidiosporas.

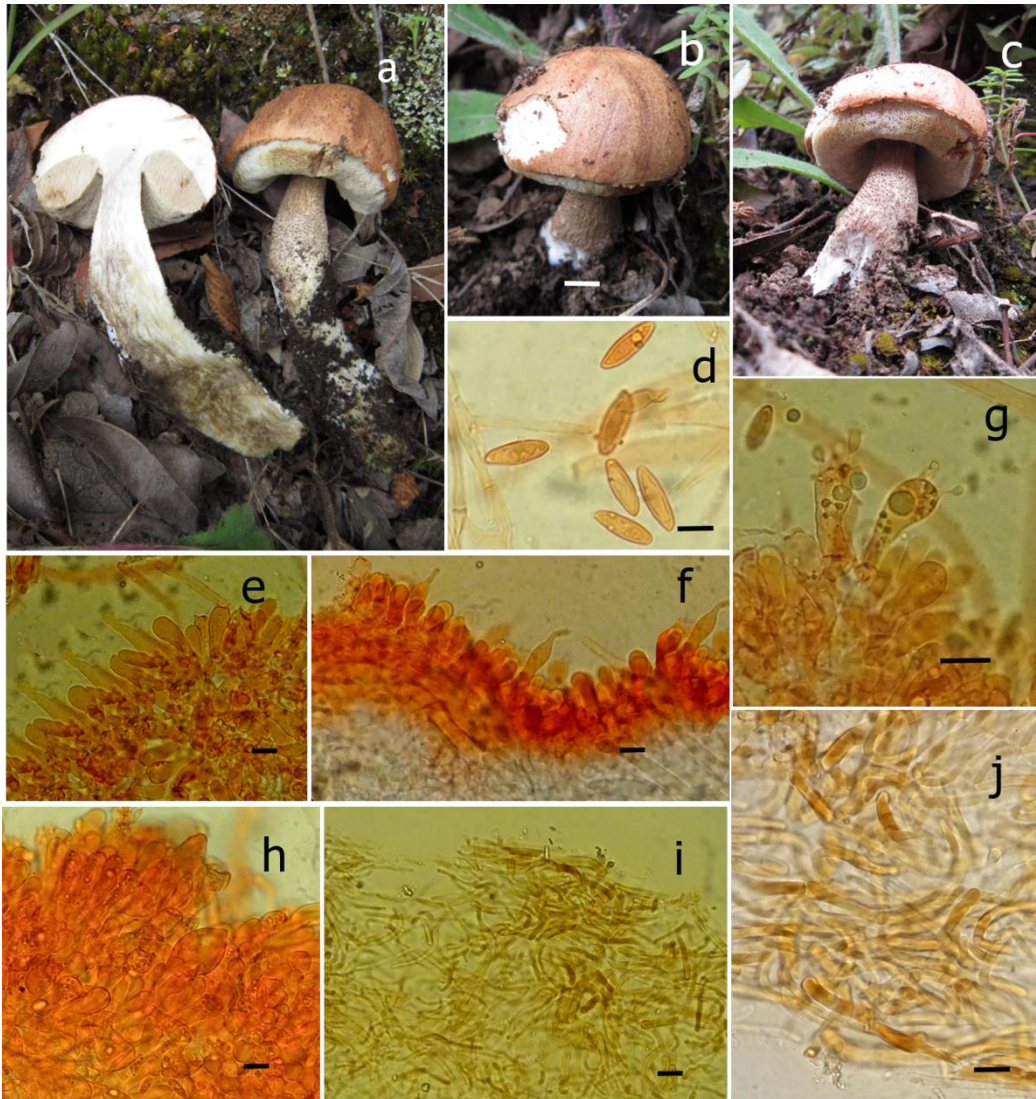


Figura 20. *Leccinum* aff *manzanitae*. a-c basidioma (Ayala-Vásquez 748-ITCV). d basidiosporas. e pleurocistidios. f queilocistidios. g basidios. h stipitipellis. i-j pileipellis. Escala b=10mm, de-h, j=10 µm, i=25 µm.

Leccinum rugosiceps (Peck) Singer, Mycologia 37(6): 799 (1945) Figura 21

Píleo de 40-105mm de dm, convexo a plano-convexo en la madurez, superficie, fuertemente rugulosa en el centro y liso a furfuráceo en las orillas, color marrón oscuro (7F8) a marrón pálido (5D6-5E6) en los bordes, , borde entero, margen recto

Himenóforo poroide, depreso, poros circulares de 0.5-1mm de diámetro de color amarillo (4C6) en estado juvenil, en estado maduro de amarillo-oliváceo, grisáceo

(4C6), tubos de 18mm de longitud, de color amarillo pálido (1A4), al contacto con el aire se torna de cafégrisáceo (7E3). **Contexto** blanco de 13 mm de grosor al contacto con el aire se torna de color marrón-amarillento (5D7) a rojo vináceo, en la parte donde se une el contexto con el himenóforo algunos tonos gris-negruzco el contexto del estípite es blanco, al contacto con el aire se torna de, marrón-amarillento (5D7, 5E4) gris-marrón (6E2) en la madurez. **Estípite** de 60-95 ×13-20 mm, subclavado, superficie furfurácea con escabrosidades marrón pálido (5D6) cuando joven, marrón-grisáceo (6E5) en la madurez. Micelio blanco. **Reacciones químicas.** Al aplicarle KOH al contexto del píleo toma un color marrón oscuro (5F8); posteriormente gris azuláceo (18A2), el himenóforo de color marrón (5E7), y el estípite de amarillo (5A4).

Basidiosporas de 10.4-20.8×4-5.6 µm, un promedio de 15.1× 4.8 µm con una Q 2.8 µm, elipsoide-fusoides a subfusoides, de color marrón-canela en KOH, verde oliváceo en solución Melzer, inamiloides, depresión suprahilar visible. **Basidios** de 24-36×8.8-14.4 µm, claviformes con contenido, tetraspóricos, hialino en KOH. **Pleurocistidios** de 38-56×8-9.6 µm, fusoide-ventricosos, lageniformes, con cuello 20× 4 µm con contenido visible en solución Melzer, hialino en KOH, amarillo en Melzer, con paredes delgadas. **Queilocistidios** con las mismas medidas y forma que los pleurocistidios. Trama himenial divergente, formado por un estrato medio hifas tubulosas, de 4-6.4 µm, un estrato lateral de hifas tubulosas de 7.2-12 µm, hialino a amarillo pálido en KOH, marrón pálido en solución Melzer, paredes delgadas, con septos. **Pileipellis** de 114 µm de grosor, formado por una dermis de células subelongados a subisodiametricos que miden 16-28×6-14.6 µm, marrón-

amarillento en KOH, marrón- rojizo en solución Melzer, paredes delgadas, lisas, no gelatinizadas. **Stipitipellis** de 80-85 μm de grosor, hifas orientadas verticalmente, paralelo, formado por racimos de caulocistidios de 48-56 $\times$ 8-14.6 μm , claviformes, fusoide-ventricosos a lageniformes, con contenidos marrón, hialino a amarillo pálido en KOH, marrón-rojizo en solución Melzer, paredes delgadas, con algunos caulobasidios del mismo tamaño que los himeniales, tetraspóricos, hialinos en KOH, marrón en Melzer.

Hábitat. Solitario a disperso. Creciendo en bosque de *Quercus*, *Pinus-Quercus*, *Quercus-Pinus*, bosque mesófilo de montaña y bosque mixto de coníferas, julio a octubre a una altitud 1500 a 2900 m.

Material estudiado: Oaxaca. Distrito: Santiago Zacatepec mixe, Mixistlán de la Reforma Santa María Mixistlán, 17°09'45.26"96°03'10.15", 5 agosto 2017, Ayala-Vásquez, (990-ITCV), Mixistlán de la Reforma Santa María Mixistlán, 17°09'17.63"96°04'40.85", 22 julio 2017, Ayala-Vásquez, (894-ITCV), Mixistlán de la Reforma Santa María Mixistlán, 17°09'17.63"96°05'40.85", 24 julio 2017, Ayala-Vásquez, (871-ITCV), Mixistlán de la Reforma Santa María Mixistlán, 17°09'17.63"96°05'26.3", 24 julio 2017, Ayala-Vásquez, (872-ITCV)

Nota taxonómica. *Leccinum rugosiceps* se caracteriza por presentar un píleo con superficie rugulosa, color marrón oscuro a marrón pálido, himenóforo de color amarillo cuando joven, amarillo-oliváceo en la madurez al mallugar se torna marrón-grisáceo, contexto blanquecino al corte se torna rojo-vináceo, con tonos marrón-amarillento, jamás de color azul. Basidiosporas de 10.4-20.8 $\times$ 4-5.6 μm , elipsoide-

fusoides a subfusoides, de color marrón-canela en KOH, verde oliváceo en solución Melzer, inamiloides, depresión suprahilar visible, cistidios fusoides-ventricosos algunos lageniformes. Es una especie común en México, comestible sobre todo en estado juvenil, ya que en la madurez el estípite es coriáceo al cocinar.



Figura 21. *Leccinum rugosiceps* (990-ITCV). a-d basidiomas. Escala 10 mm.

Leccinum talamancae Halling, L.D. Gómez & Lannoy, in Halling, Kew Bull. 54(3): 750 (1999) Figura 22

Píleo de 60-85 mm de diámetro, convexo-plano convexo en la madurez, superficie areolado- ruguloso de color marrón, cocoa (5E4, 5D3, 6E4), fondo de color blanco,

margen levemente apendiculado en la etapa adulta de color marrón oscuro (6F4). **Himenóforo**; poroide, adnado o depreso, poros circulares a irregulares de 0.5- 0.8, de color blanco amarillento al corte se torna de color marrón (7E8) rojo-amarillento (8A6), tubos de 8-10 mm de concoloro a los poros. **Contexto** de color blanco de 10-12mm de grosor, al corte se torna de color vináceo, marrón- rojizo (8A7, 8D7, 9A4), el contexto del estípite sólido, esponjoso de color blanco, al contacto con el aire se torna marrón-rojizo (8A4) en la parte apical, de azul verdoso (22B5, 24B4) en los bordes de la parte media y basal; en la parte media marrón-amarillento (5A3, 5B3). **Estípite** de 70-90×10 mm, subclavado, superficie finamente escabroso y finalmente algo pruinoso las pequeñas escabrosidades de manera longitudinal o acanalado en la etapa juvenil de color blanco, posteriormente de color marrón-grisáceo (6F4, 6F3), conservando el color blanco en los pequeños canales. Micelio blanco.

Basidiosporas de 14.6-21.6 × 4-6 µm, Q de 3.65 µm, elipsoide elongado a subfusiformes, depresión suprahilar visible, oliváceo con tonos marrones en KOH, amarillo en Melzer. **Basidios** de 32-48 × 12-14.4 µm, claviformes, hialino en KOH, amarillo en solución Melzer, bisporico –tetraspóricos, con contenido, esterigmas de 2.4-4.8× 0.8-1.6 µm. **Pleurocistidios** de 44-64) ×9.6-16 µm, fusoide-ventricosos, claviforme-mucronados, hialino en KOH, amarillo pálido en Melzer. **Queilocistidios** de 56-80 × 8.8-16 µm, fusoide con cuello largo de 25-40 µm, hialino en KOH, amarillo pálido en Melzer, paredes delgadas, sin contenido. **Trama himenoforal** formado un estrato medio y lateral de hifas tubulosas que miden de 4-7.2 µm, hialinas en KOH, paredes lisas, con septos. **Pileipellis** formado por un Epicutis con hifas cilíndricas-clavadas, subisodiametricos, esferocistos, de color

marrónamarillento en KOH, en solución Melzer que miden 12-33.6× 7.2-20 µm.

Stipitipellis formado por caulocistidios fusoides, isodiametricas-clavados, subglobosas, de 21.6-37.6 (48.8)× 6.4-8.8(12.8) µm, hialinos, algunos de color marrón en KOH, caulobasidios claviformes de 32-45.6× 11.2-16 µm, bisporicos-tetrasporicos, hialinos en KOH, con contenido.

Hábitat. Solitario a disperso. Creciendo en bosque de *Quercus*, *Pinus-Quercus*, *Quercus-Pinus*, bosque mesófilo de montaña y bosque mixto de coníferas, julio a octubre a una altitud 1500 m a 2900 m.

Material estudiado: Oaxaca. Distrito: Santiago Zacatepec mixe, Santa María Tlahuitoltepec, Paraje: mojonera con Mixistlán, Santa María Yacochi, 17°09'34.36"96°03'58.93", 31 octubre 2016, Ayala-Vásquez, (748-ITCV).

Nota taxonómica. *Leccinum talamancae* se caracteriza por la superficie seca y areolada del píleo, contexto blanquecino al corte se torna rojo-vináceo en el contexto del píleo, contexto del estípite se torna azul. Micelio basal de color blanquecino al mallugar se torna azul. Basidiosporas de 14.6-21.6 × 4-6 µm, elipsoide elongado a subfusiformes, depresión suprahilar visible, oliváceo con tonos marrones en KOH, amarillo en Melzer. Pleurocistidios de 44-64) ×9.6-16 µm, fusoide-ventricosos, claviforme-mucronados, hialino en KOH, amarillo pálido en Melzer. Queilocistidios de 56-80 × 8.8-16 µm, fusoide con cuello largo de 25-40 µm, hialino en KOH, amarillo pálido en Melzer, paredes delgadas, sin contenido. Pileipellis formado por un Epicutis con células terminales cilíndricas-clavadas, subisodiametricos, esferocitos, de color marrón amarillento en KOH, en solución Melzer Stipitipellis

formado por caulocistidios fusoides, isodiamétricas-clavados, subglobosas. La especie tipo fue descrita de Costa Rica por Halling (1999), en México a sido se distribuye en Hidalgo, Querétaro y Veracruz en bosque mesófilo de montaña y en bosque de *Quercus* (García-Jiménez com. Pers.).



Figura 22. *Leccinum talamancae* (1054-ITCV). a-d basidioma. Escala 10 mm.

Leccinellum Bresinsky & Manfr. Binder, in Bresinsky & Besl, Regensb. Mykol. Schr. 11: 231 (2003)

Leccinellum albellum (Peck) Bresinsky & Manfr. Binder, in Bresinsky & Besl, Regensb. Mykol. Schr. 11: 232 (2003)

Figura 23

Píleo de 40-70mm de diámetro, convexo a plano-convexo, superficie algo rugulosa cuando joven, lisa, subviscida a seca, areolado en la madurez, margen entero,

borde incurvado, de color blanco o ligeramente marrón pálido (5D4, 5D3) en la madurez. **Himenóforo** poroide, subadheridos, poros circulares medianos de 0.5mm de dm, blanco, blanquecino a grisáceo en la madurez, no cambia de coloración al tocar, tubos de 10mm de longitud, concoloro a los poros. **Contexto** 10mm de grosor, carnoso blanquecino no cambia al corte, base del contexto del estípite de color amarillo (4A8). **Estípite** 60-90×68mm, cilíndrico, algo fibroso, superficie furfurácea con escabrosidades blanquecinas a grisáceas.

Basidiosporas de 14.4-20 × 3.2-4.8 µm, una Q: 3.5 µm, fusiformes, de color oliváceo en KOH, depresión suprahilar visible, paredes delgadas, la parte media más ancha. **Basidios** de 25.2-34× 8-10.4µm, claviformes, hialinos en KOH, tetrasporicos. **Pleurocistidios** de 40-48×8-10.4 µm, fusoide-ventricosos, hialino en KOH , paredes de 0.8 µm. **Queilocistidios** de 55-75× 10-16 µm, fusoide -rostrados, fusoide ventricosos, hialinos en KOH, paredes de 0.8 µm. **Trama himenoforal** bilateral, formado por un estrato medio de hifas tubulosas de 2.4-4 µm, hialinas en KOH, hifas laterales que miden de 5.6-9.6 µm, hialinas en KOH. **Pileipellis**; 70 µm de grosor, formado por un epicutis de cadenas de células isodiamétricas, cilíndricas, con algunos esferocistos que miden 16-36×8-20 µm, hialinos en KOH, paredes de 0.5 µm. **Stipitipellis** de 60-80 µm, formado por caulocistidios, mucronado-mamilados, fusoides-ventricosos, subclavados, de 32-34×8-10.4 µm, hialinos en KOH, paredes delgadas, formado también por caulobasidios claviformes de 25.2-34× 8-10.4 µm, tetrasporicos hialinos en KOH.

Hábitat. Solitario. Creciendo en bosque de *Pinus-Quercus*, *Quercus-Pinus*, bosque mesófilo de montaña, durante los meses de julio a noviembre una altitud de 1900-2500 m.

Material estudiado. Oaxaca. San Pedro y San Pablo Ayutla, El Portillo, 2 de agosto 2016, Ayala-Vásquez (669-ITCV); Oaxaca. Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, 13 de agosto 2016, Ayala-Vásquez (691-ITCV); Oaxaca. Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, 30 de octubre 2016, Ayala-Vásquez (728-ITCV); Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, 01 de noviembre 2016, Ayala-Vásquez (760-ITCV); Oaxaca. Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, 2 de julio 2017, García-Jiménez-Ayala-Vásquez (s/n-ITCV); Oaxaca. Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, 25 de julio 2017, Ayala-Vásquez (907-ITCV); Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, 2 de agosto 2017, Ayala-Vásquez (947-ITCV); Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, 26 de septiembre 2017, Ayala-Vásquez (1064-ITCV); Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, 3 de octubre 2017, Ayala-Vásquez (1071-ITCV); Oaxaca. Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, 3 de octubre 2017, Ayala-Vásquez (1072-ITCV).

Nota taxonómica. Esta especie se caracteriza por el píleo convexo, de color blanquecino a marrón a marrón pálido en la madurez superficie subtomentosa, subvísida a seca, el contexto no cambia de coloración al corte, contexto basal del estípite de color amarillo, sin cambio de coloración al corte, estípite con escabrosidades blancas a marrón. El material estudiado coincide con lo descrito por Singer (1947) y Smith y Thiers (1971).



Figura 23. *Leccinellum albellum* (1064-ITCV, 760-ITCV). a-b basidiomas jóvenes. C-d basidiomas en la madurez. Escala 10 mm.

Género *Porphyrellus* Fr.

Basidioma con el píleo subvelutinoso a tomentoso, no víscido de colores ocre oscuro, himenóforo blanquecino cuando joven, rosa grisáceo a marrón grisáceo en la madurez, poros angulares o circulares, tubos concoloro a los poros, al corte se torna de colores azul o rojo marrón algunas especies de verde oliváceo. Estípite central, superficie no escabroso ni víscido, sin velo, liso, regular o parcialmente reticulado. Micelio blanquecino. Basidiosporas lisas subfusiformes a oblongos pleurocistidios y queilocistidios muy abundantes, subfusoides a fusoide-ventricosos. Pileipellis formado por un tricoderma en palizada compuesto por hifas entrelazadas o bien por elementos hinchados. Fíbulas ausentes. (Wolfe 1979; Singer et al. 1991)

Comentarios: El género fue descrito como subgénero de *Tylopilus* por Wolfe, (1979). Sin embargo, evidencias de la filogenia molecular indican que *Porphyrellus* es distinto al género *Tylopilus* (Nuhn *et al.* 2013; Wu *et al.* 2014).

Porphyrellus porphyrosporus (Fr. & Hök) E.-J. Gilbert

Figura 24

Píleo de 49-70 mm de diámetro, ampliamente convexo, a plano-convexo, superficie tomentosa algo areolada en la madurez, seca, de color marrón oscuro. **Himenóforo** adherido, poros de 0.5-1.3 mm, circulares cuando joven, hexagonales en la madurez de color marrón pálido cuando joven, marrón oscuro en la madurez, contexto del estípite blanquecino en el ápice y medio, base con tonos marrón en la madurez, al corte algunos tonos azules en el ápice. **Contexto** de 20-30 mm de grosor, blanquecino, al corte se mancha de color azul oscuro. **Estípite** de 110×15 mm, subclavado, de color marrón oscuro en la base y zona media, ápice con tonos rojizos. Olor dulce. **Basidiosporas** de 12.5–19×6–7.5 µm, fusoides, marrón en KOH, inamiloide en melzer con o sin depresión suprahilar, con pared gruesa. **Basidios** tetrasporicos. **Pseudocistidios** de 50×6 –7.14 µm, fusoide-ventricosos, versiformes con contenido granuloso de color dorado en melzer. **Pileipellis** formado por un tricotermo empalizado con hifas terminales septadas de 7-14, cilíndricas µm, con ápice redondo a obtuso, con contenido de color rojo-marrón a anaranjado-marrón visible en melzer.

Hábitat. Solitario. Creciendo en bosque mixto (*Pinus*, *Abies* y *Quercus*) bosque de *Pinus*, durante los meses julio a agosto una altitud de 3000 m.

Material estudiado. Distrito: Ixtlán de Juárez, Santa Catarina Ixtepeji, bosque de *Pinus*, La Cumbre Ixtepeji. 21 agosto 2017, Ayala-Vásquez y Victores-Aguirre

(1013-ITCV), Santa Catarina Ixtepeji, bosque mixto de coníferas, La Cumbre Ixtepeji, 8 octubre 2017, Ayala-Vásquez (1035-ITCV).

Nota taxonómica. *Porphyrellus porphyrosporus* se caracteriza por un píleo de marrón, contexto blanquecino con tonos azul oscuro al corte. Esta especie se puede confundir con *P. pacificus*, pero difieren porque la segunda especie tiene las basidiosporas más anchas y algunas más cortas $(9.5)10.5 - 16(19.5) \times (4.5) 5-7.2$ (9) μm , cistidios de $(17)35-75$ (97) $\times 6-10$ (20) μm , ampulaceos, mucronados, a fusoides ventricosos a piriformes, mientras que *P. porphyrosporus* tiene los cistidios más cortos. Se conoce de Norteamérica y Europa. En México se conoce en los estados de Ciudad de México, Estado de México, Hidalgo, Jalisco, Veracruz. Se registra por primera vez para el estado de Oaxaca.



Figura 24. *Porphyrellus porphyrosporus* ((1013-ITCV). a basidioma. b contexto. c píleo. Escala 10mm.

Porphyrellus pacificus (Wolfe) Singer, J. García & L.D. Gómez, Beih. Nova Hedwigia 102: 61 (1991)

Figura 25

Píleo de 56– 83 mm de diámetro, convexo a plano-convexo en la madurez, de color marrón (5F4), superficie tomentosa a subtomentosa, margen recto. **Himenóforo** adherido, poros circulares de 0.5–1.5 mm de diámetro, color marrón pálido (5D5-5D4), tubos de 5–13 mm de longitud, blanquecino sucio al corte azul-grisáceo(20F5). Contexto blanquecino de 8-10mm de grosor, al corte se torna azul grisáceo (21B6) a grisáceo (21D1). **Estípite** de 86–91×12–16 mm, claviforme algo abrupto en la base, de color blanquecino cuando joven, marrón (5D5-5E5, 6E5),

superficie furfurácea a tomentosa. Sabor astringente. Olor muy dulce (gardenias). **Basidiosporas** de (12) 13–17 (20) $\times$ 5–7(10) μm , elípticas, fusoides con ápice agudo, depresión suprahilar visible, con poro germinativo, liso, de pared gruesa 1 μm , de color marrón a canela en KOH. **Basidios** de 32–45 (52) $\times$ 12–14(17) μm , claviformes, tetrasporicos, hialinos en KOH, pared de 1 μm . **Pleurocistidios** de 47–50(67) $\times$ 7–12(19) μm , ventricoso-rostrados, esferopedunculados, obclavados de color marrón en KOH, pared de 1 μm . **Queilocistidios** de 40–67(70) $\times$ 7–12 (17) μm , mucronados, obclavados, hialinos a amarillo pálido en KOH. Trama himenoforal bilateral formado por un estrato medio de hifas cilíndricas que miden 5–7(13) μm , estrato lateral de 4–6(9) μm algunas con paredes gelatinizadas. **Pileipellis** formado por tricotermo que miden 30–40(46) $\times$ 7–12(17) μm , cilíndricas, fusoides, ventricoso-rostrados, amarillo pálido en KOH, pared de 1 μm . Caulocistidios de 32–36(47) $\times$ 7–9(10) μm , fusoides, mucronados, clavados, hialinos a amarillo pálido en KOH. Stipitipellis formado por caulobasidios de 20–32 $\times$ 6–8 μm , esterigmas de 8 $\times$ 1–2 μm , pared de 1 μm , hialinos a amarillo pálido en KOH.

Hábitat. Solitario. Creciendo en bosque de *Pinus* a una altitud de 3100 m durante el mes de julio.

Material estudiado. Oaxaca. Distrito: Ixtlán de Juárez, Sierra Juárez, Santa Catarina Ixtepeji, Paraje: Desviación a Corral de Piedra, La Cumbre Ixtepeji. 19 julio 2017, Ayala-Vásquez (857-ITCV).

Nota taxonómica. *Porphyrellus pacificus* se caracteriza por un píleo oliváceo marrón, estípote con superficie glabra, no reticulado. *Porphyrellus pacificus* se puede

confundir con *P. porphyrosporus*. El material estudiado coincide con lo descrito por Wolfe (1979).

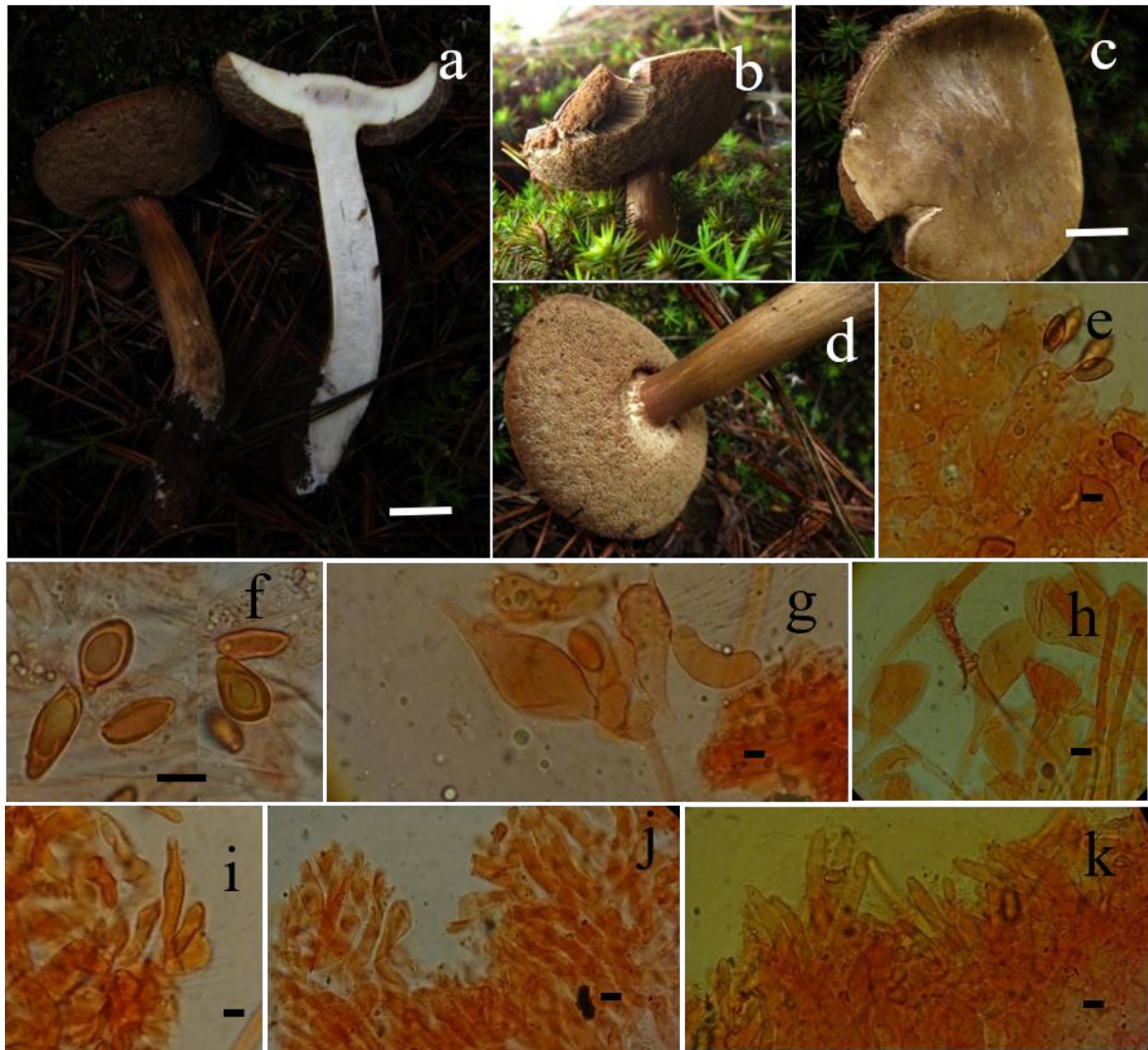


Figura 25. *Porphyrellus pacificus* ((857-ITCV). a-d basidioma. e basidios. f basidiosporas. g pleurocistidios. h queilocistidios. i-j stipitipellis. k pileipellis. Escala a-d= 10mm. e-k= 10µm.

Pulveroboletus Murrill, Mycologia 1(1): 9 (1909)

Características del género. *Pulveroboletus* se caracteriza del resto de los géneros, el basidioma pulverulento, himenóforo cubierto por un velo cuando joven, en la madurez el margen del píleo con restos del velo. Píleo hemisférico, convexo a plano, superficie pulverulenta, raramente escumulosa, seca, con restos del velo, de color

amarillo. Himenóforo tubular de color amarillo al corte se torna de color azul, poros redondos, de color amarillo a amarillo-oliváceo. Estípite central, superficie pulverulenta, micelio basal crema a amarillo. Basidiosporas ovoides, subfusiformes, lisas, amarillo-marrón. Pleurocistidios y queilocistidios subfusiformes a ventricosos. Pileipellis formado por unas hifas entrelazadas embebidas en unos cristales extracelulares. Fíbulas ausentes. La especie tipo del género es: *Pulveroboletus ravenelii* (Berk. & M.A. Curtis) Murrill

Pulveroboletus ravenelii (Berk. & M.A. Curtis) Murrill. Mycologia 1(1): 9 (1909)

Figura 26

Píleo de 20-50 mm de diámetro, ampliamente convexo a plano-convexo, superficie tomentosa, fibrilosa a areolada con restos de velo de color amarillo (1A2) con fondo rosa-rojizo (8A4), en la etapa adulta furfuráceo de color anaranjado (5A5), margen incurvado, borde entero. **Himenóforo** poroide, cubierto totalmente por restos de velo de color amarillo (1A2) cuando joven, poros circulares de 0.5-0.9 mm de dm, de color amarillo transparente (1A3) al contacto con el aire se torna de color azul – grisáceo (21B3) tubos de 4mm de longitud de color blanco, al contacto con el aire se torna de color azul-grisáceo (21B3, 21D4). **Contexto** de 7 mm de grosor de color blanco al contacto con el aire se torna de color azul-grisáceo (21B3, 20D7), contexto del estípite esponjoso, fibroso de color blanco-amarillento, base de amarillo-anaranjado (5A5, 5B5), al contacto con el aire se torna de color azul grisáceo (20A4). Micelio amarillo al tocar se torna de azul-grisáceo (20A4). **Estípite** de 60×8 mm, cilíndrico, superficie furfurácea, fibrilosa concoloro al píleo. **Reacciones químicas.** Al aplicar KOH la superficie del píleo se torna de color gris oliváceo, el

contextose torna de color amarillo a anaranjado, sobre los poros de color marrón. **Basidiosporas** de 9.6 (10.4)12×4.8 (5.6)6.4 µm, Q:1.9 µm, elíptica-ovoides, de color verde oliváceo, lisas, con paredes gruesas. **Basidios** de 24-44×8-12. µm, claviformes, hialino en KOH, con gotas lipídicas de color verde olivo, bisporico-tetraspóricos. **Pleurocistidios** de 20-30×4.8 -11.2 µm, mucronado-ventricosos, hialinos en KOH. **Queilocistidios** de 32- 40×6.4 -11.2 µm, ventricosos, hialino en KOH, con incrustaciones o gotas lipídicas de color verde oliváceo. Trama himenoforal bilateral, formado por un estrato medio y lateral de hifas cilíndricas con terminaciones subclavadas que miden 2.4-7.2 µm de diám, hialinas en KOH, con septos, sin fíbulas. **Pileipellis** formado por un tricodermis en empalizada con células terminales subclavado-ventricosos 32-88×2.4-8 µm, hialino en KOH, paredes delgadas con contenido hialino. **Stipitipellis** formado por caulocistidios cilíndrico con terminaciones subclaviformes que miden 32-96×2.4-6.4 µm, hialinos en KOH, paredes delgadas.

Nota taxonómica. *Pulveroboletus ravenelii* se caracteriza por píleo con superficie pulverulento de color amarillo, margen con restos de velo, himenóforo cubierto totalmente por un velo amarillo dorado, tubos y poros de color amarillo a amarillo-oliváceo, al corte se torna azul. Contexto de consistencia suave, blanquecina a amarillo al corte se torna de color azul. Estípites subclavados, superficie pulverulenta cuando joven, en la madurez de color rojo-anaranjado y liso. Basidiosporas de 9.6 (10.4)12×4.8 (5.6)6.4 µm, elíptica-ovoides, de color marrón, lisas. Pleurocistidios mucronado-ventricosos. Queilocistidios ventricosos con pared gruesa.

Hábitat. Solitario a disperso. Creciendo en bosque de *Quercus* y bosque mesófilo de montaña, bosque de *Quercus-Pinus* y bosque de *Pinus-Quercus*, durante los meses de julio a octubre. La descripción detallada se puede checar en la tesis de Ayala-Vásquez (2016).

Material estudiado. Oaxaca. Zacatepec, Mixistlán de la Reforma, Santa María. 5 agosto 2017, Ayala-Vásquez (975-ITCV); Ixtlán de Juárez, Santa Catarina Ixtepeji, la cumbre, km 3 rumbo a las cabañas, 20 agosto 2017, Ayala-Vásquez (999-ITCV); Zacatepec, Mixistlán de la Reforma, Santa María. 22 julio 2017, Ayala-Vásquez (1151-ITCV); Zacatepec, Mixistlán de la Reforma, Santa María. 22 julio 2017, Ayala-Vásquez (1152-ITCV); Zacatepec, Mixistlán de la Reforma, Santa María. 14 septiembre 2017, Ayala-Vásquez (1032-ITCV), Zacatepec, Mixistlán de la Reforma, Santa María. 14 septiembre 2017, Ayala-Vásquez (1033-ITCV).



Figura 26. *Pulveroboletus ravenelli* (975-ITCV, 1032-ITCV). a-d basidioma. Escala 10 mm.

Género *Phylloporus* Quél., Fl. mycol. France (Paris): 409 (1888)

Phylloporus se caracteriza por presentar un basidioma pileado-estipitado. Píleo pequeño o mediano de color marrón, marrón-anaranjado, marrón pálido, himenóforo laminar decurrente a subdecurrente de color amarillo, al mallugar se mancha de azul, algunas inmutables, basidiosporas elípticas a ovoides lisas.

Phylloporus centroamericanus Singer & L.D. Gómez, Brenesia 22: 169 (1984)

Nota taxonómica. *Phylloporus centroamericanus* presentar el píleo convexo a veces depreso, de color marrón oscuro a marrón-anaranjado, himenóforo laminar, al mallugar tonos azules con algunos tintes rosáceos en el contexto, estípites cilíndricos; la base algo bulbosa. Basidiosporas de $8\text{--}16 \times 3.5\text{--}5.5 \mu\text{m}$, subfusoides, lisas. Cistidios himeniales con incrustaciones. El material descrito, coincide con Montoya & Bandala, (1991), Neves & Halling (2010).

Hábitat. Solitario. Creciendo en bosque de *Quercus* a *Q. scytophylla* durante el mes de julio.

Material estudiado: Oaxaca. Santiago Zacatepec, Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, Paraje: jaakuubaakm, Ayala-Vásquez, 22 julio 2017, (877-ITCV).

Phylloporus bellus (Masse) Corner, Nova Hedwigia 20(3-4): 798 (1971) [1970]

Figura 27

Nota taxonómica. *Phylloporus bellus* tiene presenta un píleo, convexo cuando, en la madurez con una depresión, casi cóncavo, superficie tomentosa, algo escuamulosa, himenóforo decurrente, lamelulas muy juntas, de color amarillo con o

sin cambio de coloración al mallugar, estípites subclavados, superficie glabra a subtomentosa. Basidiosporas de subfusoides, lisas, color amarillo a marrón en KOH, cistidios ampuláceos, clavado-ventricosos a mucronados. Pileipellis formada por un tricoderma empalizada de color amarillo. Stipitipellis formada por dermatocistidios clavados con algunas incrustaciones.

Hábitat. Solitario a disperso. Creciendo en bosque mesófilo de montaña asociado a *Q. laurina*.

Material estudiado: Oaxaca. Santiago Zacatepec, Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, Paraje: Kuubokiipj, Ayala-Vásquez, 31 octubre 2016, (749-ITCV) Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, Paraje: Kuubokiipj, Ayala-Vásquez, 31 Octubre 2016, (750-ITCV), Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, Paraje: Kuubokiipj, Ayala-Vásquez, 21 septiembre 2017, (1059-ITCV).

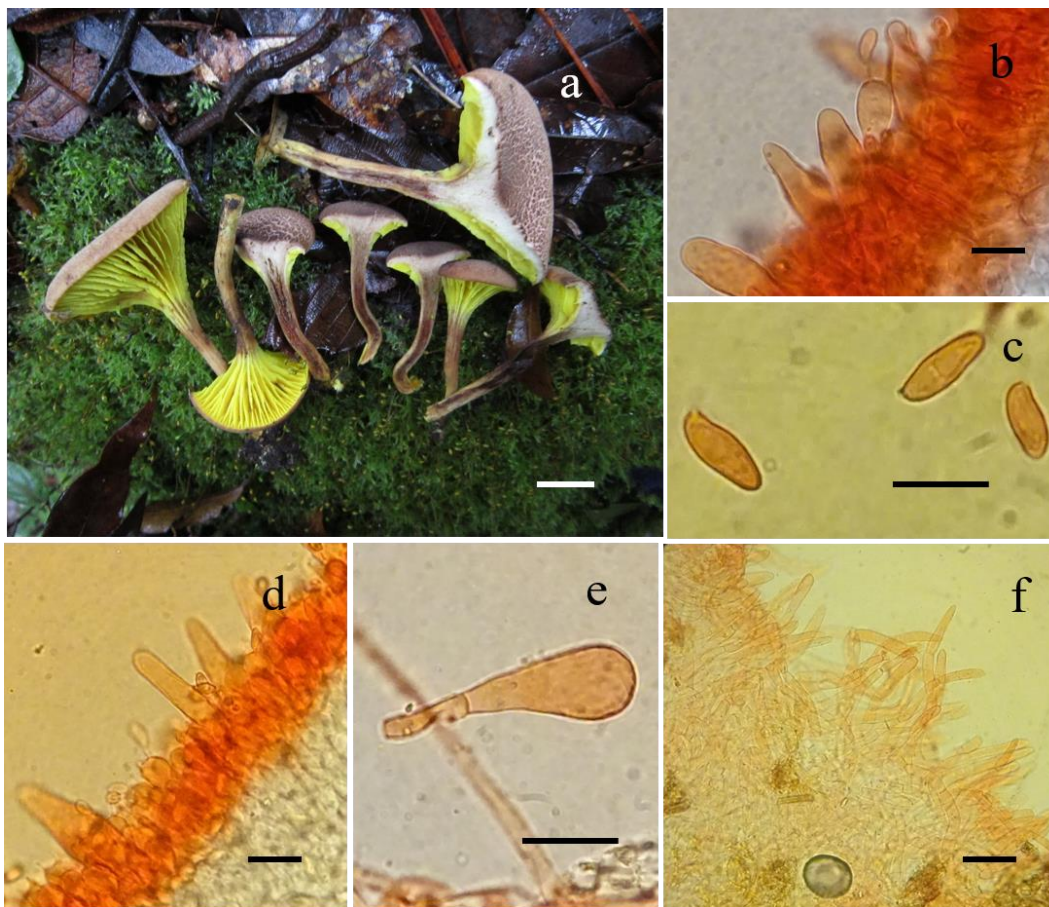


Figura 27. *Phylloporus bellus* (Ayala-Vasquez, ITCV). a basidioma, b basidios. c basidiosporas. d pleurocistidios. e stipitipellis. f pileipellis. escala a=10 mm, b-f=10 µm.

Género *Retiboletus* Manfr. Binder & Bresinsky, Feddes Repert. 113: 36 (2002).

El género se caracteriza por presentar un estípite reticulado, usualmente colores oscuros en el ápice. Basidioma pileado estípitado, píleo hemisférico a su hemisférico; superficie seca, tomentosa. Himenóforo depreso, poros angulares a circulares de color pálido, amarillento, grisáceo a gris, tubos concoloros a los poros, al corte algunos tonos marrones. Estípite central, reticulado, raramente no reticulado. Micelio basal blanquecino a amarillento. Basidiosporas lisas, subfusiformes; pleurocistidios y queilocistidios abundantes, fusoides a fusoide-ventricosos. Pileipellis formado por un tricotermo con hifas filamentosas. Fíbulas ausentes.

Retiboletus ornatipes

(Figura 28

Píleo de 30-54 mm de diámetro, plano-convexo de color gris oliváceo (3D-5D), marrón (5F4) a marrón grisáceo (5F3) con algunos tonos marrón-amarillento(5D8), superficie seca, lisa, margen estéril. **Himenóforo** adherido de color amarillo (4A8), en la madurez marrón, poros circulares de 1-1.3mm de diámetro, tubos de 0.9 mm de longitud concoloro a los poros. **Contexto** de 10 mm de grosor al corte se torna marrón-amarillento(5D6). **Estípite** de 41-53 x 7-10 mm, cilíndrico, superficie reticulada en la parte apical y medio, la base lisa, de color amarillo (3A8). Contexto concoloro amarillo (3B8).

Hábitat. Solitario. Creciendo en bosque de *Quercus-Pinus*, *Pinus-Quercus* a una altitud de 3100 msnm durante los meses de julio a noviembre.

Material estudiado. Oaxaca. Distrito: Ixtlán de Juárez, Sierra Juárez, Santa Catarina Ixtepeji, Paraje: Desviación a Corral de Piedra, La Cumbre Ixtepeji. 19 julio 2017, Ayala-Vásquez-Victores-Aguirre (857-ITCV). Zacatepec mixe, Villa de Totontepec, paraje: carretera a Villa Alta, 2 julio 2017, García-Jiménez-Ayala Vásquez, (s/n- ITCV), Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, paraje Tsaapxnaaxkëëxm, 13 agosto 2016, Ayala Vásquez, (689- ITCV), Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, *Quercus-Pinus*, 27 julio 2017, Ayala Vásquez, (925- ITCV).

Nota taxonómica. *Retiboletus ornatipes* se caracteriza el color amarillo del basidioma, sobre todo el estípite y contexto. Se distribuye al Oeste de Minnesota,

este de Estados Unidos, México, Costa Rica y Belice (Singer 1945, Smith y Thiers 1971, Ortiz-Santana *et al.* 2007)



Figura 28. *Retiboletus ornatipes* (1077-ITCV, 1034-ITCV) a-c basidioma. Escala: 10 mm.

***Retiboletus* sp**

Figura 29

Píleo de 35– 80 mm de diámetro, convexo a plano-convexo de color marrón, chocolate, marrón-purpura, superficie lisa, margen recto, pegado al himenóforo.

Himenóforo poroide, depreso, subadherido a decurrente, poros de 0.5–1.5mm de diámetro, blanquecino en la madurez, amarillo dorado a anaranjado en la madurez, angulares, tubos de 20-30mm de longitud, algo horizontal en la etapa madura amarillo, sin cambio al corte. **Contexto** de 11–14 mm de grosor, esponjoso

blanquecino a amarillo pálido, al corte algunos tonos dorados. **Estípites** de 27–65x15–27 mm, claviforme superficie reticulado hasta la 2/3, de color amarillo dorado, el resto furfuráceo de color marrón. Esporada amarilla. Micelio amarillo. Olor fungoide

Basidiosporas de 10–12(16) × (4)5(7) µm, elíptica-oblongas, naviculadas, fusoides-elípticas, algunos ovalados, verde oliváceas en KOH, marrón- amarillento en Melzer. **Basidios** de 30-46x10–13 µm, claviformes, bispóricos a tetraspóricos. **Pleurocistidios** de 53–57(62) ×13–17 µm, claviformes con contenido granuloso visible en Melzer con paredes delgadas. **Queilocistidios** no observados. Trama himenoforal de levemente divergentes, paralelos con un estrato medio de 3-8 µm, hifas laterales de 7–10 µm, hialinos en KOH, amarillo en Melzer. **Pileipellis** formado por un tricoderma con hifas terminales de 32–53(70) ×8–10 (20) µm capitados, cilíndricos, a subclaviformes hialinos a amarillo pálido en KOH, Amarillo en Melzer, con paredes delgadas. **Stipitipellis** de 25–40(50) ×8–10 (15) µm, claviformes a ventricosos-mamilados, hialinos a amarillo pálido en KOH de color Amarillo en Melzer.

Hábitat. Disperso. Creciendo en bosque de *Quercus* asociado a *Q. scytophylla* y *Gauteria* sp, durante los meses de julio a octubre.

Material estudiado: Oaxaca. Distrito: Santiago Zacatepec, Mixe, Mixistlán de la Reforma, Paraje: moontsa'am, Santa María Mixistlán. 30 octubre 2016, Ayala-Vásquez (672-ITCV), Mixistlán de la Reforma, Paraje: Pääkxyoom, Santa María Mixistlán 25 julio 2017, Ayala-Vásquez, (899-ITCV).

Nota taxonómica. *Retiboletus* sp se caracteriza por presentar un píleo marrón chocolate, himenóforo con poros blanquecinos cuando joven amarillo dorado a anaranjado en la madurez, al deshidratar el contexto del ápice del estípite, destila una sustancia mielosa, estípite con retículo prominente, mientras que *Boletus auripes* tiene un retículo superficial en el ápice del estípite. Basidiosporas elípticas, oblongas a fusiformes. La especie tiene semejanzas con *B. auripes*, pero difiere por el himenóforo amarillo oliváceo en la madurez, basidiosporas más cortas 9.6-12.8 x 3.2-4.8 pm, cilíndricas a fusoides. En México fue descrito por García-Jiménez (1999), menciona que es poco común en México y tiene diferencias con la especie descrita por Both (1993). Para tener la certeza de la especie incluso el género se recomienda secuenciar los ejemplares.



Figura 29. *Retiboletus* sp. (899-ITCV). a píleo. b contexto. c basidioma. d himenóforo. Escala a-d=10 mm.

Género *Sutorius* (Peck) Halling, Nuhn & Osmundson, in Halling, Nuhn, Fechner, Osmundson, Soyong, Arora, Hibbett & Binder, *Mycologia* 104(4): 955 (2012)

Características del género: *Sutorius* se caracteriza por un basidioma marrón-chocolate a marrón oscuro. Píleo de mediano, himenóforo adherido de color marrón, poros redondos, tubos concoloro a los poros, con o sin manchas azules. Estípite clavado, superficie escabrosa del tipo *leccinoide*.

Sutorius eximius (Peck) Halling, M. Nuhn & Osmundson, in Halling, Nuhn, Fechner, Osmundson, Soyong, Arora, Hibbett & Binder, *Mycologia* 104(4): 955 (2012)

Figura 30

Píleo de 55–80 mm de diámetro, convexo, plano-convexo cuando viejo, superficie tomentosa a subtomentoso, velutinoso, de color marrón-vináceo (11E4) a marrón-grisáceo (6F3), margen entero, borde incurvado. **Himenóforo** poroide, subadherido levemente depreso, poros de 0.5–0.8mm de dm, angulares a circulares de color crema a marrón-amarillento (5D8), a marrón oscuro (9F8) tubos de 9mm de longitud, de color blanquecino al contacto con el aire se torna marrón-amarillento (5D8). **Estípite** de 55–60x8–10mm, clavado, superficie subpruinoso con escabrosidades, de color lila (16D3) en la parte apical, violeta (16F5) en la parte media, marrón-vináceo (11E4) en la parte basal. **Contexto**; 10 mm de grosor, blanquecino al contacto con el aire se torna magenta-grisáceo (13C3), contexto del estípite sólido, de color violeta-grisáceo (14F2), marrón- vináceo (11E4) no cambia de coloración

al contacto con aire. **Micelio** basal de color blanquecino. **Basidiosporas** de 10.4–13.6 x 3.2–4.8 μm , con una Q de 2.6 lisas elipsoides a subfusoides, inamiloides, de color amarillo-oliváceo en KOH, marrón-vináceo (11E4) en Solución Melzer, pared delgada, gutuladas, con depresión suprahilar visible. **Basidios** de 25.6–32 x 7.2–12.8 μm , clavado, con contenido tetraesterigmados, esterigmas de 2.4–4 x 1.6 μm . **Pleurocistidios** de 24–40 x 7.2–12 μm , fusoide-ventricoso, mucronado-mamilados, piriforme, hialino a marrón pálido en KOH, marrón-amarillento en Solución Melzer, paredes gruesas con contenido. **Queilocistidios** del mismo tamaño y forma que los pleurocistidios. Trama himenoforal bilateral, formado por hifas tubulosas con un estrato medio y lateral que miden de 3.2–7.2 μm , hialinos algunas con paredes levemente gelatinosa, con septos paredes delgadas. **Pileipellis**; 160–171 μm de grosor, formado por hifas verticales y paralelas, cilíndricas, elongadas, obtusas, con Boletales de la Sierra Norte de Oaxaca, y su distribución en seis tipos de vegetación. incrustaciones visibles en Solución Melzer, miden de 18.4–40 x 4–6.4 μm , marrón-amarillento en KOH, marrón-anaranjado en Melzer, paredes gruesas. **Stipitipellis**; 90–95 μm de grosor, orientadas verticalmente, formado por caulocistidios fusoide-ventricosos, con cuello de 10–12 x 4.8–5.6 μm , mucronado-mamilados, que miden de 32–41.6 x 12–20 μm , marrón-amarillento en KOH, marrón-anaranjado en Melzer, paredes gruesas, con contenido.

Hábitat. Solitario. Creciendo en matillo de bosque de *Quercus*, bosque mesófilo de montaña, asociado a *Q. scytophylla* y *Q. laurina*, durante los meses de julio y septiembre, a una altitud de 2303 a 2475 m.

Material estudiado. Oaxaca. Municipio: Mixistlán de la Reforma. paraje: Kuubo'okë'em, Santa María Mixistlán. O. Ayala-Vásquez, (ITCV). paraje: Yu'uka'am, Santa María Mixistlán. O. Ayala-Vásquez, 24 julio 2017, (887-ITCV); paraje: Yu'uka'am, Santa María Mixistlán. O. Ayala-Vásquez, 24 julio 2017, (888-ITCV).

Nota taxonómica. Coincide con el criterio de (García *et al.* 1998, Halling y Mueller 2003, Halling *et al.* 2012). Se conoce desde Canadá Este de Norteamérica (Singer, 1947; Smith & Thiers 1971; Bessette *et al.* 2000) Costa Rica, Guyana (Halling *et al.* 2012), Indonesia, Japón (Teng 1996) y Australia (Bougher & Thiers, 1991). En México es más común en los estados del centro hasta Chiapas, y aún más raro en el Norte, (García-Jiménez, 1999). En el estado de Oaxaca se distribuye en la región fisiográfica de la Sierra Norte.

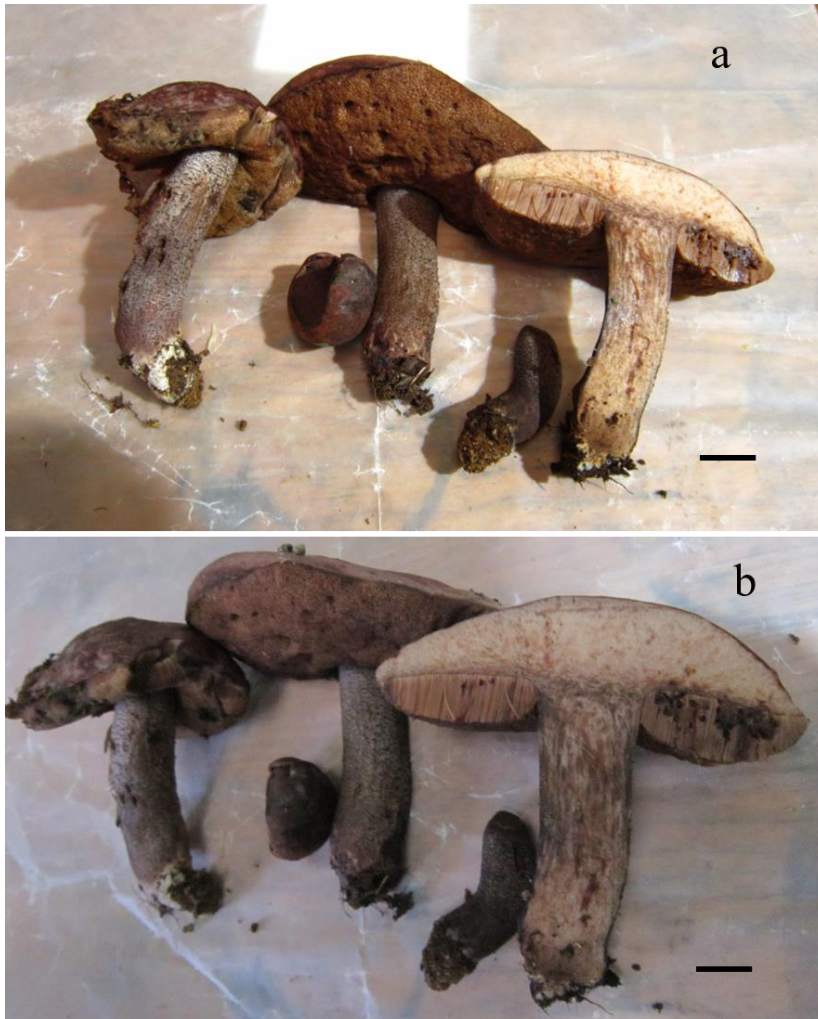


Figura 30. *Sutorius eximius*. a-b basidiomas. Escala 10 mm.

***Strobilomyces* Berk.**, Hooker's J. Bot. Kew Gard. Misc. 3: 78 (1851)

Características del Género. El género se diferencia del resto de Boletaceae por su basidioma oscuro, negruzco algunos tonos grises a blanquecinos cuando joven, píleo fibriloso con escamas a diferentes escalas, contexto tornándose rojo a negruzco al corte. Ectomicorrizogenos. Esporas ornamentadas, globosas a elipsoides, marrón oscuro a negruzcas, reticuladas, verrucosas, equinuladas, longitudinalmente estriadas. Pleurocistidios y queilocistidios fusoides, ventricoso-rostrados, clavados. Pileipellis formado por un tricoderma de hifas sueltas.

***Strobilomyces* sp**

Figura 31-32

Píleo de 29 mm diámetro, ampliamente convexo a convexo, color negruzco, superficie seca, escamas irregulares con apariencia alveolada-reticulada, margen ligeramente enrollado a incurvado. **Himenóforo** adherido, poros 0.5mm de diámetro, circulares de color grisáceo, tubos de 5mm de longitud blanquecino a grisáceo al corte se torna grisáceo a negruzco. **Contexto** de 12mm de grosor, blanquecino al corte se torna marrón a negruzco con tonos amarillentos, base del contexto del estípite negruzco. **Estípite** de 42× 8 mm, clavado, negruzco, con tonos amarillos (4A8), en la base hasta la zona media, superficie floculosa a escabrosa. Micelio grisáceo. Olor fungoide. Sabor agradable.

Basidiosporas de (6–) 7–9(10) × (6–) 7–9(10) μm , globosas a subglobosas, alveolado, marrón en KOH, marrón oscuro en melzer, apículo visible. **Basidios** de 45× 10 μm , clavados hialinos, tetràsporicos. **Pleurocistidios** de 45–59×12–16 μm , ventricoso-rostrados, mucronados, hialinos a marrón en KOH, con contenido en forma de esferocitos de color marrón sobre todo en los queilocistidios, algunos con contenido uniforme, pared gruesa (1–2 μm). **Queilocistidios** de 46–70× 8–16 μm , ventricoso-rostrados, clavados, fusoides, lanceolados, hialinos a marrón en KOH, con contenido marrón, marrón- rojizo en melzer, pared gruesa (1–2 μm). **Pileipellis** formado por un tricotermo con células terminales concatenadas de 21–76× 9–21 μm , cilíndricas a clavadas de color marrón oscuro en KOH, pared gruesa. **Stipitipellis** formado por caulocistidios de 35–69× 7–14 μm , clavados algunos mucronados, hialinos a marrón pálido en KOH, hialino a marrón oscuro en melzer, pared gruesa.

Hábitat. Solitario. Creciendo en bosque de *Quercus-Pinus* formando ectomicorrizas con *Q. laurina*, a una latitud 96°36'50.83" 17°11'01.30", durante el mes de octubre.

Material estudiado. Oaxaca, Santa Catarina Ixtepeji, a 2800 m de la entrada rumbo a las cabañas, Ayala-Vásquez, 7 octubre 2017, (1120-ITCV).

Nota taxonómica. *Strobilomyces* sp se caracteriza por un píleo pequeño de 29mm de diámetro, con escamas con apariencia reticulada, fibrilosa, estípites con tonos amarillos sobre todo en la base hasta la zona media, ápice grisáceo, basidiosporas reticuladas, pequeñas (6–) 7–9(10) × (6–) 7–9(10) μm, comparada con *Strobilomyces* aff *strobilaceus* que miden de 11-13× 8.5–10 μm.



Figura 31. *Strobilomyces* sp a Basidioma. b-c, f contexto. d-e superficie del píleo. g himenóforo. Escala a-g= 10 mm.

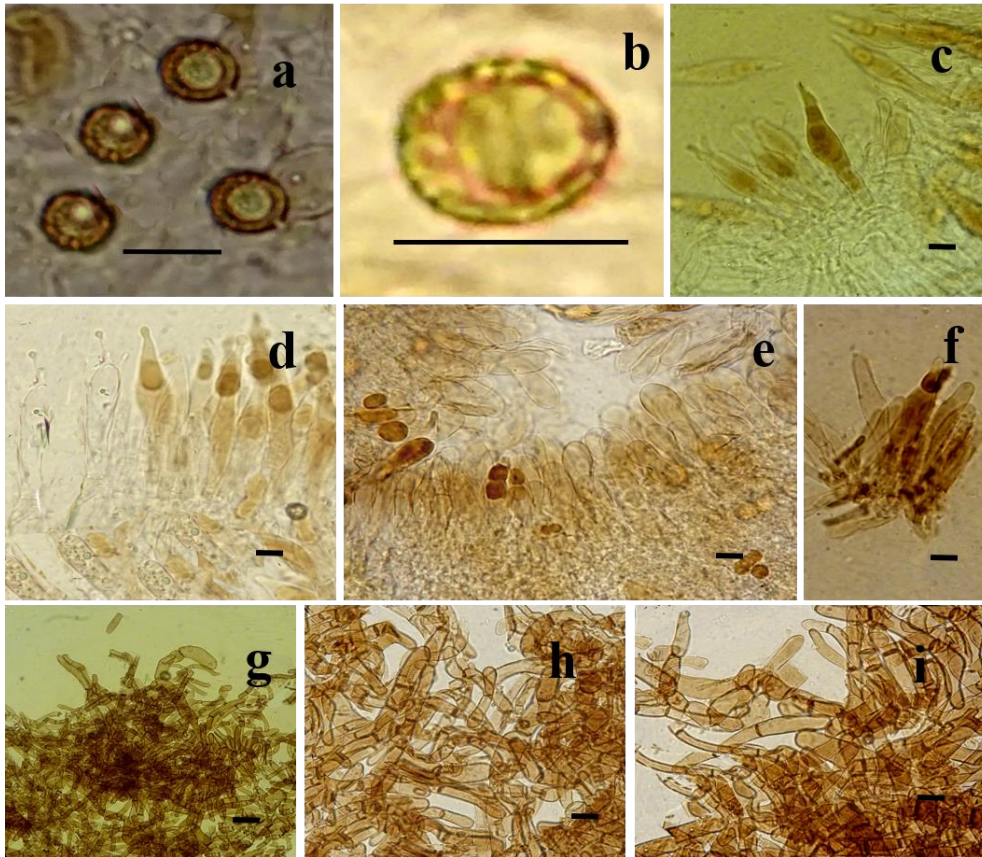


Figura 32. Estructuras microscópicas de *Strobilomyces* sp. a-b basidiosporas. c queilocistidios. d basidios y pleurocistidios. e-f stipitipellis. g-i pileipellis. Medidas. h-i=10 μ m. Escala a-i= 10 μ m.

Tylopilus P. Karst., Revue mycol., Toulouse 3(no. 9): 16 (1881)

Características del género. Basidioma pileado-estípiteado; píleo hemisférico convexo a plano, superficie glabra a tomentosa, seco o víscido; contexto blanquecino al corte se mancha o a veces inmutable al corte. Himenóforo depresso alrededor del estípite, al menos al madurar, poros pequeños, circulares a angulares de color blanquecino cuando joven, rosa o lila en la madurez, no discoloros, excepto al oxidarse con el tacto, tubos concoloros a los poros. Estípite central, glabro o con retículo superficial. Mícelio blanquecino. Basidiosporas elipsoides, fusiformes, amigdaliformes u oblongas. Pleurocistidios y Queilocistidios con pigmentación

interna y con contenido pseudoamiloide. Trama bilateral divergente del subtipo *Boletus*, estípite liso o con una palisada de elementos del tipo dermatocistidios y en las reticulaciones un himenio con caulocistidios y caulobasidios; Pileipellis formado por un tricotermo o subcutis. Obligatoriamente micorrizógeno con Fagáceas, Pináceas y con algunos árboles tropicales ectotróficos (Singer *et al.* 1991; Wu *et al.* 2016)

Tylopilus aff rubrobrunneus

Figura 33

Píleo de 62-105 mm de diámetro, ampliamente convexo a convexo, de color violeta oscuro (17F6, 18F6-18F8), violeta pálido, magenta-grisáceo (13B3), glabro, margen entero. **Himenóforo** depreso, poros de 0.5-1 mm de diámetro, circulares de color rosa pálido (12A2) marrón (6D6) al oxidarse con el tacto, tubos de 7-12mm de long blanquecino cuando joven, rosa pálido en la madurez al corte marrón(6D6). **Contexto** de 11-15mm de grosor, blanquecino al oxidarse algunos tonos verdes oscuro (29F6), sobre todo en el contexto basal del estípite. **Estípite** 100-110 × 35-39 mm, claviforme base bulbosa, concoloro al píleo, ápice blanquecino, glabro, ápice con un retículo superficial. **Micelio blanquecino**. Olor agradable. Sabor dulce. **Reacción química**. Al aplicar NH₄OH la superficie del píleo se torna amarillo anaranjado (5A4), himenóforo marrón (6F5), contexto amarillo (3A5) y superficie del estípite de color anaranjado pálido (5A4); al aplicar KOH el píleo se torna anaranjado (5A6), himenóforo y contexto amarillo (3A8), estípite color anaranjado (5A5).

Hábitat. Disperso. Creciendo en mantillo de bosque mesófilo de montaña, asociado a *Q. laurina*, durante el mes de septiembre.

Material estudiado. Oaxaca. Municipio: Mixistlán de la Reforma. paraje: Kuubo'okë'ëm, Santa María Mixistlán. O. Ayala-Vásquez, (1066-ITCV); paraje: Kuubo'okë'ëm, Santa María Mixistlán. O. Ayala-Vásquez, (1029-ITCV).



Figura 33. *Tylopilus aff. rubrobrunneus*. a himenóforo. b estípote. c-d píleo. Escala 10 mm.

Tylopilus aff minor

Figura 34

Píleo de 29-52 mm de diámetro, convexo, de color magenta-grisáceo (13D3,14E4), marrón-amarillento (5E5,5E6-5D5,5D6) con tonos anaranjado-marrón(6B7), superficie aterciopelada, margen recto. **Himenóforo** adherido, poros de 0.3 mm de diámetro, de color violeta a lila (14C5), al tocar se torna marrón (6E7), tubos de 4-7mm de long de color blanquecino a lila, no se mancha al corte. **Contexto** de 6-10

mm de grosor, blanquecino, al corte algunos tonos anaranjado pálido (5A5) a anaranjado- grisáceo (5B5), en el contexto del estípite algunos tonos marrón- amarillento (5E8). **Estípite** de 66-150 ×14-30 mm, claviforme base atenuada(angosto), concoloro al píleo, base blanquecina, superficie glabra. **Reacción química.** Al aplicar NH₄OH en el píleo e himenóforo se torna color amarillo pálido(3A4), contexto anaranjado(5A6), estípite anaranjado (5A6) base de color oliváceo(30F8); al aplicar KOH la superficie del píleo marrón oscuro (6F8), himenóforo amarillo-verdoso (1B8), contexto verde pálido (27A4), estípite anaranjado (5A6) base de color marrón (5B4).

Hábitat. Solitario. Creciendo en mantillo de bosque mesófilo de montaña y bosque de *Quercus*, asociado a *Q. laurina* y *Q. scytophylla*, durante el mes de septiembre.

Material estudiado. Oaxaca. Municipio: Mixistlán de la Reforma. paraje: moontsa'am, Santa María Mixistlán, Ayala-Vásquez, 1042 (ITCV); paraje: Kuubo'okë'em, Santa María Mixistlán, Ayala-Vásquez, 1067 (ITCV).

Nota taxonómica. *Tylopilus aff. minor* tiene semejanzas con *T. minor* por el tamaño y el color del basidioma, pero difiere por el estípite bulboso y atenuado, mientras que *T. minor* tiene el estípite cilíndrico a subclavado. La especie tipo fue descrita por Singer (1945) de Gainesville, Florida.



Figura 34. *Tylopilus* aff. *minor*. a contexto. b himenóforo. c estípite. d píleo. Escala: a-d= 10 mm.

Tylopilus tabacinus (Peck) Singer, Mycologia 36(4): 362 (1944)

Figura 35

Nota taxonómica. *Tylopilus tabacinus* difiere del resto de las especies por los tonos anaranjados de píleo. **Píleo** convexo a plano-convexo, superficie tomentosa y seca, de color marrón-anaranjado a marrón-rojizo. **Himenóforo** subadherido, poros circulares de color blanquecino, al mallugar o cortar se manchan de rosa posteriormente anaranjado-marrón. **Estípite** subclavado, superficie lisa a pruinosa, retículo muy superficial en la parte apical, de color blanquecino en etapa juvenil, marrón-rojizo (5C8) en la madurez, ápice blanquecino. **Contexto** blanquecino, al corte se tiñe ligeramente de rosa. **Basidiosporas** de 8-10.4×3.2-4µm, elipsoides, hialino en KOH, depresión suprahilar visible o no visible. Basidios clavados, tetrasporicos, **Pseudocistidios** de 45-80×5.6-12µm, fusoides-ventricosos, con

contenido marrón visible en KOH, marrón-anaranjado en melzer. **Pileipellis** formado por un ixotricodermo de hifas entrelazadas con células terminales fusoides. **Stipitipellis** formado por caulobasidios clavados a piriformes con contenido granuloso de color marrón anaranjado. Se conoce de Este de Norteamérica reportado por Singer, (1947). En México García-Jiménez (1999) lo reportó del Edo de México, Guanajuato, Jalisco, Querétaro y Veracruz, Ayala-Vásquez, (2016) lo reportó para Oaxaca.

Hábitat. Solitario. Creciendo en bosque de *Quercus-Pinus* durante el mes de agosto.

Material estudiado. Oaxaca. Zacatepec Mixe, San Pedro y San Pablo Ayutla, El Portillo, Ayala-Vásquez, 2 agosto 2016, (668-ITCV), Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, 30 octubre 2016, Ayala-Vásquez, (722-ITCV).



Figura 35. *Tylopilus tabacinus*. a píleo. b himenóforo. c, contexto. Escala: 10 mm.

Xanthoconium Singer, Mycologia 36(4): 361 (1944)

Características del género. Difiere del resto de los géneros de la familia por el color blanquecino a amarillo pálido del himenóforo. Basidioma pileado-estipitado. Píleo convexo a aplanado de color marrón, amarillo-marrón, violeta, glabro a tomentoso. Contexto blanquecino sin cambio de coloración al corte. Himenóforo adnado a sinuado. Poros redondos a angulares sin cambio de coloración al corte. Estípites de glabro a reticulado sin cambio de coloración al tocar. Basidiosporas lisas, fusiformes, amarillo pálido, amarillo- anaranjado a dorado. Pleurocistidios y queilocistidios subfusiformes a ventricosos. Pileipellis formado por un tricodermo o epitelio. sin fíbulas.

Xanthoconium affine (Peck) Singer, Mycologia 36(4): 362 (1944) Figura 36

Píleo de 95 mm de diámetro, convexo a plano convexo en la madurez, superficie aterciopelada, de color marrón, violeta con tonos amarillos (2A5), margen entero.

Himenóforo, poroide, adherido, poros circulares de 0.5mm de diámetro, de color blanquecino, tubos de 10 mm de longitud. **Estípites** de 45×20 mm cilíndrico a subclavados, superficie lisa. **Basidiosporas** de (9–)10–12 × 5–6 µm, un (n=32, nL=10.8, nA=5.2 Q: 2 µm, elipsoides a ovadas con o sin depresión suprahilar visible, lisas, amarillo pálido en KOH, dorado en melzer. **Basidios** de 24–30 × 9–12 µm, clavados, tetràsporicos, hialinos a amarillo pálido en KOH, amarillo en melzer.

Pleurocistidios de 23–47× 5-10 µm, fusoides algunos mucronados hialinos en KOH, amarillo en melzer con contenido visible, pared gruesa. **Queilocistidios** de 45–50× 8–10 µm, fusoides, hialinos en KOH, amarillo pálido en melzer con

contenido visible, paredes gruesas. **Trama himenoforal** bilateral, formado por un estrato medio y un estrato lateral de hifas que miden 4–8 μm de diámetro, hialinas a amarillo pálido en KOH, amarillo dorado en melzer. **Pileipellis** formado por un tricoderma de hifas en palizada de 27–48 $\times$ 6–10 (–12) μm , cilíndricas a subclavadas, pared gruesa, hialinas a amarillo pálido en KOH, amarillo dorado con contenido visible en melzer, pared gruesa. **Stipitipellis** formado por caulocistidios de 29–53 $\times$ 8–12 (–13) μm clavadas a napiformes, hialinos a dorado en KOH, dorado con contenido visible en melzer, con algunos caulobasidios de 29–30 $\times$ 10 μm , clavados, hialinos concoloro a los caulocistidios, tetrásporicos.

Hábitat. Solitario. Creciendo en mantillo en bosque de *Quercus* asociado a *Q. scytophylla*, durante el mes de agosto a una altitud de 1600m.

Material estudiado. Oaxaca, municipio Mixistlán de la Reforma, Santa Ma Mixistlán, 13 agosto 2016, Ayala-Vásquez (695-ITCV)

Nota taxonómica. *Xanthoconium affine* se caracteriza por tener por presentar un píleo de color marrón a violeta, superficie aterciopelada, un contexto blanco no se mancha, aunque a veces puede mancharse ligeramente de amarillo. El material

estudiado coincide con el material descrito por Smith y Thiers (1971) y Bessette *et al.* (2000).



Figura 36. *Xanthoconium affine* a-c basidioma. d basidiosporas. e pleurocistidios. f queilocistidios. g stipitipellis. h basidio. Pileipellis. Escala a-c 10 mm. d-i 10 µm.

Xanthoconium separans (Peck) Halling & Both, Bull. Buffalo Soc. nat. Sci. 36: 240 (1998)

Figura 37

Píleo de 85 mm de diámetro, convexo a plano-convexo de color violeta-marrón (11F5-11F6) con tonos marrón-grisáceo (11F3), superficie furfurácea, margen recto.

Himenóforo subadherido, poros circulares de 0.7-1mm de diámetro, blanquecino cuando joven, amarillento con tonos anaranjados en la madurez, tubos de 16mm de longitud, concoloro a los poros, sin cambio de coloración al corte. **Contexto** de 17 mm de grosor, blanquecino, al corte algunos tonos amarillo verdoso sobre todo donde se une con el himenóforo, contexto del estípite inmutable al corte. **Estípite** de 75×25 mm, claviforme base bulbosa, de color violeta-marrón (11E7-11E7), ápice amarillento(3A6), superficie reticulada. Micelio blanquecino. Olor fungoide. Sabor insípido.

Basidiosporas de 12–16× 4–6 µm, fusoides a elípticas, anaranjado a amarillo en KOH, anaranjado- marrón en melzer, lisas, con depresión suprahilar visible. **Basidios** de 24–32× 10–12 µm, clavados, tetràsporicos con pared gruesa. Sin pleurocistidios. **Queilocistidios** muy escasos de 40–55 µm, fusoides con pared gruesa. **Pileipellis** formado por tricotermo con células terminales de 55–75× 11–15 µm, ventricoso-rostrados, clavados, hialinos a amarillento en KOH, amarillo en melzer, pared gruesa. **Stipitipellis** formado caulocistidios de 15–60× 5–15 µm, hialinos a amarillento en KOH, amarillo en melzer, pared gruesa. Reacción química. Al aplicar NH₄OH superficie del píleo azul-grisáceo, tubos de color violeta pálido, poros anaranjado-rojizo, estípite azul. Al aplicar KOH píleo verde, contexto violeta, himenóforo violeta a rojo, estípite azul pastel.

Hábitat. Solitario. Creciendo en mantillo en bosque de *Quercus-Pinus* asociado a *Q. scytophylla*, durante el mes de octubre a una altitud de 1600 m.

Material estudiado. Oaxaca, municipio Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, 3 octubre 2017, Ayala-Vásquez, (1075-ITCV).

Nota taxonómica. *Xanthoconium separans* se caracteriza por presentar un basidioma violeta-marrón, himenóforo blanquecino a amarillento, estípites reticulados. Basidiosporas de $12\text{--}16 \times 4\text{--}6 \mu\text{m}$, fusoides a elípticas, anaranjado a amarillo. El material estudiado en este trabajo concuerda con lo descrito por Smith y Thiers 1971 de Michigan.



Figura 37. *Xanthoconium separans* (1075-ITCV). a-d basidioma. e basidiosporas. f basidios. g pileipellis. h-i stipitipellis. Escala A-c= 10mm. E-i= 10 μm .

Género *Xerocomus* Quél., in Mougeot & Ferry, Fl. Vosges, Champ.: 477 (1887)

Características del género. Píleo usualmente subtomentoso o escamoso, himenóforo del tipo subboletinoide, subdecurrente a subadherido, con poros angulares y anchos de aspecto algo lamelar en su cercanía al estípite, trama himenoforal del tipo *Phylloporus* con hifas moderadamente divergentes y las hifas del estrato lateral algo más flojas y el estrato medio de hifas subparalelas o subentrelazadas. Basidiosporas elipsoides a fusiformes, elipsoides cortos algo amigdaliformes. Estípite usualmente delgado o raramente ventricoso o bulboso, reticulado sobre todo en la zona apical. Contexto o poros cambian o no de color azul al exponerse; hifas sin fíbulas. Ectomicorrícicas con *Quercus*, *Pinus*, *Abies*, *Coccoloba*. Especies pantropicales muchas comunes en el Neotrópico y en el hemisferio boreal, (García-Jiménez, 1999).

Xerocomus tenax Nuhn & Halling, in Halling, Fechner, Nuhn, Osmundson, Soyong, Arora, Binder & Hibbett, Aust. Syst. Bot. 28: 19 (2015) Figura 38

Píleo de 60–72 mm de diámetro, convexo a plano-convexo en la madurez con una depresión en el centro del píleo, de color marrón rojizo (canela), marrón-anaranjado, superficie furfurácea levemente escamoso, en etapa adulta areolado. **Himenóforo** subdecurrente, poros hexagonales a irregulares de 1-2mm de diámetro de color amarillo (4A8), al tocar se torna de marrón (6), tubos de 7mm de longitud concoloro a los poros, al contacto con el aire después de unos minutos se torna de color azul (22) después de una hora se torna a su color natural. **Contexto** de 3-9 mm de grosor blanquecino al contacto con el aire algunos tonos azules () en un tiempo muy corto.

Estípite de 40x12 mm, cilíndrico con la base atenuada, rivuloso blanquecino con tonos amarillo pálidos, contexto no cambia de coloración al corte. Micelio blanco.

Basidiosporas de 9–12×4 µm fusoides a elípticas de color verde oliváceo, en KOH, Amarillo en Melzer, liso. **Basidios** de 28–40× 8–9 µm, claviformes, hialinos en KOH, Amarillo con contenido en Melzer, biesterigmados a tetraesterigmados.

Pleurocistidios de 47–60×8–10 µm claviformes, acuminado-lanceolados, hialinos en KOH, Amarillo en Melzer con contenido visible, paredes delgadas, escasos.

Queilocistidios de 94×12 µm claviforme-mamilados, hialinos en KOH, Amarillo en Melzer con contenido, paredes delgadas con contenido en solución Melzer. **Trama himenoforal** bilateral, con hifas centrales tubulosas a cilíndricas de 4-15µm de ancho, hialinos en KOH, Amarillo en solución Melzer con contenido granuloso, hifas laterales de 15–20 µm de ancho concoloro a las hifas centrales, paredes delgadas.

Pileipellis formado por un tricoderma de 110µm de grosor de color amarillo dorado, con células terminales de 20–53×5–10 µm, fusoide-ventricosos, claviformes a mucronados. **Stipitipellis** formado por caulocistidios de 30–72×9–30 µm, hialinos en KOH, Amarillo en solución Melzer, obclavados, ventricoso-rostrados a cilíndricos con paredes gruesas.

Hábitat: solitario. Creciendo en bosque de *Pinus-Quercus*, asociado a *Quercus* sp a una altitud de altitud 2088 m, durante los meses de agosto.

Material estudiado: Oaxaca. Distrito: Santiago Zacatepec, Mixe, Municipio: San Pedro y San Pablo Ayutla, localidad: El Portillo, Ayala-Vásquez, 2 agosto 2016, (672-ITCV).

Nota taxonómica. *Xerocomus tenax* se caracteriza por presentar el píleo marrón-anaranjado a marrón- rojizo, algo escamoso a areolado en la madurez. Contexto blanquecino sin cambio de coloración al corte, estípite cilíndrico con base atenuada. *Xerocomus tenax* se puede confundir con *Xerocomellus chrysenteron* por el color del píleo, difieren por el contexto de *X. chrysenteron* que se torna azul al corte, estípite cilíndrico ensanchado en la base, basidiosporas de hasta $13 \times 4.5\text{-}6\text{ }\mu\text{m}$ de largo mientras que *X. tenax* llegan a medir hasta $12 \times 4\text{ }\mu\text{m}$. El material estudiado coincide con lo descrito por Bessette *et al.* (2017). Se registra por primera vez para México y el estado de Oaxaca.

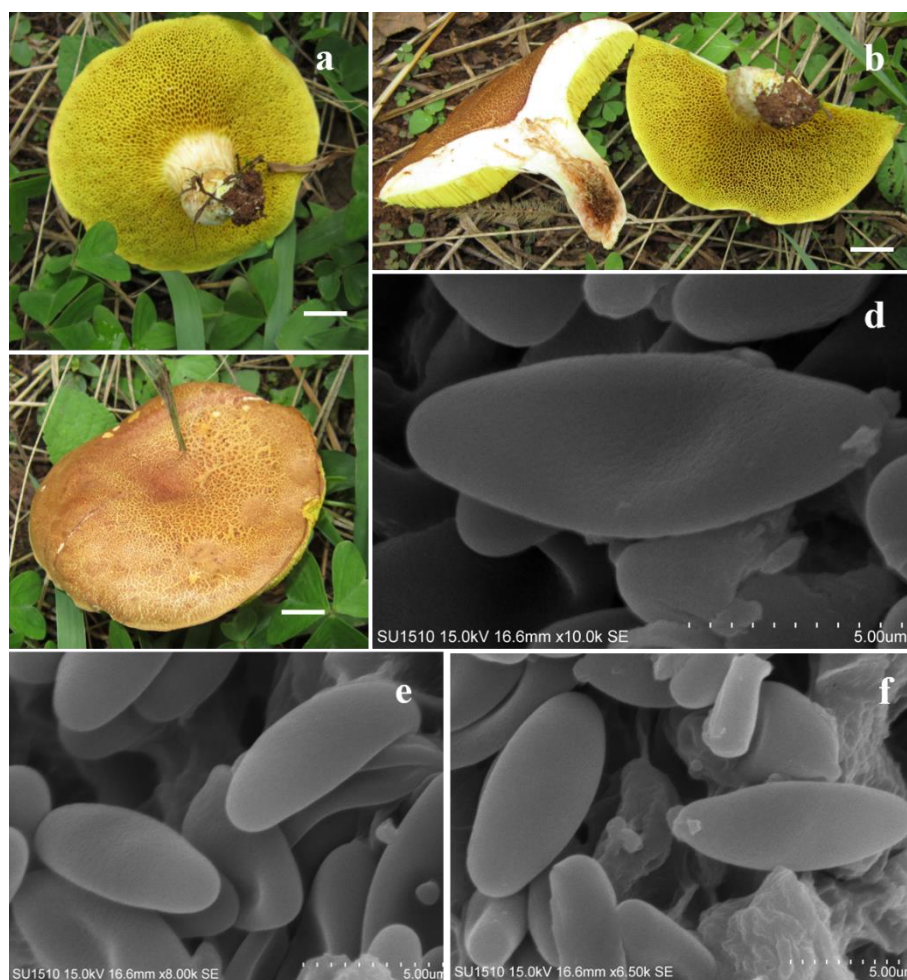


Figura 38. *Xerocomus tenax* (672-ITCV). a himenóforo. b contexto. c superficie del píleo. d-f basidiosporas ornamentadas vistas al MEB. Escala a-c= 10mm. d-f= 10µm.

Xerocomus illudens (Peck) Singer, Farlowia 2(2): 293 (1945) Figura 39

Nota taxonómica. *Xerocomus illudens* se caracteriza por un píleo onvexo, ampliamente convexo en la madurez, superficie seca, subtomentosa a areolada, de color marrón a marrón amarillento, marrón rojizo o canela. Himenóforo decurrente a subdecurrente, tubos de color amarillo (4B8) a amarillo-oliváceo (4C7) parduzco (5C8) en la madurez; poros angulares, de 1–2 mm. **Estípite** cilíndrico de atenuado en la base; sólido y resistente, superficie reticulada en el ápice, resto tomentoso, blanquecino parduzco pálido (5A4); micelio basal blanquecino a amarillento. **Basidiosporas** de 10–12(16) × 4–5 (6) µm, elípticas a subfusiformes, cistidios claviformes y fusiformes. **Pileipellis** formado por un epicutis con células terminales cilíndricas a fusoides. **Stipitipellis** formado por caulocistidios fusoides-clavados. La especie es comestible, se encuentra ampliamente distribuido en México.

Hábitat. solitario, creciendo en bosque de *Quercus- Pinus*, asociado a *Quercus* durante el mes de julio.

Material revisado. Oaxaca, Zacatepec Mixe, Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, 27 julio 2017(918-ITCV)



Figura 39. *Xerocomus illudens*. a estípite. b himenóforo. c píleo. Escala: a-c=10 mm.

Género *Xerocomellus* Šutara, Czech Mycol. 60(1): 44 (2008)

Características del género. Basidioma pileado-estipitado. Píleo hemisférico, convexo a plano, superficie tomentosa, seca. Himenóforo adherido a sinuado algunas veces depreso alrededor del estípite, color amarillo oliváceo a amarillo-marrón, algunas veces marrón, manchándose de azul al corte. Estípite de color rojo a marrón-rojizo, con estrías longitudinales. Basidiosporas lisas en microscopio electrónico de barrido, a veces con estrías longitudinales, subfusiformes a amigdaliformes con o sin depresión suprahilar, de color amarillo-marrón. Pleurocistidios y queilocistidios fusoides a lageniformes. Pileipellis formado por un palisadermo con arreglo vertical con incrustaciones en los elementos terminales.

Xerocomellus truncatus (Singer, Snell & E.A. Dick) Klofac, Öst. Z. Pilzk. 20: 39 (2011) Figura 40

Píleo de 50–61 mm de diámetro, convexo, de color marrón (6F7) con tonos rosáceos en el borde (11A5), margen entero, superficie seca a areolada en la madurez. **Himenóforo** poroide, poros de 0.5–1mm de diámetro, angulares de color amarillo(4A8), al tocar se torna azul (21E7), tubos de 11 mm longitud, concoloro a los poros, al corte se torna azul (21E7). **Contexto** de 12mm de grosor, espojoso blanquecino, al corte se mancha azul (21E7), contexto del estípite compacto, blanquecino en la parte media y ápice, resto rojo oscuro a vináceo, manchándose de color azul (21E7) al corte. **Estípite** de 50–60× 9–10 mm, cilíndrico, de color rosa a rojo pálido en el ápice (11A5) resto marrón pálido (5E3), superficie furfurácea. Micelio amarillento (4A2). **Basidiosporas** de (–12)13–17(–21) × 4–5(–6) µm, lisas, subfusiformes truncados con depresión suprahilar visible, color marrón a amarillo en KOH. **Basidios** de 28–34× 8–10(–11) µm, clavados hialinos en KOH, amarillento en Melzer tetrasporicos. **Trama himenoforal** del tipo *phylloporoide*, un estrato medio y lateral de hifas tubulosas que miden 6–8(–12), hialinas en KOH, amarillo pálido en melzer. **Pleurocistidios** de 32–40 × 8–9(–10) µm, mucronados, fusoides, hialinos en KOH, amarillo en melzer, pared delgada 0.5–1 µm, escasas. **Queilocistidios** de 47–60 (79) × 8–10(–12) µm, fusoide-ventricosos, obclavados, algunos lecitiformes, hialinos en KOH, amarillo en melzer, pared de 0.5–1 µm. **Pileipellis** formado por un tricoderma de hifas entrelazadas con células terminales de 12–35 (40) × 6–9 µm subclavadas a cilíndricas con ápice redondo, de color amarillo-marrón en KOH, con contenido granuloso en melzer, pared gruesa de .5-

1µm. **Stipitipellis** formado por caulocistidios de 30–35(–43) × 7–9 µm, clavados, fusoide-ventricosos, hialinos a marrón en KOH, con contenido granuloso en melzer.

Hábitat. Solitario, creciendo en bosque de mixto de coníferas, asociado a *Abies guatemalensis*, durante los meses de julio-noviembre a una altitud de 2800-3010

Material revisado. Oaxaca, Santa Catarina Ixtepeji, La Cumbre, 500m rumbo a las cabañas, Ayala-Vásquez, 96°36'21.37"17°10'28.81", 2734m, 18 julio 2017, (842-ITCV), Oaxaca, Santa Catarina Ixtepeji, La Cumbre, paraje Cabeza de Vaca, 96°38'48.33"17° 09'32.24", 3002m, Ayala-Vásquez 19 julio 2017 (862-ITCV). Oaxaca, Santa Catarina Ixtepeji, La Cumbre, paraje Corral de Piedra, 96°38'47.23"17° 09'02.87", Ayala-Vásquez 19 julio 2017 (862-ITCV), Oaxaca, Santa Catarina Ixtepeji, La Cumbre, paraje Peña Prieta el Estudiante, 96°38'30.42"17° 10' 51.30", Ayala-Vásquez 19 julio 2017 (862-ITCV), Oaxaca, Santa Catarina Ixtepeji, La Cumbre, paraje Cabeza de Vaca, 96°38'19.31"17°11'25.65", 3002m, Ayala-Vásquez 8 octubre 2017 (1132-ITCV).

Nota taxonómica. *Xercomellus truncatus* se caracteriza por la superficie del píleo tomentosa, seca, agrietado a areolado, marrón pálido, marrón-amarillento a marrón, basidiosporas truncadas lisas, crece asociado a *Abies* y *A. hickelii*.

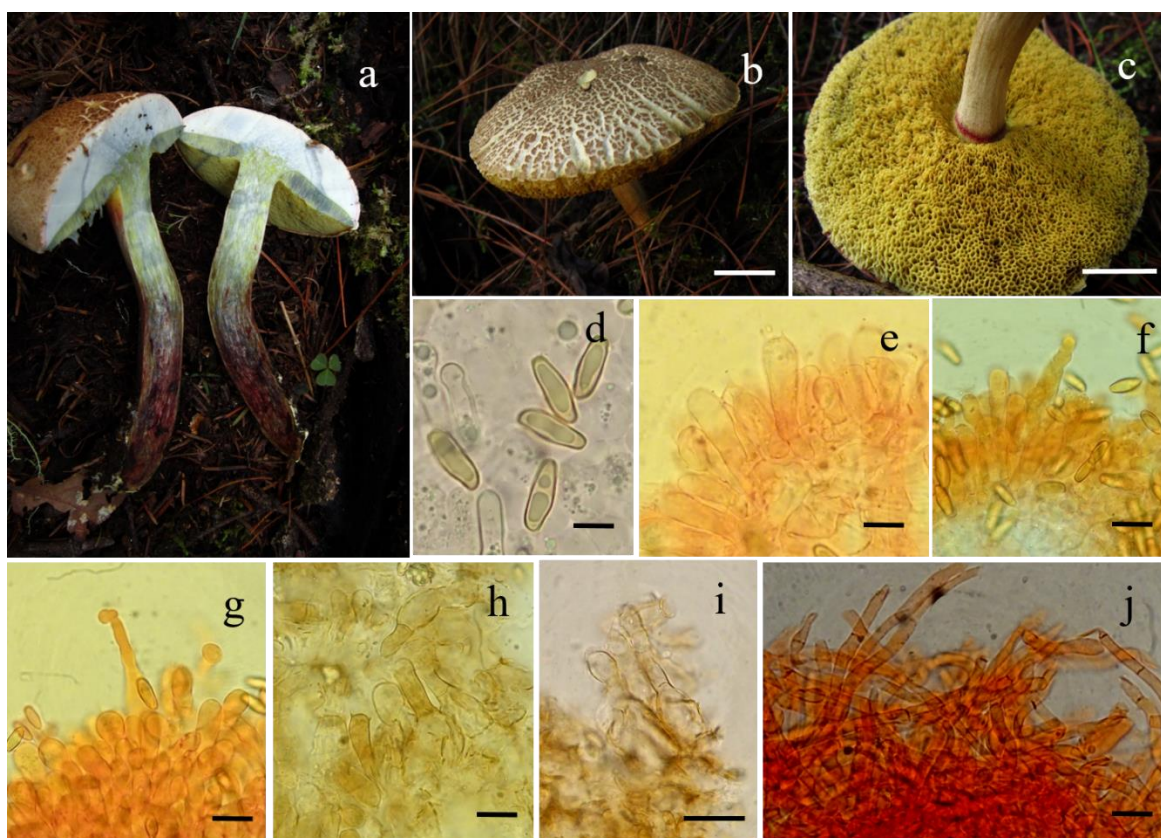


Figura 40. *Xercomellus truncatus*. b-c basidioma. d basidiosporas. e basidios. f pleurocistidios. g queilocistidios. h-i stipitipellis. j pileipellis. Escala: b-c= 10 mm, d-j= 10 μ m.

Familia Boletinellaceae P.M. Kirk, P.F. Cannon & J.C. David, in Kirk, Cannon, David & Stalpers, Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi, Edn 9 (Wallingford): ix (2001)

Familia con basidiocarpos pileado-estípitados, píleo glabro a subtomentoso de color marrón-amarillento a marrón-oliváceo. Estípite con algunos colores oscuros en la base, superficie lisa o reticulada, excéntrico. Si tiene estípite excéntrico, himenóforo decurrente, tubos cortos, pertenece al género *Boletinellus*. Basidioma con estípite

central, himenóforo depresso alrededor del estípite, tubular color amarillo-oliváceo a amarillo-marrón, pertenece al género *Phlebopus*.

Género *Boletinellus* Murrill, Mycologia 1(1): 7 (1909)

El género se caracteriza por un basidioma pileado-estipitado, pileo de colores marrón oscuro, marrón, marrón con tonos anaranjados, himenóforo con poros grandes, circulares, hexagonales a irregulares de color amarillo a amarillo-oliváceo, manchándose de azul al mallugar, estípite excéntrico o central, cilíndrico a subclavado. Basidiosporas elipsoides a ovoides, cistidios ventricosos-rostrados, lanceolados. El género se distribuye principalmente en bosques subtropicales a tropicales.

Boletinellus monticola (Singer) Watling in Watling & Meijer, Edinb. J. Bot. 54(2): 245 (1997) Figura 41

Píleo excéntrico o céntrico, de 19–80 mm de diámetro, plano-convexo a plano ligeramente depresso en el centro, de color marrón pálido cuando joven, marrón-vináceo en la etapa adulta superficie húmeda cubierta de fibrillas que le dan aspecto afieltrado, margen estéril incurvado. **Himenóforo** decurrente, poros de 1-3 mm de diámetro, irregulares de color amarillo cítrico cuando joven, amarillo-marrón en la madurez, al tocar se torna azul oscuro a azul-grisáceo. **Contexto** de 6–10 mm de grosor esponjoso blanquecino, al corte se torna marrón-vináceo cuando viejo. **Estípite** de 30–45x4–10 mm, subclaviforme, concoloro al píleo, furfuráceo, al tocar se mancha marrón oscuro. **Contexto** blanquecino al oxidarse marrón-vináceo. Olor fungoide sabor insípido. Micelio blanco. **Reacción química.** Píleo de color marrón, ámbar, himenóforo color ámbar, contexto vináceo y estípite marrón oscuro. Al

aplicar NH₄OH el píleo se torna de color vináceo pálido, himenóforo marrón, contexto de color gris pálido, estípites negativos. **Basidiosporas** 6–8x4.5–5 µm subglobosas algunas ovadas, sin depresión suprahilar visible, gutuladas de color verdoso, pared delgada, hialinas en KOH. **Basidios** de (24–) 26–30 (–33) x 6–9 µm, clavados, tetrasporicos, hialinas en KOH. **Pleurocistidios** de 32–46 x 5–8 µm, subampulaceos, lanceolados, hialinos en KOH, pared de 0.5 µm de grosor, hialinos a marrón pálido en KOH. **Queilocistidios** de 50–67 x 7–8 µm, ventricosos-rostrados, fusoides, pared delgada (0.5–0.8 µm), hialinos en KOH. **Pileipellis** formado por un tricoderma de hifas entrelazadas con células terminales de 20–50 (–66) x 4–7 µm, cilíndricas, subclavadas ápice redondeado, hialinas a marrón en KOH, amarillo-marrón en melzer. **Stipitipellis** formado por caulocistidios de 33–42 (–50) x 4–8 (–10) µm, fusoides, mucronados a obclavados, hialinos a marrón pálido en KOH, pared delgada. **Caulobasidios** de 28–30 x 4–4 µm subclavados a cilíndricos, tetrasporicos.

Hábitat. Disperso. Creciendo en mantillo de bosque de *Quercus* y bosque mesófilo de montaña, asociado a *Alnus acuminata* durante los meses de julio a diciembre, a una altitud de 2072–2670 m.

Material estudiado: Oaxaca. Municipio Mixistlán de la Reforma, Localidad Santa María Mixistlán, paraje stsaadenkuubakm, bosque de *Quercus*, 31 octubre 2016, Ayala-Vásquez, (736-ITCV); Santa María Mixistlán, bosque mesófilo de montaña, 4 noviembre 2016, Ayala-Vásquez, (796-ITCV); Municipio Mixistlán de la Reforma, Localidad Santa María Mixistlán, bosque mesófilo de montaña, 25 diciembre 2016, Ayala-Vásquez, (806-ITCV); Santa María Mixistlán, bosque mesófilo de montaña,

22 julio 2017, Ayala-Vásquez, (881-ITCV); Municipio Mixistlán de la Reforma, Localidad Santa María Mixistlán, bosque mesófilo de montaña, 24 julio 2017, Ayala-Vásquez (891-ITCV); Municipio Mixistlán de la Reforma, Localidad Santa María Mixistlán, bosque de *Quercus*, 30 julio 2017, Ayala-Vásquez (934-ITCV, 935-ITCV, 936-ITCV); Municipio Mixistlán de la Reforma, Localidad Santa María Mixistlán, bosque de *Quercus*, 03 agosto 2017, Ayala-Vásquez (957-ITCV, 958-ITCV, 959-ITCV); Santa María Mixistlán, bosque mesófilo de montaña, 5 julio 2017, Ayala-Vásquez (973-ITCV, 974-ITCV).

Distribución: Se amplía su distribución para el estado, ya que Singer *et al.* (1990) lo reportaron de San Andrés Hidalgo, municipio de Huautla de Jiménez, región cañada.

Observación taxonómica: *Boletinelus monticola* se caracteriza por un píleo fibriloso víscido, margen estéril, himenóforo amarillo poros hexagonales de color amarillo pálido, amarillo oliváceo tornándose de azul al mallugar, contexto blanquecino al corte se torna azul oscuro, estípites con un anillo.

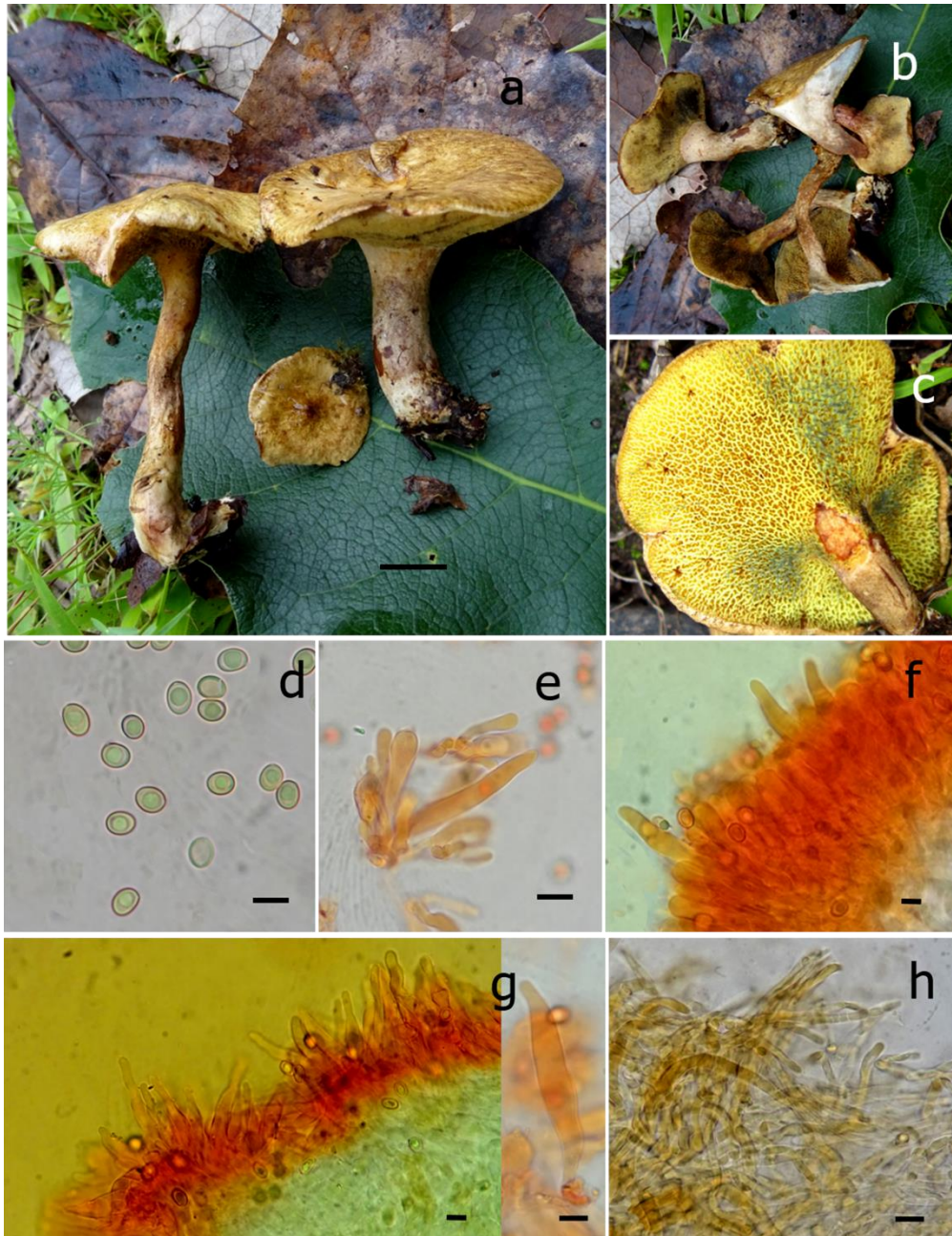


Figura 41. *Boletinellus monticola* (1063-ITCV). a-c basidioma. d basidiosporas. e basidios y pleurocistidios. f queilocistidios. g stipitipellis. h pileipellis. Escala a=10 mm, d-h=10 μm.

Familia Calostomataceae E. Fisch., in Engler & Prantl, Nat. Pflanzenfam., Teil. I (Leipzig) 1(1): 339 (1898) [1900]

Calostomataceae se caracteriza por presentar un basidioma gastromycetoide. Presenta un peridio con tonos que van desde amarillo, anaranjado, con una pequeña o conspicua base coriácea de color marrón, reticulado-alveolado. La familia cuenta con un solo género *Calostoma* que significa boca hermosa por el peristoma en el ápice del peridio globoso que a menudo es de color rojo, anaranjado-rojizo, endoperidio blanquecino a amarillo pálido, rosa. Basidiosporas reticulada-alveoladas, elípticas, paracapilicio visible cuando joven, compuesto por fíbulas hialinas a amarillentas. Actualmente el género cuenta con 30 especies. Se distribuyen en zonas templadas y subtropicales, forma asociaciones ectomicorrizas con especies de *Quercus*.

Calostoma cinnabarinum Desv., J. Bot. (Desvaux) 2: 94 (1809) Figura 42

Peridio globoso de color anaranjado o rojizo brillante, de 15-20 mm de diámetro, con una capa externa gelatinosa, transparente y delgada. Presenta un peristoma apical en forma de cruz cuando la fructificación está en su fase madura. **Gleba** de color blanco a crema cuando joven y en su fase adulta se vuelve pulverulenta. Los hongos maduros presentan una base rizomórfica cartilaginosa–gelatinosa, de alveolada a lacunosa, hialina a marrón pálido, de 20–30 x 55 mm de longitud. Basidiosporas de 14–20 x 6.3–8.5 µm, elípticas color amarillo marrón en KOH, con perforaciones irregulares vistas al microscopio electrónico de barrido.

Hábitat: disperso creciendo en bosque mesófilo de montaña y bosque *Quercus*, durante los meses de julio a noviembre.

Material estudiado. México, Oaxaca. Distrito. Distrito. Santiago Zacatepec, Mixe, Municipio. Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, 22 julio 2017, Ayala-Vásquez (751-ITCV), Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, 22 julio 2017, Ayala-Vásquez (752-ITCV), Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, 22 julio 2017, Ayala-Vásquez (753-ITCV), Municipio: Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, 1 noviembre 2017, Ayala-Vásquez (762 -ITCV), Municipio. Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, 3 noviembre 2016, Ayala-Vásquez (782 -ITCV), Santa María Mixistlán, 22 julio 2017, Ayala-Vásquez (882 -ITCV), Municipio, Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, 22 julio 2017, Ayala-Vásquez (883 -ITCV), Municipio: Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, 2 agosto 2017, Ayala-Vásquez (956 -ITCV), Municipio Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, 26 septiembre 2017, Ayala-Vásquez (1068 -ITCV).

Nota taxonómica. *Calostoma cinnabarinum* se distingue del resto de las especies, por el exoperidio gelatinoso, mesoperidio anaranjado-rojizo, basidiosporas elípticas con un retículo o más bien perforaciones prominentes vistas claramente en el MEB. En México se distribuye principalmente en el bosque mesófilo de montaña, y bosque de *Quercus*. La especie es comestible en la región mixe alta asada o cruda en mixe se le da el nombre de Na'ax tuutx (huevos de la tierra).

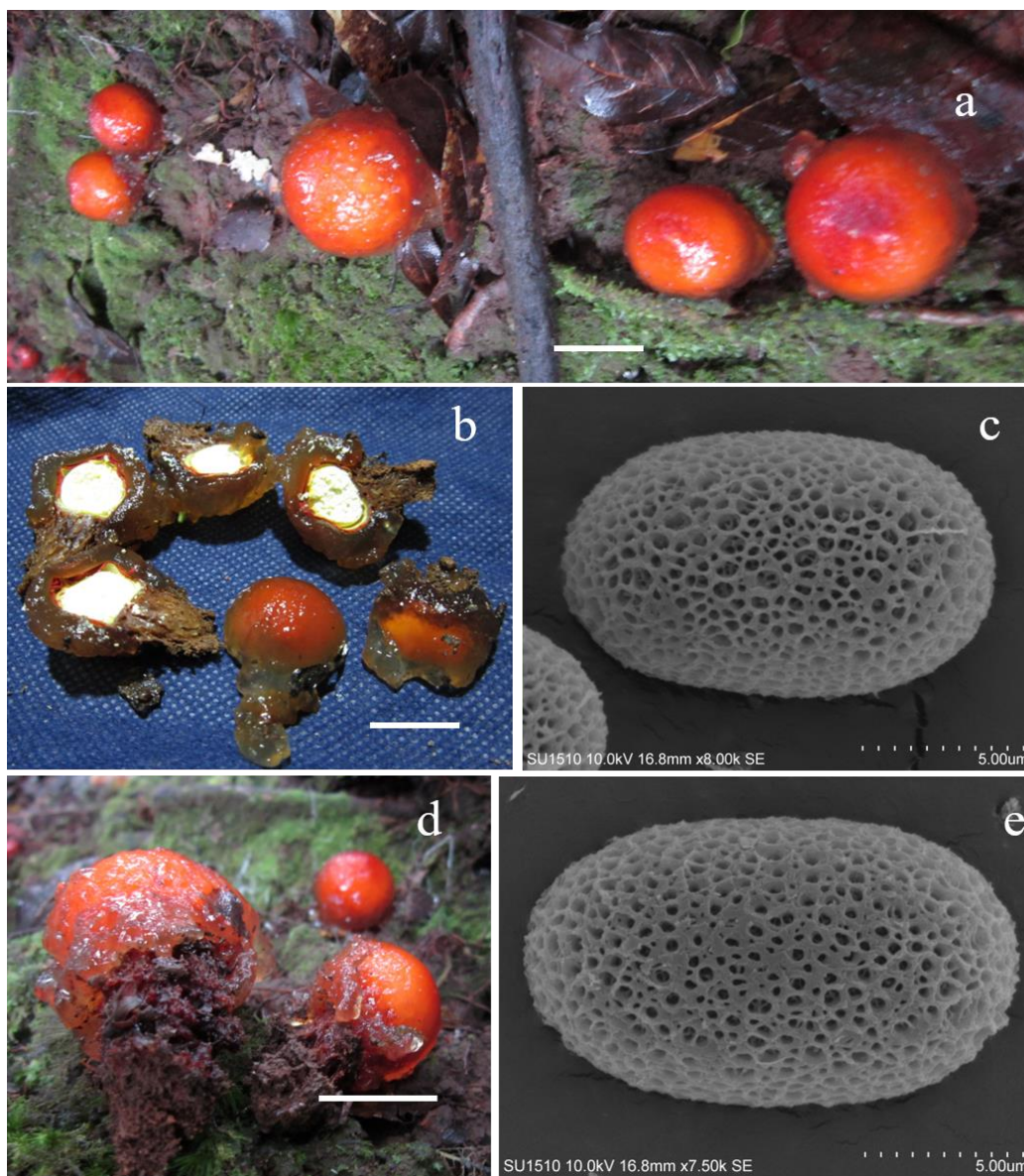


Figura 42. *Calostoma cinnabarinum* (751-ITCV). a, b, d basidioma. c, e basidiosporas vistas al microscopio electrónico de barrido. Escala a, b, d=10 mm, c, e=10 μ m.

Familia Diplocystidiaceae Kreisel [as 'Diplocystaceae'], Feddes Repert. Spec.

Nov. Regni veg. 85(5-6): 334 (1974)

La familia cuenta con 5 géneros, *Astraeus*, *Diplocystis*, *Diploderma*, *Endogonopsis* y *Tremellogaster*. Se caracteriza por presentar basidiomas gasteroides, globosas a subglobosas,

Astraeus Morgan, J. Cincinnati Soc. Nat. Hist. 12: 19 (1889)

El género se distribuye en los bosques tropicales, subtropicales y templados. Forman asociaciones ectomicorrizas con árboles de las familias Betulaceae, Dipterocarpaceae, Ericaceae, Fagaceae and Pinaceae (Wilson *et al.* 2012).

Tabla 5. Tabla comparativa de tres especies de *Astraeus*

Especies	Peridio	Capilicio	Basidiosporas
<i>Astraeus smithii</i>	Globoso a elipsoide de 10-30 mm, 7-15 brazos,	Capilicio marrón pálido con incrustaciones, pared gruesa	Globosas de 7.5–12.5 μm , con un recubrimiento hialino
<i>A. morganii</i>	Globoso-depreso de 50-76mm, 7-20 brazos	Capilicio delgado	Globosa de 7-10 μm , verrucosas.
<i>A. hygrometricus</i>	Globoso ligeramente aplanado de 20-25mm, 2-14 brazos	Capilicio ligeramente ornamentado de 4.5–6.5 μm , hialino a dorado.	Globosas de 10–12.5(–13.5) μm , con una gutula central, verrucosas

Astraeus smithii Watling, M.P. Martín & Phosri, in Phosri, Martín & Watling, IMA Fungus 4(2): 354 (2013) Figura 43

Basidiomas al principio redondeados de 15 a 35 mm de diámetro de color blanquecino cuando joven, en la madurez el exoperidio se desgarran en 8 - 14 brazos dándole apariencia de estrella, que puede alcanzar los 30-45 mm de longitud, estos brazos son de color pardo marrón en la cara externa y más pálidos en la interna, en tiempo húmedo se extienden y en días secos se levantan y recurvan. El endoperidio mantiene su forma globosa, de hasta 35 mm, de consistencia membranosa de 1mm de grosor, libera las esporas por un orificio que se forma en la parte apical. **Gleba** blanquecina cuando joven, marrón oscuro, esponjoso en la madurez. **Basidiosporas** de 7 –11(12) $\times$ 7 –11(12) μm , Q=1, Lm=10.4, Am= 10.4, n=45,

globosa con una ornamentación equinada con pequeñas espinas unidas por un retículo irregular de color marrón oscuro, recubierta por una capa hialina en KOH.

Hábitat. Disperso. Creciendo en suelos arenosos y arcillosos creciendo siempre en lugares abiertos, en orillas de caminos y taludes, en bosques de *Quercus-Pinus* y bosque de *Pinus-Quercus*, durante los meses de septiembre a octubre desde 1450 hasta 1600 m.

Material estudiado. Oaxaca. Municipio; Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, 3 octubre 2017, O. Ayala-Vásquez (1085-ITCV), Municipio; Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, 4 septiembre 2016,7 Ayala-Vásquez (1164-ITCV)

Nota taxonómica. *Astraeus smithii* se caracteriza por presentar un peridio de 10-35mm de diámetro, brazos de 7-15. En campo se puede confundir con *A. hygrometricus* o *A. morganii*, pero difieren por el tamaño y numero de brazos en la tabla 6.

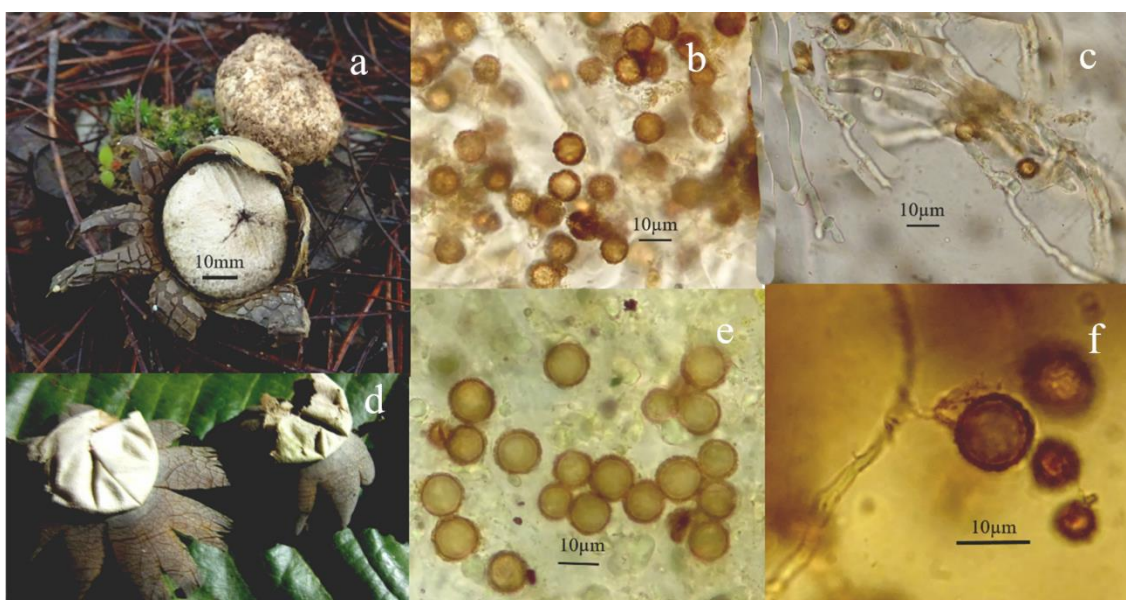


Figura 43. *Astraeus smithii* (ITCV-1085, ITCV-945). a, d basidioma. b, e basidiosporas. c basidios.
Escala: a, d=10 mm, b, c, e, f=10 μ m.

Familia Sclerodermataceae Corda [as 'Sclerodermaceae'], Icon. fung. (Prague) 5: 23 (1842)

La familia Sclerodermataceae se caracteriza por incluir hongos sin capilicio y sin himenio, con esporas equinuladas o reticuladas en el estado adulto, lisas recién expulsadas del basidio y con un peridio sencillo o complejo y a veces gelatinoso.

Género *Scleroderma* Pers., Syn. meth. fung. (Göttingen) 1: xiv, 150 (1801)

Gleba no dividida en peridiolos en la madurez. **Peridio** grueso y corchoso o algo membranoso; rara vez con una inconspicua y delgada capa cubriendo a la gleba. en la falta de capilicio y en la estructura equinulada o reticulada de las esporas.

Tabla 6. comparación de cuatro especies de *Scleroderma*

Nombre de la especie	Basidioma	Gleba	Basidiosporas
<i>Scleroderma polyrhizum</i>	60-100mm, globoso, irregular a irregular, sésil.	marrón-grisáceo, violeta-marrón	((6-) 7-11 (-12) μ m diam, subreticulado, espinas o reticulo de de 0.5-1 μ m
<i>S. hypogaeum</i>	15-50 mm diam, globoso, regular o irregular sésil o con pseudostipite corto	Blanquecina a rojo-marrón	(15-) (17-) 20-23 (-26) (-30) μ m diam μ m, reticulado, retículo de 1-2(5) μ m
<i>S. citrinum</i>	20-100 mm, globosa a ovoide, sésil o pseudoestipite corto, marrón-amarillento anaranjado-marrón	(9-) 11-14 (-17) μ m, subreticulado a reticulado espinas y retículo de 1-2.5 μ m.	Bosque de <i>Pinus</i>

<i>S. texense</i>	60-100mm de diámetro, gris-amarillento	(6-) 7-11 (-12) μm , subreticulado espinas y retículo de 0.8 μm	Bosque de <i>Pinus-Quercus</i>
-------------------	--	---	--------------------------------

Scleroderma aff. hypogaeum

Figura 44

Basidioma de 10×14 mm diámetro, globoso, regular o irregular, sésil, dehiscencia irregular, en la madurez se rompe para expulsar las basidiosporas. Pseudoestipite de 15-25 ×7-8 mm, cilíndrico base angosta de color blanquecino. Rizomorfos de 10mm de longitud abundantes, Peridio de 1 mm de grosor, liso. **Gleba** blanquecina cuando joven, en la madurez se torna violeta(17E4) marrón oscuro. Olor fungoide. Sabor fungoide. **Basidiosporas** (13-) 15-19 (-21) μm diámetro con espinas, equinulado, reticulado, retículo y espinas de (1-) 4 (-5) μm de longitud, algunas espinas encurvadas. Basidio no observado. Peridio formado por un tricotermo de hifas entrelazadas de 2-5 μm de grosor, pared gruesa ($\leq 1 \mu\text{m}$). Fíbulas presentes.

Hábitat –solitario, subhipogeo a epigeo, bosque de *Quercus*, bosque de *Pinus-Quercus* y bosque mesófilo de montaña, creciendo durante el mes de julio a octubre.

Material estudiado. Oaxaca, Santiago Zacatepec, Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, Ayala-Vásquez, 5 agosto 2017, (909 -ITCV); Santa María Mixistlán, Ayala-Vásquez, 5 agosto 2017, (979 -ITCV), Santa María Mixistlán, Ayala-Vásquez, 14 septiembre 2017, (1044-ITCV), Santa Catarina Ixtepeji, km 2 rumbo a las cabañas, 20 agosto 2017, Ayala-Vásquez (1175-ITCV), Santa María Mixistlán, Ayala-Vásquez, 4 octubre 2017, (1096-ITCV).

Nota taxonómica. *Scleroderma aff. hypogaeum* se caracteriza por un basidioma con estípite de 10-25× 7-8, coincide con *S. hypogaeum* en los caracteres del basidioma, pero difieren porque, *S. aff. hypogaeum* tiene las basidiosporas mientras que *S. hypogaeum* (11) 20-23 (-30) μm , subreticulado a reticulado, retículo de (1.5-) 2-4 (-5) μm (Guzmán *et al.* 2013). Para una mejor identificación hace falta el estudio molecular.

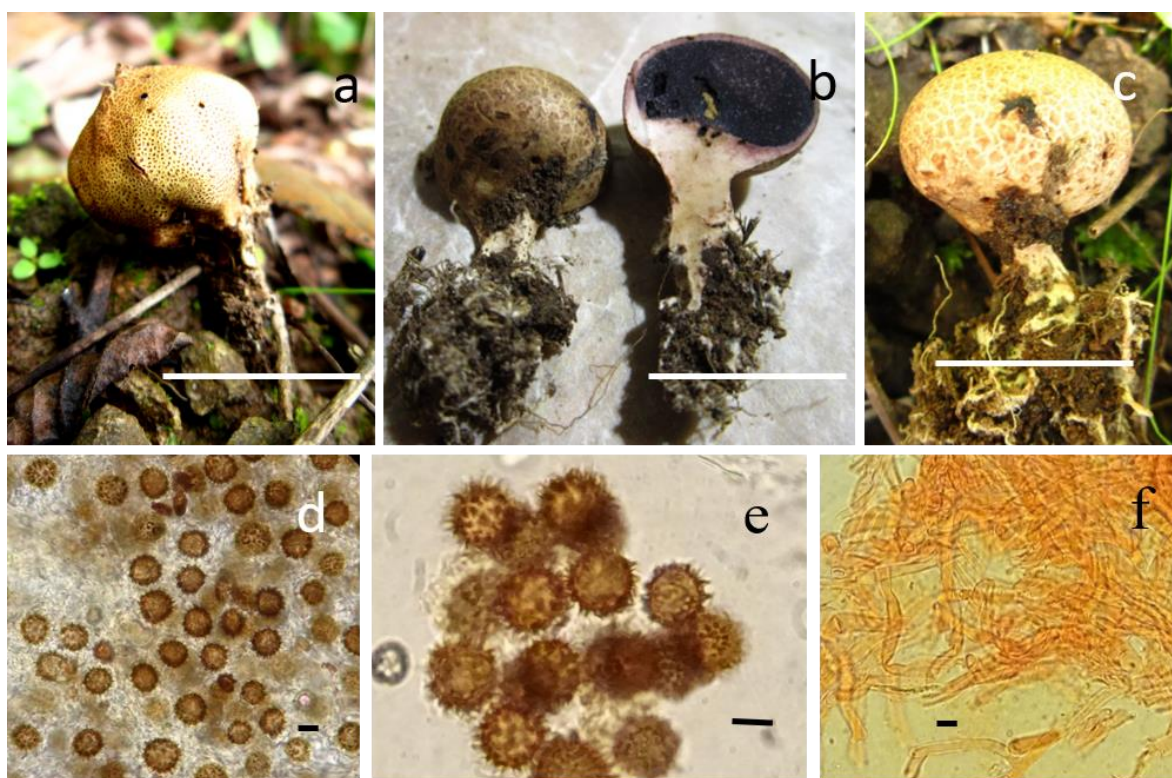


Figura 44. *Scleroderma aff. hypogaeum* (909-ITCV). a-c basidioma. d-e basidiosporas. f hifas con fíbulas. Escala a-c=10 mm, d-f=10 μm .

Scleroderma polyrhizum (J.F. Gmel.) Pers., Syn. meth. fung. (Göttingen) 1: 156 (1801)

Figura 45

Basidioma de 80×60 mm de diámetro, sésiles con pseudoestipite, subglobosos, ovoides a piriformes. Exoperidios escuarroso con escamas delgadas, de color

amarillo cuando joven, anaranjado marrón-rojizo en la madurez. Endoperidio de 3–4 mm de grosor, blanquecino al corte algunos tonos violetas. **Gleba** compacta blanquecina cuando joven, pulverulento negruzco con tonos violetas en la madurez. Pseudoestipite de 18×30 mm, cortos sésiles de color blanquecino. **Basidiosporas** de (6–)8–12 μm globosas reticuladas a subreticuladas, retículo de 2–3 μm , de color marrón en KOH, marrón-rojizo en melzer. **Basidios** de 15–27×4–6 μm , clavados bispóricos, tetràsporicos hialinos en KOH. con fíbulas presentes.

Hábitat. Solitario a gregario creciendo en suelo arenoso, en bosque de *Pinus-Quercus*, bosque de *Quercus-Pinus* durante el mes de julio a octubre a una altitud de 1540–1765m.

Material estudiado. Oaxaca, Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, Ayala-Vásquez, 2 agosto 2017, 951, (954 -ITCV), Ayala-Vásquez, 27 julio 2017, (929-ITCV).

Nota taxonómica. *S. polyrhizum* se caracteriza, esporas con retículo irregular de 2–3 μm de longitud.

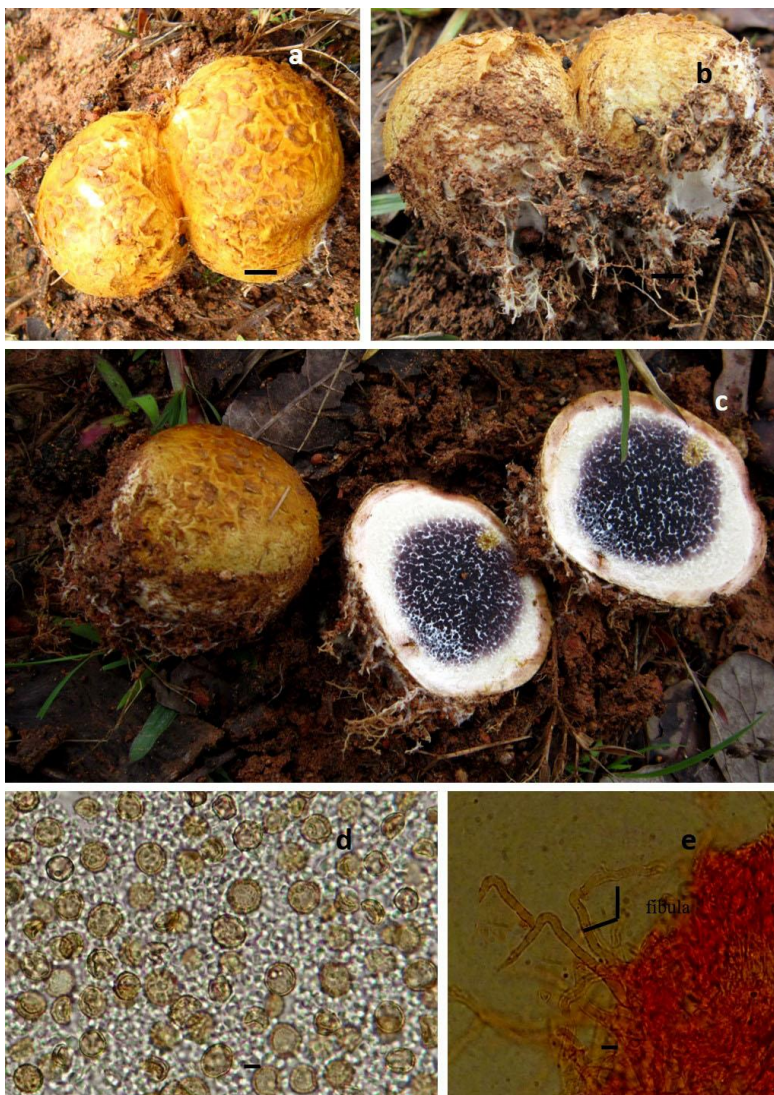


Figura 45. *Scleroderma polyrhizum* (951-ITCV). a-c basidioma. d basidiosporas. e fíbulas. Escala: a-c=10 mm, d-e=10 μ m.

Scleroderma aff. citrinum

Figura 46

Basidioma de 58×65 mm de diámetro, subglobosos, blanquecino marrón pálido (5A2), marrón a amarillo-anaranjado en la madurez, superficie lisa cuando joven, escamas irregulares en la madurez, peridio de 6mm de grosor, blanquecino cuando joven, marrón-amarillento en la madurez. rizomorfos o pseudoestípites blanquecino de 10×1–2. **Gleba** compacta cuando joven blanquecino, marrón negruzco y pulverulenta en la madurez. **Basidiosporas** de (10-) 12–17(–19) μ m, globosas a

subglobosas, reticulados a equinuladas, espinas de 2–3 μm de longitud, color marrón.

Hábitat. Gregario creciendo en bosque de *Pinus-Quercus*, *Quercus-Pinus* durante el mes de julio a octubre a una altitud de 1765m.

Material estudiado. Oaxaca, Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, Ayala-Vásquez, 27 julio 2017, (927-ITCV), Ayala-Vásquez, 27 julio 2017, (928-ITCV).

Nota taxonómica. *S. aff. citrinum* se caracteriza por sus esporas de tamaño de sus basidiosporas de 10–19 μm . comparte algunas características con *S. texense* por el tamaño del basidioma, color del peridio, pero difieren porque, por el tamaño la especie se tiene probablemente se asocia con *Pinus*. *Se distribuye el estado de Jalisco*

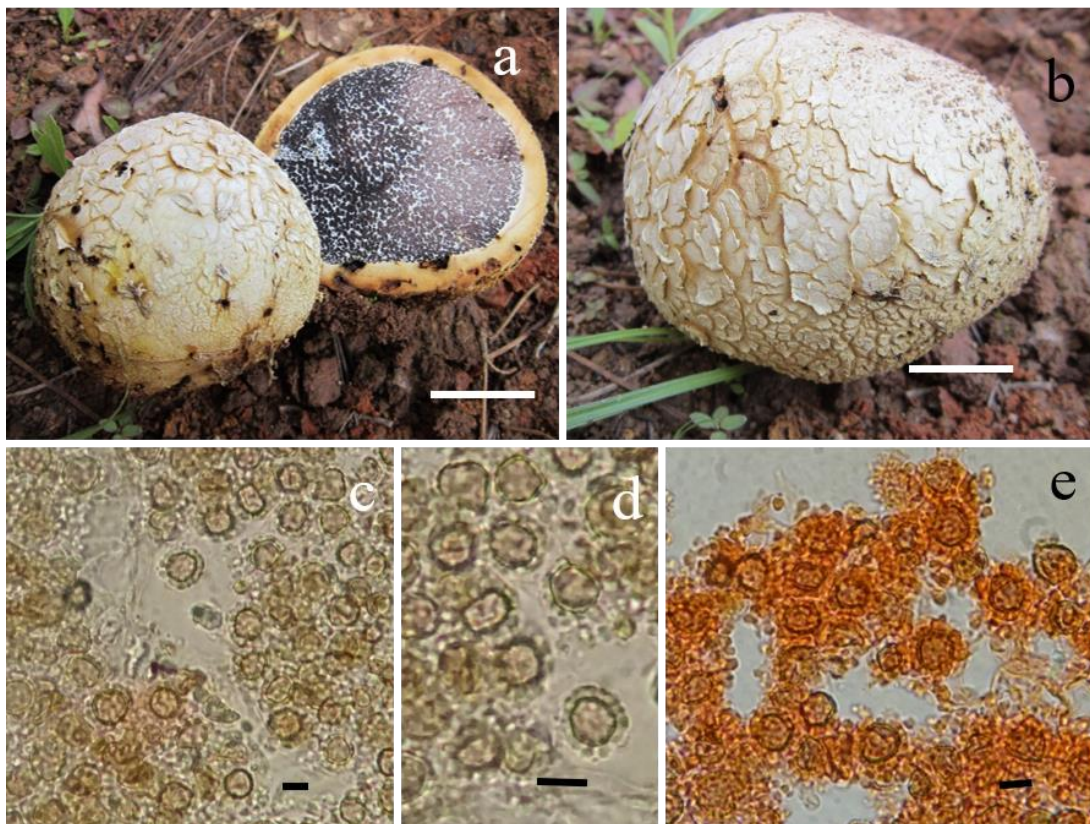


Figura 46. *Scleroderma* aff. *citrinum* (928-ITCV). a-b basidioma (10 mm). c-e basidiosporas (10 μm).

Scleroderma texense Berk., London J. Bot. 4: 308 (1845)

Peridio de 45–70 mm, color amarillo marrón, escamoso, muy seco, con rizomorfos de color blanquecino a amarillento, endoperidio de 5 mm de grosor, de color blanquecino con tonos marrón-grisáceo, amarillo a marrón-anaranjado de consistencia dura. **Basidiosporas** de 6–10 (12) μm, subreticulado, equinulado, espinas de 5–7 μm,

Hábitat. Disperso. Creciendo en bosque de *Pinus-Quercus* asociado a *Q. rugosa* durante el mes de agosto a una altitud de 2088 msnm.

Material estudiado. Oaxaca. Santiago Zacatepec, San Pedro y San Pablo Ayutla. Paraje: El Portillo, Ayala-Vásquez, 02 agosto 2016 (675-ITCV).

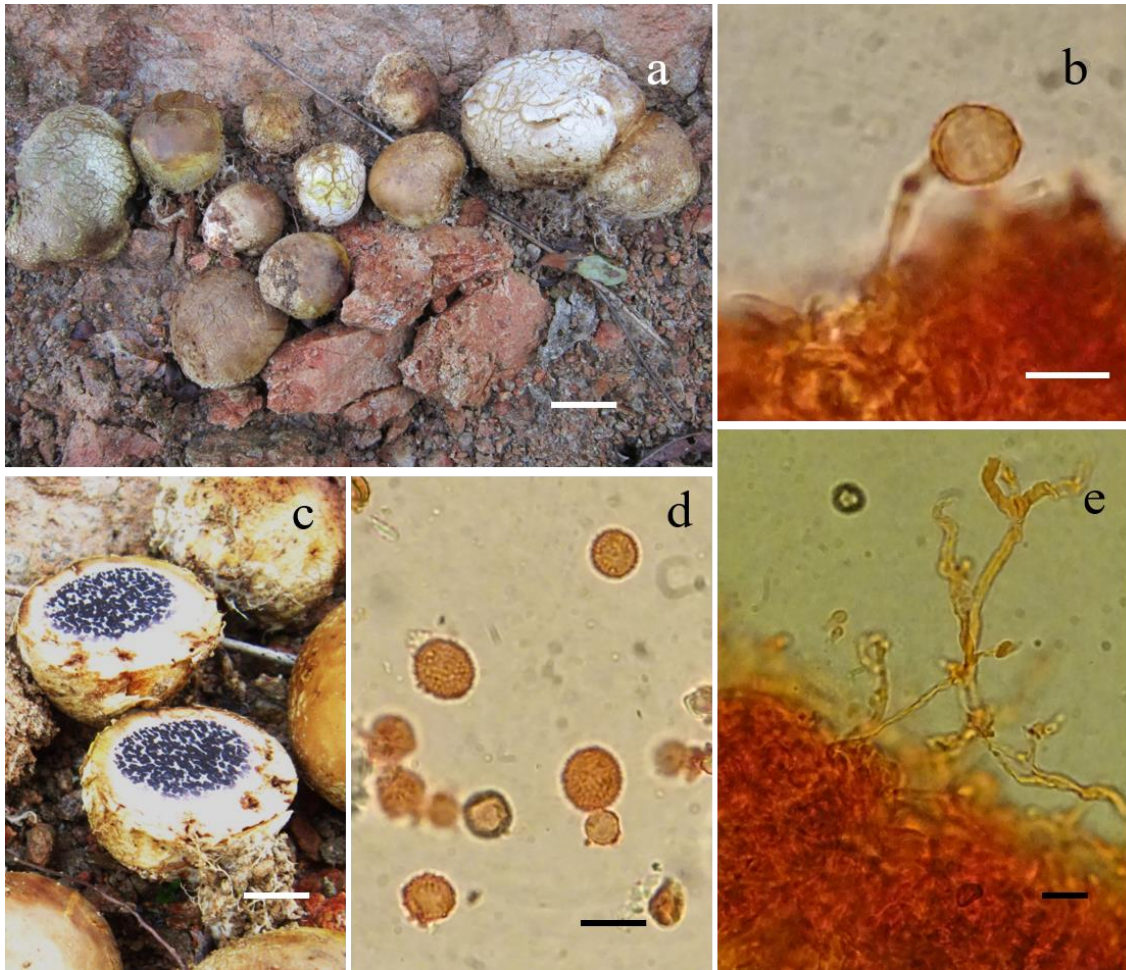


Figura 47. *Scleroderma texense* (Ayala-Vásquez, 952-ITCV), a basidiomas. b basidio. c gleba. d basidiosporas. e hifas con fíbulas. Escala: a, c =10 mm, b, d, e= 10 μ m.

Género *Pisolithus* Alb. & Schwein., Consp. fung. (Leipzig): 82 (1805)

Un género distinguido de la esclerodermia por la individualización de partes fértiles en peridiolos falsos muy aparentes, sin embargo, se desintegran en la madurez, así como por un exoperidio más delgado y frágil, exponiendo rápidamente los peridioles. Peridio delgado y quebradizo.

Pisolithus arhizus (Scop.) Rauschert, Z. Pilzk. 25(2): 50 (1959)

Figura 48

Basidioma de 16–25×29–80 mm, piriforme, de color verde oscuro (30F8) a marrón oscuro con tonos negruzcos, superficie lisa. **Gleba** formada por múltiples alveolos blanquecinos cuando joven, verde oscuro en la madurez de 2-4 mm de diámetro.

Pseudoestípite de 34-60×11-25 concoloro al peridio. **Basidiosporas** de (7–) 8–11(–12) × (7–) 8–11(–12) μm , $Q = 1.02$, $N = 51$ globosas, gutuladas, equinuladas con espinas que pueden alcanzar las 1.5-3 μm , marrón pálido a marrón oscuro en KOH. **Basidios** de 14–20× 5–7 μm , clavados, hialinos en KOH. Gleba formada por hifas cilíndricas de 1.5–8 μm , septadas, fíbulas abundantes.

Hábitat. disperso. Creciendo en bosque mesófilo de montaña y bosque de *Quercus* asociado a *Q. laurina*, *Q. elliptica* durante el mes de julio a una altitud de 2294 m.

Material estudiado: Oaxaca. Santiago Zacatepec, Mixistlán de la Reforma. Paraje: Yu'ukxa'ak, al norte de la comunidad de Santa María Mixistlán, 24 julio 2017, Ayala-Vásquez, (896-ITCV), Santiago Zacatepec, Mixistlán de la Reforma. Paraje: Puuxa'ak, al norte de la comunidad de Santa María Mixistlán Ayala-Vásquez, 27 julio 2017, (924-ITCV).

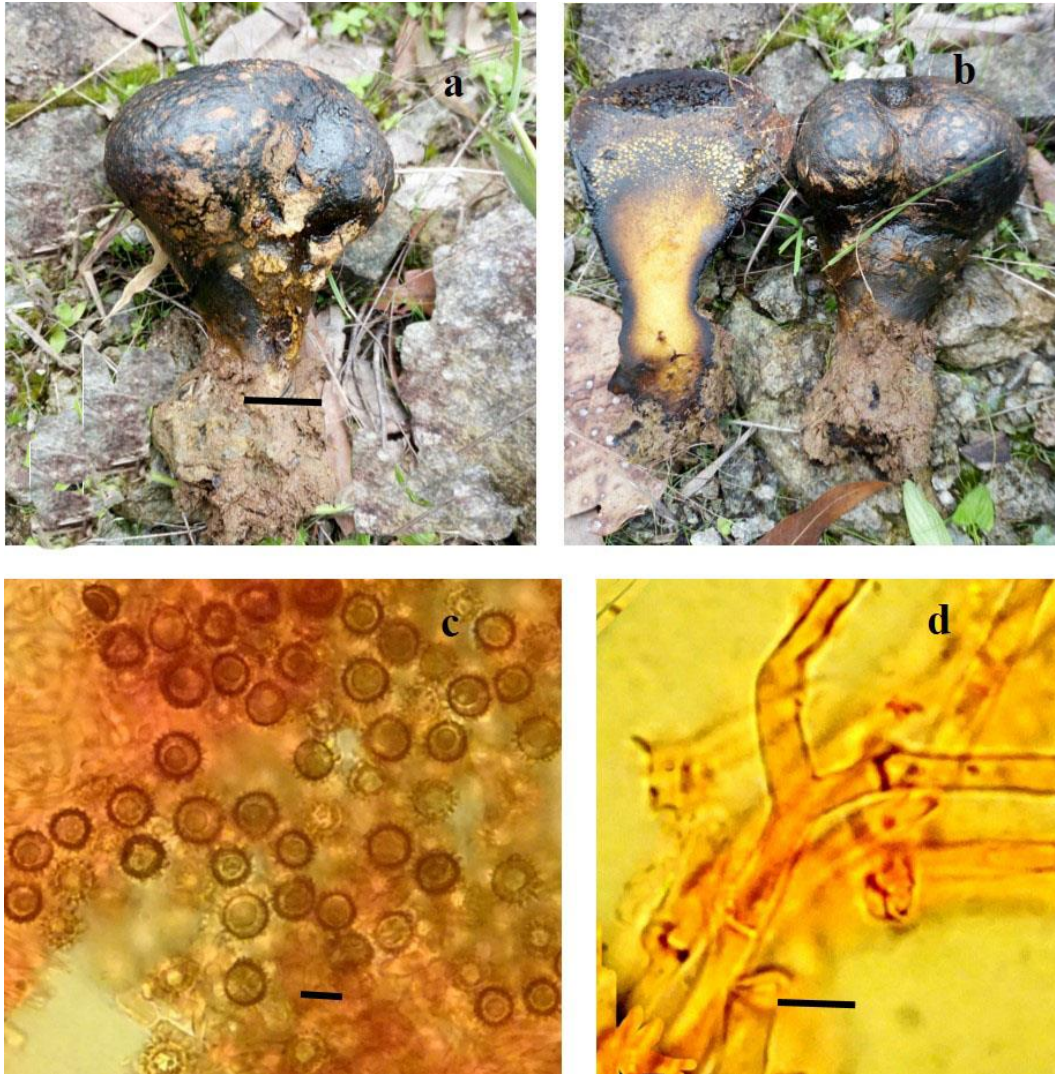


Figura 48. *Pisolithus arrizus* (896-ITCV). A-b basidioma. c basidiosporas. d fíbulas. Escala: a-b= 10 mm, c-d= 10 μ m.

Familia Gomphidiaceae Maire ex Jülich, Biblthca Mycol. 85: 369 (1982)

Características de la familia. Gomphidiaceae cuenta con cuatro géneros *Chroogomphus* (Singer) O.K. Mill., *Cystogomphus* Singer, *Gomphidius* Fr., *Gomphogaster* O.K. Mill. Basidioma pileado-estípitado, la familia se caracteriza porque sus especies cuentan con himenóforo laminar (Miller,1964)

Género *Chroogomphus* (Singer) O.K. Mill., Mycologia 56(4): 529 (1964)

Características del género. El género se caracteriza por presentar un basidioma pileado-estípiteado con himenóforo laminar. Píleo de 10-90 mm de diámetro, superficie víscida, extremadamente fibrilosa, con colores anaranjado, rosa, salmon oscuro a rojo oscuro, gris-marrón. Laminas ocráceas, amarillo pálido a salmon pálido a finalmente gris-marrón, en algunas especies el velo presente muy fibriloso. Estípite fibriloso, restos de fibrillas espaciadas en todo el estípite, superficie seca a ligeramente víscida. Contexto de colores blanquecino, gris, amarillo, rosa, salmon, ocráceo, rojo-vináceo. Basidiosporas de $12-29 \times 4.5-8$ (-9) μm , subfusiforme de perfil, elíptica vista de frente, lisa, gris-marrón en KOH, en melzer marrón-anaranjado a gris. Cistidios de $82-255 \times 9-26$ μm , cilíndricos, clavados, fusoides con pared delgada o gruesa, hialinas, marrón amarillento, vináceo a azul en KOH. El género crece solitario o gregario, asociados, principalmente a *Pinus*, *Larix*, *Picea*, *Tsuga*, *Pseudotsuga* entre otras coníferas. Fructifican de agosto a octubre, en la Costa Norte del Pacífico de América. Se distribuye en América de Norte, América central, Asia, Europa. Rusia,

Chroogomphus jamaicensis (Murrill) O.K. Mill., Mycologia 56(4): 539 (1964).

Figura 49

Píleo de 25–57 mm convexo algo umbonado cuando joven, plano en la madurez, de color gris, superficie húmeda, lisa. **Himenóforo** laminar, subdecurrente, láminas de 5-8mm de ancho, margen irregular, color gris con lamelulas irregulares. **Contexto** anaranjado pálido(5A6), inmutable al corte. **Estípite** de 80– 93 $\times$ 7–8 mm de color anaranjado(5A4), cilíndrico, superficie furfurácea. **Basidiosporas** de (15)16–19 (–20) $\times$ 5-6 (–7) μm , subfusiformes, lisas, de color marrón en KOH, pared

gruesa. **Basidios** de (38–) 45–60 × (6–) 7–12(–15) μm , clavados con contenido granuloso, marrón en KOH. **Pleurocistidios** de 110–130 (150) × 12–18(20) μm , fusoides a subclavado, pared gruesa (≤ 3), hialinos en ejemplares jóvenes, marrón en KOH en la madurez del ejemplar con base y paredes hialinas. **Trama himenoforal bilateral** cilíndricos de 4–6 μm . **Stipitipellis** formado por caulobasidios de 50–95 (–110) × 18–25(–31) μm , clavados, obclavados, pared gruesa (≤ 2). **Pileipellis** formado por un ixotricodermo de hifas cilíndricas de 6–9 μm , con paredes gelatinosas, hialinas a marrón en KOH.

Hábitat. Solitario a disperso. Creciendo en bosque de bosque mixto (*Abies hickellii*, *pinus* y *Quercus*), bosque de *Pinus* y bosque de *Quercus-Pinus*, creciendo durante los meses de junio-noviembre a altitud de 2900 a 3000 m.

Material estudiado: Oaxaca. Ixtlán de Juárez, Santa Catarina Ixtepeji. Paraje: Corral de Piedra, 29 julio 2017, García-Jiménez-Ayala-Vásquez, (ITCV); Ixtlán de Juárez, Santa Catarina Ixtepeji. Paraje: km 5 rumbo a las cabañas, Ayala-Vásquez, 18 julio 2017 (843-ITCV); Ixtlán de Juárez, Santa Catarina Ixtepeji. Paraje: km 5.5 rumbo a las cabañas, Ayala-Vásquez, 18 julio 2017, (844-ITCV); Paraje: Campamento de la Cumbre, Ixtepeji, 19 julio 2017, Ayala-Vásquez, (858-ITCV); Ixtlán de Juárez, Santa Catarina Ixtepeji. Paraje: km 3 rumbo a las cabañas, Ayala-Vásquez, 27 julio 2017 (919-ITCV, 920-ITCV); Ixtlán de Juárez, Santa Catarina Ixtepeji. Paraje: Desviación de Corral de Piedra, 7 octubre 2017, Ayala-Vásquez, (1105-ITCV); Paraje: km 2.5 rumbo a las cabañas, 8 octubre 2017, Ayala-Vásquez, (1127-ITCV); Paraje: km 4.8 rumbo a las cabañas, 4 noviembre 2017, Ayala-Vásquez, (1137-ITCV).

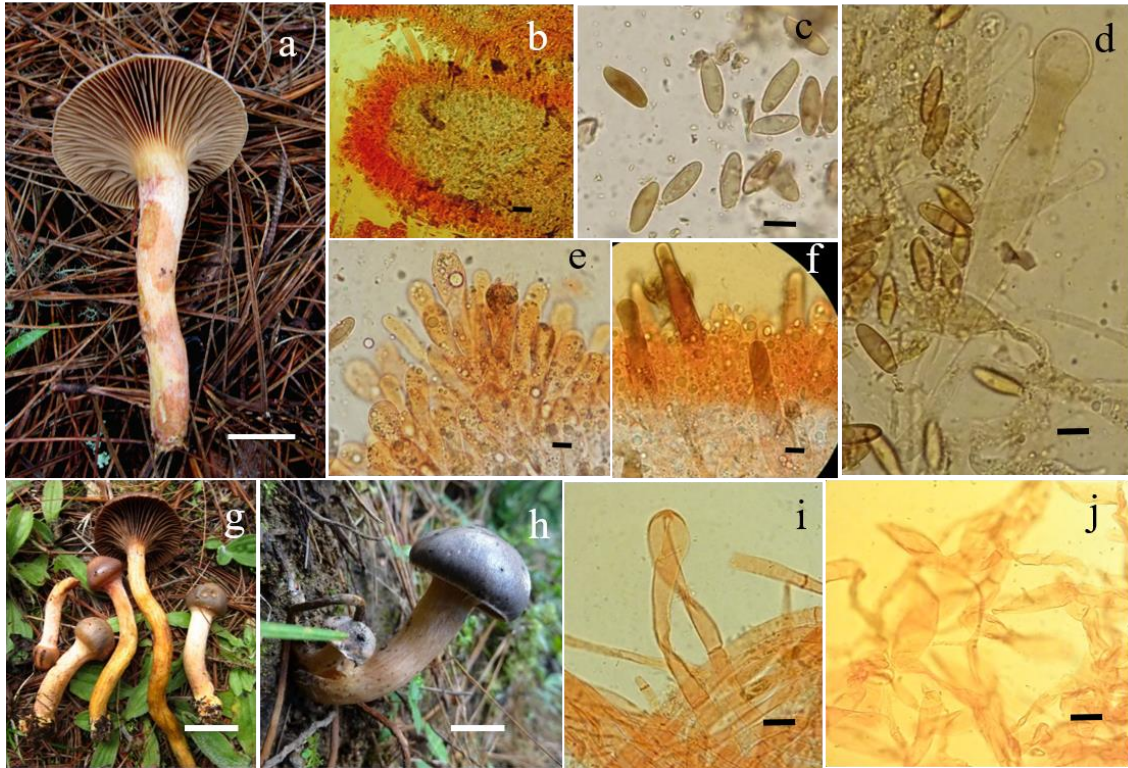


Figura 49. *Chroogomphus jamaicensis* (843-ITCV). a, g, h basidioma. b sistema himenial bilateral, c basidiosporas. d queilocistidios. e basidios. f pleurocistidios. i stipitipellis. f pileipellis. Escala: a, g, h= 10 mm, b, c, d, e, f, i, f=10 μ m.

Familia Hygrophoropsidaceae Kühner, Bull. mens. Soc. linn. Lyon 49(Num.

Spéc.): 900 (1980)

Hygrophoropsidaceae es una familia pequeña cuenta con dos géneros *Hygrophoropsis* y *leucogyrophana*, con 18 especies. Se caracteriza por un basidioma pileado-estípitado, himenóforo laminar, esta familia no es saprobia, no ectomicorrícico como el resto de las familias del orden Boletales.

Género *Hygrophoropsis* (J. Schröt.) Maire ex Martin-Sans, L'Empoisonnem.

Champ.: 99 (1929)

Es un género muy pequeño con 5 especies en el mundo (Kirk *et al.* 2008). No son ectomicorrícicos, son saprobios creciendo en madera de descomposición marrón.

Laminares muy parecidas a Cantharellales, por el tipo de himenio. Pileado-estípitado, plano, centro depreso, margen incurvado a enrollado, superficie tomentosa. Himenóforo laminar decurrente, laminas angostas, que van desde color blanquecino a amarillo. Estípite cilíndrico. Crecen principalmente en Bosques templados.

Hygrophoropsis aurantiaca (Wulfen) Maire, L'Empoisonnem. Champ.: 99 (1921)

Figura 50

Píleo de 38–40, convexo cuando joven, plano con el centro depreso en la madurez, color anaranjado, marrón-anaranjado en el centro, invariable al tocar, superficie subtomentosa a tomentosa, margen algo enrollado sobre todo cuando joven.

Himénoforo laminar, decurrentes, anaranjado. **Estípite** de 20×4 mm, cilíndrico, superficie tomentosa, concoloro al píleo. **Micelio basal** blanquecino muy tomentoso.

Basidiosporas de 6–8×3.5–4 μm ($Q=1.8$, $Lm=7$, $Am=3.9$, $n=30$) elipsoides, lisas, hialinos en KOH, inamiloide. **Basidios** de 28–37×6–8 μm , cilíndricos a clavados, hialinos en KOH, tetrasporicos. **Trama himenoforal** bilateral, formada por hifas cilíndricas de 7–10 μm de diámetro. Pileipellis formado por un tricotermo de hifas terminales cilíndricas, con ápice redondo, amarillo en KOH, pared delgada. Stipitipellis formado por caulocistidios clavados a fusoides, caulobasidios tetrasporicos, pared delgada.

Hábitat: disperso a solitario creciendo en el mantillo de bosque *Pinus* y bosque mixto (*Abies hickelii*, *Pinus pseudostrobus*, *Quercus laurina* y *Quercus* sp)

Material estudiado. Oaxaca. Santa Catarina Ixtepeji, paraje: km 5 rumbo a las cabañas, La Cumbre, 29 junio 2017, García-Jiménez, Ayala-Vásquez, (ITCV); paraje: Cabeza de Vaca, La Cumbre, 96°37'38.59" 17°10'58.38" a una altitud de 2867m, 30 junio 2017, García-Jiménez, Ayala-Vásquez, (ITCV); Santa María Yalina, Villa Alta, paraje: basurero de Yalina, 96°16'38.04" 17°14'04.87"; paraje: km 5.5 rumbo a las cabañas, bosque, 96°38'24.98" 17°11'34.81", 2911m, 18 julio 2017, Ayala-Vásquez, (851-ITCV); paraje: Corral de Piedra, La Cumbre, bosque de *Pinus*, 17°10'58.67" 96°39'37.12" a una altitud de 3008m, 19 julio 2017, Ayala-Vásquez, (859,-ITCV).

Nota taxonómica. *Hygrophoropsis aurantiaca* se caracteriza por presentar un basidioma anaranjado, laminas decurrentes casi venadas,

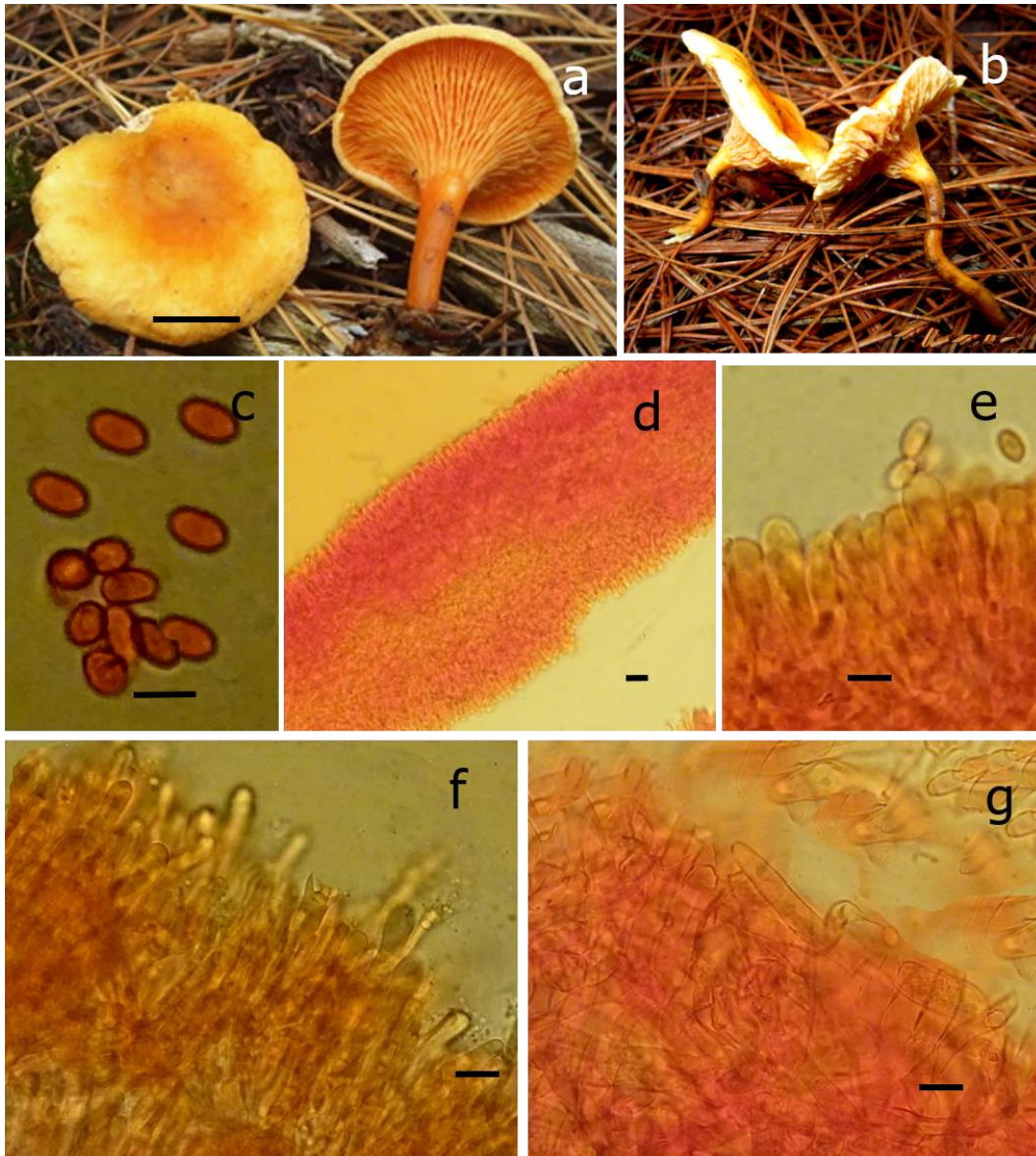


Figura 50. *Hygrophoropsis aurantiaca* (859-ITCV). a, b basidioma. c basidiosporas. d himenio bilateral. e basidios. f cystidios. g stipitipellis. Escala: a, b=10 mm, c-g=10 μ m.

Familia Suillaceae Besl & Bresinsky

Características de la familia. Suillaceae fue propuesta por Besl & Bresinsky, (1997) y la especie tipo es *Suillus luteus* (L.) Roussel, Píleo glabro o fibriloso a escuamuloso, las fibras o escamas superpuestas arriba de una capa gelatinizada, más raramente, la superficie seca o víscida a glutinosa. Esporas elongadas, color

miel pálido, a café; cistidios algo grandes y la mayor parte cubiertas por incrustaciones (oleocistidios), sin fíbulas o muy escasas en el basidioma, a veces presentes en el micelio. Himenóforo de varios colores principalmente blancos, grisáceos, amarillos a anaranjados o parcialmente rosa o rojos; frecuentemente boletinoide, poros pequeños o anchos. Estípite sólido, cilíndrico a subcilíndrico, raramente ventricoso, con o sin glándulas. Velo presente o ausente, seco o glutinoso frecuentemente formando un anillo o apéndice velar en el margen del píleo, pigmentos del ácido pulvínico, representados por ácido variegatic y variegatorubina o por un pigmento que se torna azul o violeta con NH_4O_2 . Obligatoriamente ectomicorrizógenos con Pinaceae, raramente con Salicaceae, nunca con Fabales. Típicamente distribuido en el hemisferio boreal en el área de Pinaceae (Smith y Thiers, 1964).

Género *Suillus* Gray, Nat. Arr. Brit. Pl. (London) 1: 646 (1821)

características del género. *Suillus* se caracteriza por presentar un basidioma mediano. Píleo convexo, plano-convexo, superficie víscida, viscosa a pegajosa, esta característica distingue al género, con tonos que van desde blanquecino, gris, amarillo, marrón, anaranjado algunos con tonos rojos. Himenóforo con poros compuestos, angulares, circulares de color amarillo pálido, amarillo-verdoso a amarillo-marrón pálido. Forma una asociación ectomicorrícica principalmente con *Pinus*, algunos *Pseudotsuga* y *Larix* (Dahlberg y Finlay, 1999).

Suillus americanus (Peck) Snell, in Slipp & Snell, *Lloydia* 7(1): 39 (1944).

Figura 51

Píleo de 35–60 mm de diámetro, convexo, plano-convexo, de color amarillo (4A8) a anaranjado (5A7) a marrón (7D8) en la madurez, con escamas aplanadas de color marrón-anaranjado (6C8), con restos de un velo algodonoso apreciable en el margen. **Himenóforo** adherido a subdecurrente, poros grandes de 1-3.5 mm de diámetro, angulares con cierto arreglo radial y algo de color amarillo dorado (4A8) al tocar se torna anaranjado (7A8), tubos de 7-10 mm de longitud, amarillo pálido (4A4) se mancha de marrón (6D7). **Contexto** de 5-6 mm blanquecino, amarillento con algunos tonos rosas y anaranjados. **Estípite** de –50×–92 mm subcilíndrico, de color amarillo (4A8), superficie cubierta de glándulas de color marrón-rojizo (6D7), con un anillo de color amarillo pálido en la parte superior. **Mícelio** blanquecino a rosa. Olor. Sabor. **Reacción química.** Al aplicar NH_4OH , en la superficie del píleo se torna violeta grisáceo (15E4-15E3), himenóforo rubí oscuro (12F8), contexto marrón-rojizo (8E8), estípite rojo rubí (12F5). Al aplicar KOH en la superficie del píleo rosa tornándose rápidamente a oliváceo oscuro (30F8), contexto de color violeta oscuro (15E8), himenóforo marrón (6F8) posteriormente negruzco, estípite violáceo oscuro (15F8), luego negruzco. **Basidiosporas** de 8–11 (12) x 3–4 μm , fusoides, inequilatera, amarillo a marrón en KOH , rojo-marrón en melzer, lisas. Basidios de 17–22×5–7 μm , clavados, tetrasporicos, hialinos a amarillo pálido en KOH , amarillo-anaranjado en melzer. Pleurocistidios de 38–60×7–11 μm , cilíndricos, clavados, con contenido de color marrón visible en KOH y melzer, pared delgada. **Queilocistidios** de 40-66×7–12 μm , fusoides, clavados algunos subventricosos, marrón en KOH , marrón-rojizo en melzer, con contenido. **Pileipellis** formado por ixotricoderma con células terminales cilíndricas, subclavadas hialinas a marrón en KOH , pared

gelatinosa. **Stipitipellis** formado por caulocistidios de 40-66 × 7–12 µm, fusoides, clavados, algunos subventricosos, con pigmentos de color marrón oscuro en KOH y melzer, pared delgada.

Hábitat: disperso creciendo en el mantillo de bosque mixto de *Pinus*, *Abies hickelii* y *Quercus* sp, asociado a *Pinus pseudostrobus*

Material estudiado. Oaxaca. Santa Catarina Ixtepeji, paraje: km 6 cerca de las cabañas, La Cumbre, 18 julio 2017, Ayala-Vásquez, (832-ITCV); paraje: atrás de las cabañas, La Cumbre, 21 agosto 2017, Ayala-Vásquez- Victores-Aguirre, (1012-ITCV); paraje: corral de Piedra, La Cumbre, , 07 octubre 2017, Ayala-Vásquez, (1106-ITCV); paraje: atrás de la cabaña, La Cumbre, 07 octubre 2017, Ayala-Vásquez, (1107-ITCV); paraje: corral de Piedra, La Cumbre, 08 octubre 2017, Ayala-Vásquez, (1125- ITCV, 1126-ITCV); paraje: km 5 rumbo a las cabañas, La Cumbre, 04 noviembre 2017, Ayala-Vásquez, (1139-ITCV); paraje: km 5.5 rumbo a las cabañas, La Cumbre, 04 noviembre 2017, Ayala-Vásquez, (1140-ITCV); paraje: al este de las cabañas, La Cumbre, 05 noviembre 2017, Ayala-Vásquez, (1148-ITCV).

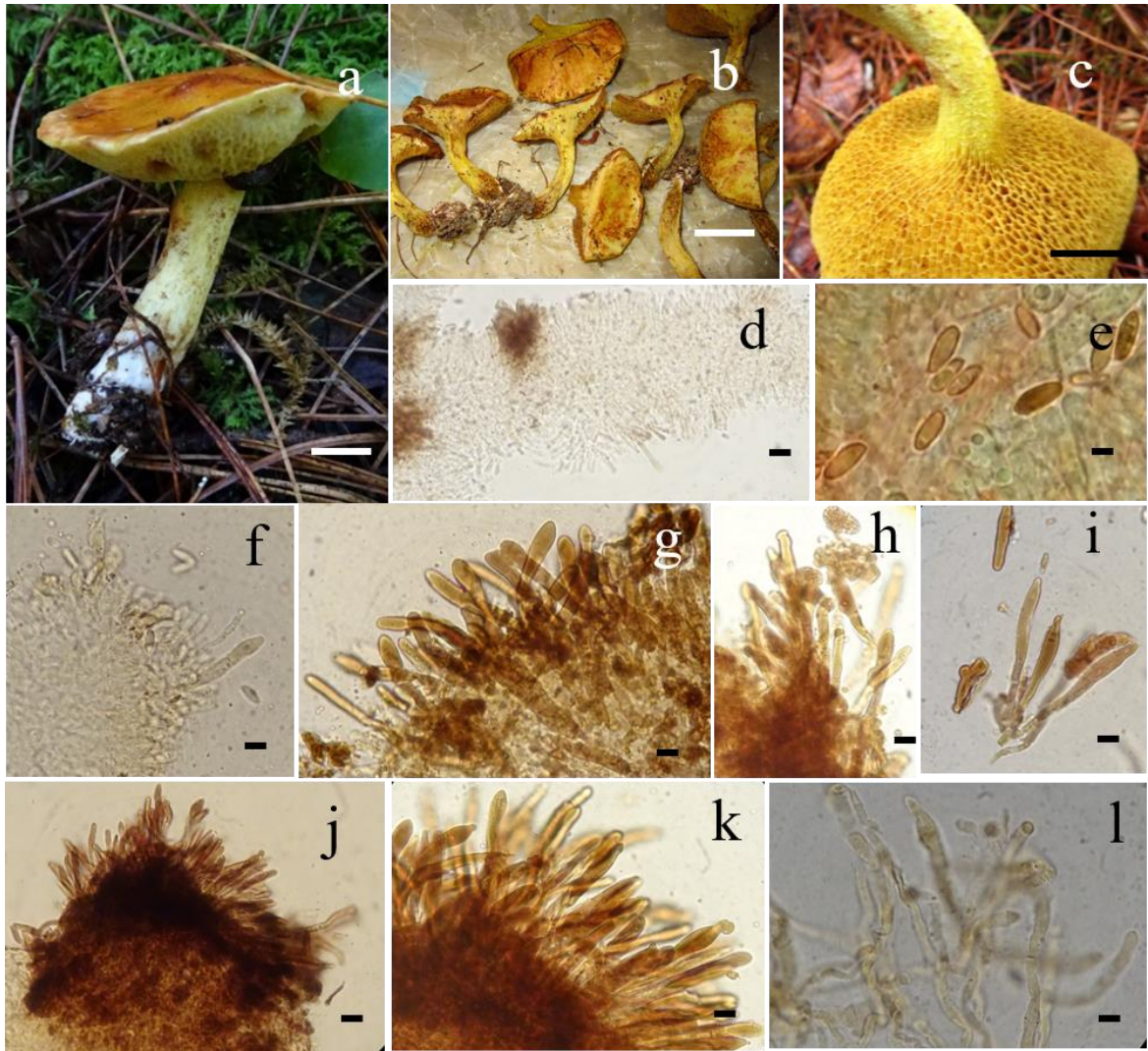


Figura 51. *Suillus americanus*. a basidioma. b contexto. c himenóforo. d trama bilateral. e basidiosporas. f basidios g pleurocistidios. h-i queilocistidios. j-k Stipitipellis. l Pileipellis. Escala: a-b-c= 10 mm, d-l= 10 μ m.

Suillus pseudobrevipes A.H. Sm. & Thiers, Monogr. North Amer. Species Suillus: 46 (1964) Figura 52

Píleo de 17-60 mm de diámetro, hemisférico, convexo, de color anaranjado-marrón (6C8-6C6), marrón (6D8) marrón amarillento (5D5) en la madurez, superficie con aspecto glabra, víscida, margen entero y recto. **Himenóforo** adherido, subdecurrente, poros de 0.3-0.9mm de diámetro, angulares, blanquecino cuando joven, amarillo pálido en la madurez (3A3), tubos de 0.5-5 mm de longitud concoloro a los poros, inmutable al mallugar. **Contexto** de 4-11 mm de grosor, blanquecino a

amarillento invariable al corte. **Estípite** de 14-50×5-17 mm, cilíndrico a subclaviforme, atenuado hacia la base, blanquecino cuando joven, amarillo pálido (3A4) en la madurez sobre todo en la parte apical, superficie fina, en la madurez especímenes muy fina e inconspicuamente glandular. Micelio blanco. Olor. fungoide. Sabor algo astringente. **Reacción química.** Al aplicar NH_4OH en la superficie del píleo color anaranjado- rojizo (7A8-7B6) posteriormente gris-azulado (21D3-21D2) himenóforo marrón-violeta (11F4) a marrón-grisáceo (11F3), contexto y estípite de violeta-vináceo (11D4—11D3); al aplicar KOH en la superficie del píleo se torna violeta-grisáceo (17D2-17E2), poros anaranjado-marrón (6C8-6E) contexto rosa-grisáceo(12D3), estípite violeta-pastel (18A5).

Basidiosporas de 9–10 (11) ×3–4 μm , marrón oscuro algunas amarillo-marrón KOH , marrón rojizo algunos oliváceo. **Basidios** de 20–4 ×7–8 μm , clavados, hialinos en KOH , oliváceo en melzer, con contenido en melzer, tetràsporicos. **Pleurocistidios** de 38–52×3–4 μm , clavados, algunos napiformes de 18-20×8 μm , hialinos a marròn oscuro en KOH , castaño (6F7) en melzer, con contenido visible en ambos reactivos, pared gruesa. Queilocistidios de 50–64(90) ×7–14 μm , clavados a napiformes, marròn pálido a marrón oscuro en KOH , marrón rojizo en melzer con contenido, pared gruesa. **Pileipellis** formado por un tricoderma de 3-8 μm de diámetro, amarillo pálido con paredes gelatinizadas y embebidas en sustancia gelatinosa, fíbulas ausentes. **Stipitipellis** formado por caulocistidios de 31–82×3–10 μm , clavados, fusoides, lageniformes, algunos napiformes de 13-24 ×3–10 μm , hialinos, marrón pálido a marrón oscuro en KOH , marrón rojizo en melzer, con contenido.

Hábitat: disperso creciendo en el mantillo de bosque mixto, asociado a *Pinus pseudostrobus*, bosque de *Pinus-Quercus*, bosque de *Quercus-Pinus*, asociado a *Pinus teocote*.

Material estudiado. Oaxaca. Santa Catarina Ixtepeji, paraje: Corral de Piedra, La Cumbre, 18 julio 2017, Ayala-Vásquez, (840-ITCV). paraje: al norte del comedor, La Cumbre, 18 julio 2017, 841, Ayala-Vásquez, (850-ITCV); paraje: km 6 cerca de las cabañas, La Cumbre, 18 julio 2017, Ayala-Vásquez, (850-ITCV); paraje: al este de la cabaña 2, La Cumbre, Ayala-Vásquez, 20 agosto 2017, (1001-ITCV); paraje: Peña Prieta, La Cumbre, Ayala-Vásquez, 21 agosto .2017, (1015-ITCV); paraje: km 5.6 rumbo a las cabañas, La Cumbre, Ayala-Vásquez, 07 octubre 2017 (1108-ITCV); paraje: km 3.8 rumbo a las cabañas, La Cumbre, 5 noviembre 2017, Ayala-Vásquez, (1147-ITCV); Oaxaca. Mixistlán de la Reforma, paraje: Kuuyu'ukpäätkex, Santa María Mixistlán, 01 noviembre 2016, Ayala-Vásquez, (758-ITCV).

Nota taxonómica. *Suillus pseudobrevipes* se caracteriza por presentar un píleo marrón-anaranjado, superficie víscida, estípite blanco sin granulaciones. El material descrito coincide con la especie descrita por Smith y Thiers, (1964), de Norte América.

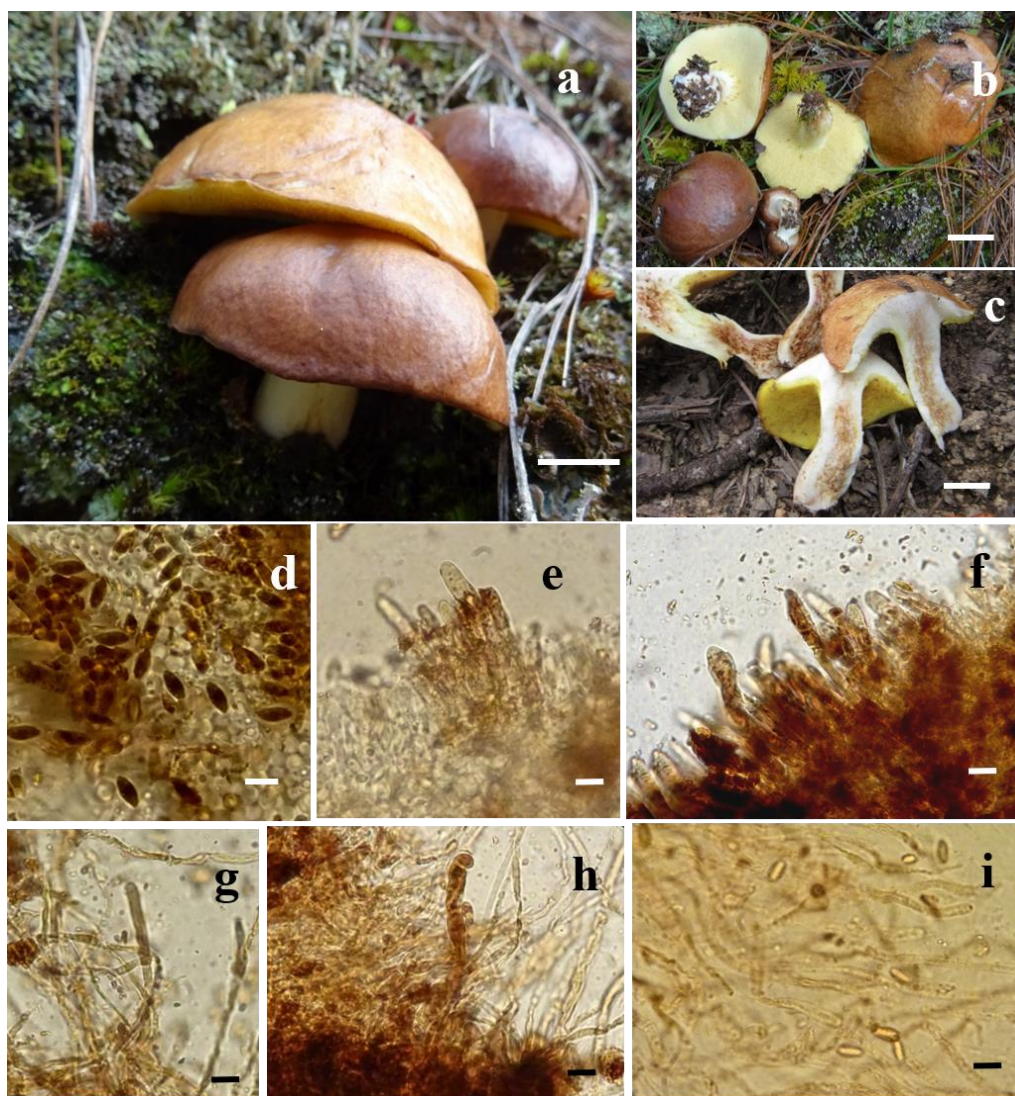


Figura 52. *Suillus pseudobrevipes*. a-c basidioma. d basidiosporas. e basidios y Pleurocistidios. f queilocistidios. g-h stipitipellis. i pileipellis. Escala: a-c= 10 mm, d-i= 10 µm.

Suillus cothurnatus Singer, Farlowia **2**(2): 261 (1945)

Figura 53

Píleo de 30-47 mm de diámetro, ampliamente convexo a plano-convexo, superficie muy víscida, con finas fibrillas adheridas de color marrón-grisáceo(5D3). **Himenóforo** adherido, poros de 0.3-0.9 mm de diámetro, hexagonales a angulares de color amarillo mostaza o algo anaranjado (5B7-5D7) a color gris-marrón (5D4) en la madurez, inmutable al mallugar, cubierto en fases juveniles por un velo membranoso a glutinoso que se une al estípite, este es de color blanquecino transparente a grisáceo y en la madurez queda adherido al estípite como anillo, tubos de 3-7 mm de longitud concoloro a los poros. **Contexto** de 10-12 mm de grosor, anaranjado pálido (5A3), algo grisáceo cuando viejo, no se mancha al corte. **Estípite** de 43-65×6-7mm, subcilindrico, de base aguda, de color amarillo pálido a anaranjado (5A4), superficie cubierta por glándulas de color marrón-anaranjado (5D8), con un anillo membranoso blanquecino a grisáceo en la madurez, de color grisáceo (11F1) hacia la base. **Micelio** blanquecino, amarillento a anaranjado (5A3). Olor dulce afrutado. Sabor dulce. **Reacción química.** Al aplicar NH₄OH la superficie del píleo reacciona de color ligeramente violeta pálido, contexto vináceo a rojizo, himenóforo de violeta-grisáceo (15F5), estípite de color rosa (11A5) a violeta pálido (13D4) Al aplicar KOH en la superficie de píleo se torna color gris (11F1), himenóforo violeta a vináceo (15F8), contexto violeta pastel (15A4), estípite violeta (15A8).

Basidiosporas de (7) 8 – 10×3 – 4µm (N=40, Lm=9.3, Am=3.3, Q=2.8), elíptica, oliváceo en KOH, verde oscuro en melzer, lisas, la mayoría sin depresión suprahilar. Basidios de 18 – 23×5 – 7 µm, clavados a oliváceos en KOH, oliváceo con contenido en melzer, tetrasporicos. **Pleurocistidios** de 30 – 48× 7 – 8 µm, clavados, muy

escasos, hialinos en KOH, marrón-amarillento en melzer, pared gruesa. **Queilocistidios** de 35–56×3–11µm, clavadas, cilíndricas, algunas napiformes, marrón pálido a marrón oscuro en KOH, marrón rojizo en melzer con contenido, pared gruesa. Trama himenoforal bilateral, con un estrato medio de hifas tubulosas con pared gelatinizadas, hifas laterales de 2 –7 µm de diámetro, hialinas a marrón pálido. **Pileipellis** formado por un tricotermo con células terminales de 30 –78×5 –7µm, cilíndricos, clavados, algunos napiformes, fusoides, hialinos a marrón pálido en KOH, marrón-anaranjado en Melzer, paredes gelatinizadas. **Stipitipellis** formado por caulocistidios de 30–70 (78) ×5 – 9 µm, cilíndricos, clavados, algunos napiformes, fusoides, marrón pálido a marrón oscuro en KOH, castaño en melzer con contenido, paredes gruesas.

Hábitat: disperso creciendo en el mantillo de bosque mixto, asociado a *Pinus pseudostrobus*, bosque mesófilo de montaña asociado a *Pinus ayacahuite*, bosque de *Quercus-Pinus* asociado a *Pinus pseudostrobus*.

Material estudiado. Oaxaca. Santa Catarina Ixtepeji, paraje: km 5 rumbo a las cabañas, La Cumbre, 29 junio 2017, García-Jiménez-. Ayala-Vásquez, (819-ITCV); Santa Catarina Ixtepeji, km 3.1 rumbo a las cabañas, La Cumbre, 18 junio 2017, Ayala-Vásquez, (830-ITCV); km 4 rumbo a las cabañas, Ayala-Vásquez, 18 junio 2017, (831-ITCV); Oaxaca. Mixistlán de la Reforma, paraje: bosque mesófilo de montaña, Santa María Mixistlán, 5 agosto 2017, Ayala-Vásquez, (977-ITCV); paraje: bosque mesófilo de montaña, Santa María Mixistlán, 31 septiembre 2016, Ayala-Vásquez, (740-ITCV); paraje: bosque mesófilo de montaña, Santa María Mixistlán, 21 septiembre 2017, Ayala-Vásquez, (1049-ITCV); Santa Catarina Ixtepeji, paraje:

km 6 cerca de las cabañas, La Cumbre, 07 octubre 2017, Ayala-Vásquez, (1118-ITCV).

Nota taxonómica. *Suillus cothurnatus* se distingue por el anillo membranoso, el contexto de color anaranjado tiene algunas semejanzas con *S. acidus*, difiere por el anillo menos membranoso y conspicuo. En México se conoce en el estado de Nuevo León asociado a *Pinus teocote* (Garza-Oacañas 1986).



Figura 53. *Suillus cothurnatus*. a-c basidioma. d basidiosporas. e basidios y pleurocistidios. f stipitipellis. g queilocistidios. h pileipellis. Escala: a-c= 10 mm, d-h= 10 μ m.

Suillus granulatus (L.) Roussel, F. Calvados: 34 (1796)

Figura 54

Píleo de 65-96 mm de diámetro, convexo a plano-convexo, desde amarillo pálido (A34-3A6) color marrón-amarillento (5A4) marrón (5E8) hasta gris-oliváceo (30D4-30E4), superficie húmeda, margen entero, cutícula desprendible. **Himenóforo** adherido, poros de 1.5-3 mm de diámetro, angulares, de color anaranjado (5A6)

marrón-amarillento (5C8) en la madurez, invariable al mallugar, tubos de 8-9mm de longitud concoloro a los poros. **Contexto** de 16-25 mm de grosor, blanquecino a amarillo pálido (3A3). Estípites de 50-115× 10-21 mm cilíndricos, de blanquecino a amarillo pálido (3A3), marrón en la madurez, superficie cubierta por glándulas muy conspicuas, de color marrón-rojizo (8E6). Micelio blanco. Olor fungoide. Sabor acidulado. **Reacción química.** Al aplicar NH_4OH en la superficie del píleo anaranjado(6A7), himenóforo marrón oscuro (6F8), contexto violáceo a anaranjado (6A7), estípites anaranjados(6A7) en la zona amarillenta, gris-violeta (18D2) posteriormente verdoso (30F7) en la zona blanquecina. KOH en la superficie del píleo gris-violáceo(14F2) a gris-oliváceo (30F2), himenóforo y estípites marrón-rojizo (6C8), contexto violeta (14A2).

Hábitat: disperso creciendo en el mantillo de bosque de *Pinus* y bosque de mixto (*Abies hickellii*, *Pinus pseudostrobus* y *Quercus*) asociado a *Pinus pseudostrobus* y *Pinus patula*.

Material estudiado. Oaxaca. Santa Catarina Ixtepeji, paraje: km 5 rumbo a las cabañas, O. Ayala-Vásquez, García-Jiménez, De la Fuente y Del Valle, s/n 29 junio 2017 (ITCV); paraje: Corral de Piedra, Ayala-Vásquez, 19 julio 2017 (853-ITCV); paraje: al norte de campamento de cabañas, Ayala-Vásquez, 08 octubre 2017 (1122-ITCV).

Distribución. Especie ampliamente distribuida en Estados Unidos, Europa y México.

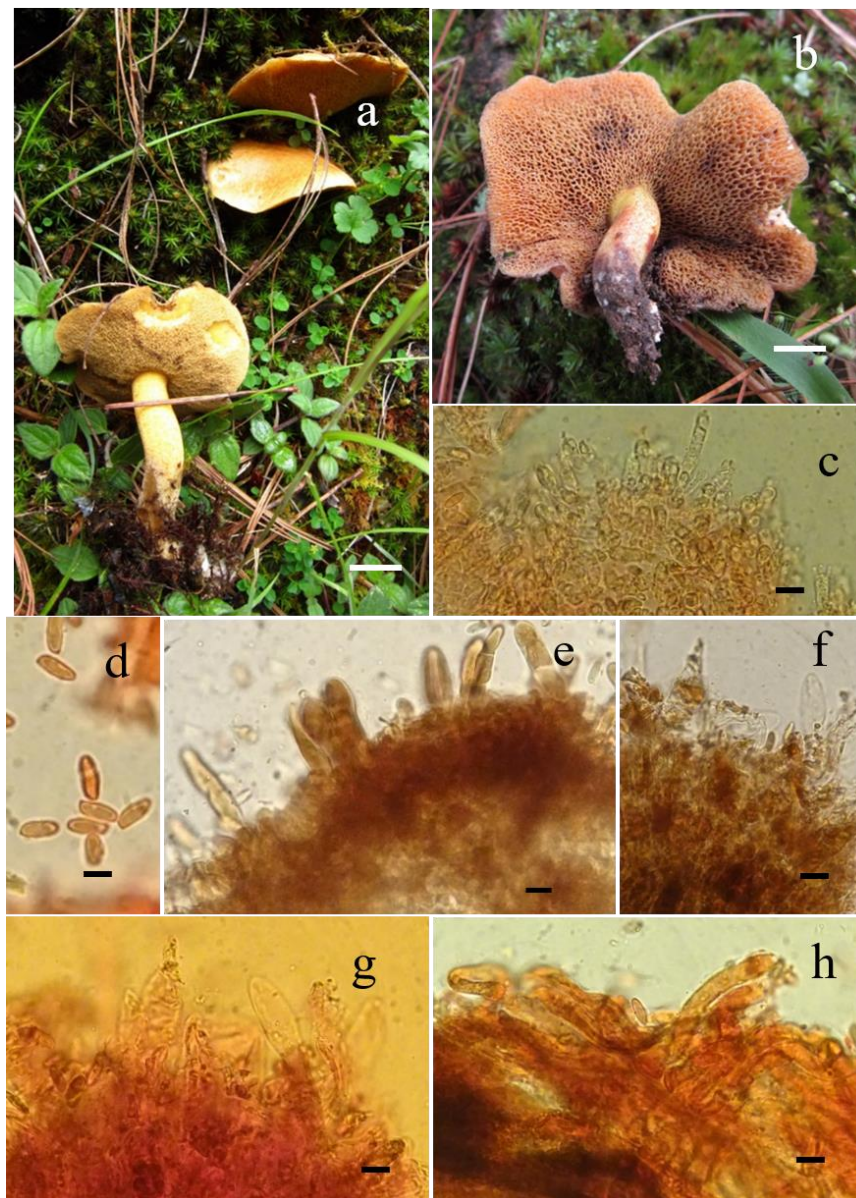


Figura 54. *Suillus granulatus*. a-b basidioma. c basidios. d basidiosporas. e pleurocistidios. f queilocistidios. g stipitipellis. h pileipellis. Escala a-b= 10 mm, c-h= 10 μ m.

Suillus aff. hirtellus

Píleo de 33-71mm de diámetro, plano convexo, de color marrón pálido (7D7), superficie escamosa, margen estéril. **Himenóforo** subadherido, poros de 0.25-0.8mm de diámetro, angulares de color amarillo (4A7), invariable al exponerse, tubos de 3-5mm de longitud, concoloro a los poros. **Contexto** de 15mm de grosor,

color amarillo pálido (3A3), invariable al exponerse. **Estípite** de 45--55×6-12mm, cilíndrico de color marrón- anaranjado (7C7), superficie cubierta casi en su totalidad por finas glándulas, de color marrón (7D7). Micelio amarillo pálido. **Reacción química.** Al aplicar NH₄OH en la superficie del píleo se torna de color verdoso, himenóforo y contexto rojo, estípite rosa salmón. KOH en la superficie del píleo violeta, himenóforo y estípite marrón oscuro, contexto violeta-grisáceo.

Hábitat: disperso creciendo en el mantillo de bosque de *Pinus-Quercus*, asociado a *Pinus chapensis*.

Material estudiado. Oaxaca. Santa maría Yalina, paraje: basurero de Yalina carret a Zoogocho, 01julio 2017, Ayala-Vásquez, García-Jiménez, (ITCV).

Distribución. Se conoce de Florida en los Estados Unidos de Norteamérica. En México se conoce en Chiapas y Oaxaca.

Suillus spraguei (Berk. & M.A. Curtis) Kuntze, *Revis. gen. pl.* (Leipzig) **3**(2): 536 (1898) Figura 55

Píleo de 22-58 mm de diámetro, cónico, umbonado a hemisférico, de color rojo (10A8-10B8), rojo oscuro (10C8-11D6) a rojo marrón (10D8-12C6), superficie escamosa o fibrilosa-escamosa, areolado en la madurez, margen apendiculado por los restos de un velo de color rojo (10A8) a amarillo pálido(4A3), existentes en las fases iniciales. **Himenóforo** adherido, subdecurrente a decurrente, con un velo de color vináceo (11D6-12D6) que cubre los poros cuando joven, poros de 0.6-1mm de diámetro, compuestos por 2-3 tubos, angulares, en arreglo radial del tipo boletoide, amarillo, se tiñen de anaranjado rojo marrón (10D8), cubierto por un velo fibriloso de color amarillo pálido (4A3) a rojo(10A8), tubos de 2-3.5 mm de longitud color

amarillo a anaranjado pálido (5A3), se tornan más anaranjado al exponerse. **Contexto** de 7-30 mm de grosor de color amarillento a anaranjado (5A3-5A5), al corte se mancha anaranjado rojizo (7A4), contexto del estípite amarillo a anaranjado, color melón al exponerse. **Estípite** de 38-50, 70× 12-13 mm, sólido, subclavado con base bulbosa, superficie fibrilosa de color rojo marrón (10D8), base blanquecina. Micelio blanquecino a rosa-rojizo. **Reacción química.** Al aplicar KOH en la superficie del píleo reacciona solo humedece, contexto de color gris-verdoso (30D5), los poros se tornan anaranjado(5A8), superficie del estípite castaño (6F8); al aplicar NH₄OH la superficie del píleo se torna gris (30F1), contexto de color gris-verdoso (30D5), poros se tornan anaranjado (5A8) a marrón oscuro(6F8), estípite marrón a negro.

Basidiosporas de 7 –10(14) ×3–4 µm, (n=40, L= 9.2, A=3.3, Q=2.7), de color oliváceo en KOH, amarillo en melzer, con o sin depresión suprahilar visible, lisas.

Basidios de 17 –19×5–7 µm, clavados, tetrasporicos con contenido granuloso.

Pleurocistidios de 45-58×6–13 µm, subclavados algo lanceolados, algunos fusoides, marrón pálido a marrón oscuro, con contenido granuloso, pared gruesa.

Queilocistidios de 56-78×6–15 µm, clavados, lanceolados, marrón oscuro algunas hialinas, con contenido visible en KOH y melzer, pared gruesa. Trama himenoforaldivergente, con hifas centrales con paredes gelatinizadas que miden de 3–6 µm de grosor, hifas laterales de 4-8 µm hialinas a amarillo- marrón en KOH, amarillo-anaranjado a marrón-anaranjado en melzer. **Pileipellis** formado por un tricoderma con células terminales cistidioides, muy juntas, de 37–60 (67) ×7–12(13) µm, clavados, cilíndricos con ápice redondo, algunos fusoides, con pared gruesa (2

µm), contenido de color marrón pálido a marrón oscuro en KOH, marrón-anaranjado en melzer. **Stipitipellis** formado por caulocistidios de 35–75 (98) ×7–13µm, cilíndricos, clavados, hialinos a marrón en KOH, marrón rojizo en melzer, pared gruesa, con contenido, caulobasidios de 15–22 ×6–7µm, clavados, hialinos, tetrasporicos.

Hábitat. Disperso y/o solitario. Creciendo en bosque de *Pinus-Quercus* y bosque de *Quercus-Pinus*. Asociado exclusivamente a *Pinus chiapensis*, durante los meses de junio a julio a una altitud de 1703m hasta 2161 m.

Material estudiado. Oaxaca. Villa Alta, Santa María Yalina. Paraje: Basurero de Yalina, 01 julio 2017, García-Jiménez- Ayala-Vásquez, (21514-ITCV); Villa Alta, San Andrés Yaá. Paraje:1 km de la desviación a la carretera Villa Alta- Betaza, 02 julio 2017, García-Jiménez- Ayala-Vásquez, (21520-ITCV).

Nota taxonómica. *Suillus spraguei* se caracteriza por un basidioma rojo, píleo escamoso y estípote fibriloso. El material descrito coincide con la especie descrita por Smith y Thiers, (1964), excepto por el hospedero, el material aquí descrito se asocia con *Pinus chapensis*, mientras que la de norte América se asocia con *Pinus strobus*. Se conoce de Norteamérica, principalmente del noreste, sureste y medio oeste de los Estados Unidos (Smith & Thiers 1964). En México ha sido recolectado en los estados de Coahuila, Chihuahua, Durango para el estado de Oaxaca es un registro nuevo.

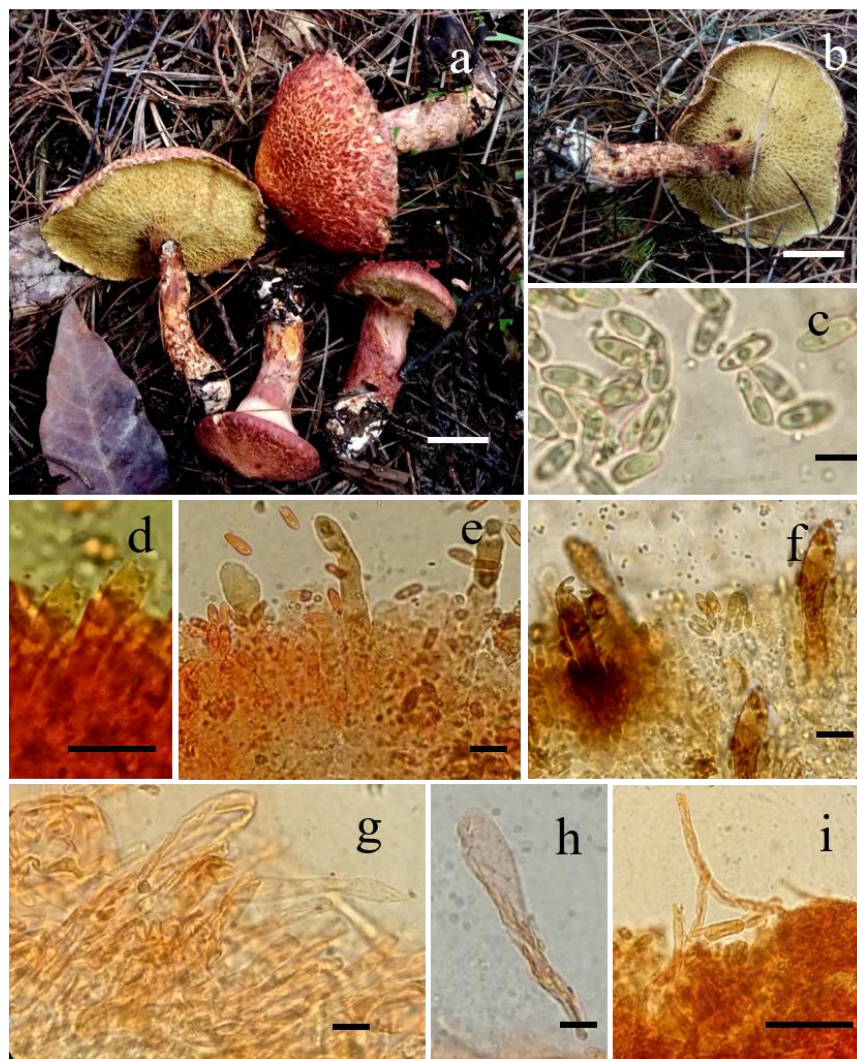


Figura 55. *Suillus spraguei*. a-b basidiomas. c basidiosporas. d basidios. e pleurocistidios. f queilocistidios. g-h stipitipellis. i pileipellis. Escala: a-b=10 mm, c-i=10 μ m.

Suillus tomentosus Singer, *Mycologia* 51(4): 570 (1960) [1959].

Figura 56

Píleo de 12-76mm de diámetro, convexo a plano-convexo, de color anaranjado pálido (5A2-5A4) a marrón pálido(5D5-5D4), superficie víscida, con un tomento conspicuo, margen recto a decurvado. **Himenóforo** adherido, poros de 0.5-1mm de diámetro, angulares, algunos compuestos, de color amarillo pálido (4A4), tubos de 5-8mm de longitud concoloro a los poros, al tocar se mancha de color azul grisáceo (21E4-21E3). **Contexto** de 8-20 mm de grosor, de color amarillo pálido (4A4) a

anaranjado pálido (5A2), se tiñe de azul grisáceo (21E4-21E3) al exponerse.

Estípite de 25-73×12-15mm, cilíndrico, de color amarillo pálido (4A3), superficie cubierta por glándulas de color marrón pálido (5D5-5D4) a marrón oscuro en la madurez (5E6), al tocar se mancha de azul grisáceo (21E4-21E3). Micelio amarillento. **Reacción química.** Al aplicar NH_4OH en la superficie del píleo se torna de color violeta pálido (17A2), himenóforo de color anaranjado pálido (5A3), contexto violeta-grisáceo.

Basidiosporas de 9–11×3–4 μm ($n=27$, $nL=9.7$, $nA=3.2$, $Q=3$), cilíndricas, algunas con depresión suprahilar visible, amarillo a marrón-oliváceo en KOH y melzer, algunas inequilateras. **Basidios** de 20–30×7–9 μm , clavados, tetràsporicos, con contenido, hialino a marròn. **Pleurocistidios** de 34–50×7–9 μm , claviformes algunos algo lanceolados con contenido hialino, marròn oscuro en KOH, ligeramente marròn-anaranjado en melzer, con paredes de 1 μm . **Queilocistidios** de 37–60(70) ×7–9 μm , claviformes con contenido hialino, marròn oscuro en KOH, ligeramente marròn-anaranjado en melzer, con paredes de 1 μm . **Pileipellis** formado por un ixotricoderma con hifas terminales cistidiodes de 49–105×7–13 μm , claviformes con contenido marròn, claviformes, algunas con paredes gelatinosas pared de 0.5 μm . **Stipitipellis** formados por caulocistidios de 16–95(108) ×4–11 μm , claviformes, con contenido marròn en KOH, marròn-anaranjado en melzer, pared delgada.

Hábitat. Disperso y/o solitario. Creciendo en bosque de *Pinus*, bosque mixto, bosque mesófilo de montaña, bosque de *Pinus-Quercus* y bosque de *Quercus-*

Pinus. Asociado exclusivamente a *Pinus*, durante los meses de junio a diciembre a una altitud de 1400 m hasta 3004 m.

Material estudiado: Oaxaca. Mixistlán de la Reforma, paraje: Mo'ontsa'am, Santa María Mixistlán, 01 noviembre 2016, Ayala-Vásquez, (764-ITCV); Oaxaca. Ixtlán de Juárez, Santa Catarina Ixtepeji. Paraje: km 4.5 rumbo a las cabañas, La Cumbre, Ayala-Vásquez, 29 junio 2017, García-Jiménez, De la Fuente y Del Valle, (822-ITCV, 823-ITCV); Oaxaca, Villa Alta, Santa María Yalina, Basurero de Yalina, 01 julio 2017, Ayala-Vásquez, García-Jiménez, (822-ITCV, 823-ITCV); Oaxaca, Ixtlán de Juárez, Santiago Laxopa, 300 m de la desviación, 01 julio 2017, Ayala-Vásquez, García-Jiménez, (822-ITCV, 823-ITCV); Oaxaca. Ixtlán de Juárez, Santa Catarina Ixtepeji. Paraje: km 1 rumbo a las cabañas, La Cumbre, 18 julio 2017 Ayala-Vásquez (835-ITCV); Paraje: km 3 rumbo a las cabañas, La Cumbre, 18 julio 2017, Ayala-Vásquez, (836- ITCV, 837-ITCV), Paraje: km 5 rumbo a las cabañas, La Cumbre, 18 julio 2017, Ayala-Vásquez, (838- ITCV, 839-ITCV); Paraje: Corral de Piedra, La Cumbre, 19 julio 2017, Ayala-Vásquez, (852- ITCV); Oaxaca. Mixistlán de la Reforma, paraje: bosque mesófilo de montaña, Santa María Mixistlán, 24 julio 2017, Ayala-Vásquez, (889-ITCV, 890-ITCV), paraje: Kuuyuukke'exp, Santa María Mixistlán, 27 julio 2017, Ayala-Vásquez, (915-ITCV, 916-ITCV); paraje: Nuuptëëköökpj, Santa María Mixistlán, Ayala-Vásquez, 2 agosto 2017, (945-ITCV); paraje: bosque mesófilo de montaña, Santa María Mixistlán, Ayala-Vásquez, 21 septiembre 2017, (1053-ITCV); paraje: Ja'aguuba'akm, Santa María Mixistlán, 2 agosto 2017, Ayala-Vásquez, (1078-ITCV,1079-ITCV); Oaxaca. Ixtlán de Juárez, Santa Catarina Ixtepeji, paraje: km 1 rumbo a las cabañas, La Cumbre, 07 octubre

2017, Ayala-Vásquez, (1098-ITCV); paraje: km 2 y 2.5 rumbo a las cabañas, La Cumbre, 07 octubre 2017, Ayala-Vásquez, (1099-ITCV, 1103-ITCV); paraje: km 3.5 rumbo a las cabañas, La Cumbre, 07 octubre 2017, Ayala-Vásquez, (1100-ITCV); paraje: km 4 rumbo a las cabañas, La Cumbre, 07 octubre 2017, Ayala-Vásquez, (1101-ITCV); paraje: Corral de Piedra, La Cumbre, 07 octubre 2017, Ayala-Vásquez, (1102-ITCV); paraje: Cabeza de Vaca, La Cumbre, 08 octubre 2017, Ayala-Vásquez, (1123-ITCV,1124-ITCV).

Distribución. Ampliamente distribuido en Norteamérica. En México se conoce de los estados de Chihuahua, Nuevo León, Jalisco, Tlaxcala, Veracruz y Oaxaca.

Nota taxonómica. *Suillus tomentosus* se caracteriza por presentar basidioma marrón pálido a anaranjado pálido, el contexto se torna azul al corte, la especie se puede confundir con *Suillus granulatus*, pero esta no se mancha de azul al corte. El material estudiado coincide con la especie descrita por Smith & Thiers, (1971), García-Jiménez, (1999), Bessette *et al.* (2017).



Figura 56. *Suillus tomentosus*. a- c basidioma. d trama himenoforal. e basidiosporas. f pleurocistidios. g queilocistidios. h Stipitipellis. i Pileipellis. Escala: a-c= 10 mm, d-i= 10 μ m.

Suillus sp

Figura 57

Píleo de 56-74 mm de diámetro, convexo a plano, de color marrón-grisáceo (5D3), víscido, margen algo irregular. **Himenóforo** poroide, subdecurrente a decurrente, poros angulares de 1.5-3 mm de diámetro, de color amarillo pálido (2A5) cuando joven, amarillo-anaranjado (5B8) en la madurez, poros dobles, tubos de 5-6 mm de longitud, al corte mallugar algunos tonos azules. **Contexto** de 11-18mm de grosor, blanquecino cuando joven, blanquecino sucio en la madurez, al corte se torna azul (23B7). **Estípite** de 50-70×9-13 mm, subcilindrico de color amarillo pálido (2A5), superficie cubierta por granulaciones a furfuráceos, en la madurez anaranjado pálido (5A3). **Micelio** blanquecino-rosáceo. Olor. afrutado. Sabor insípido.

Reacción química. Al aplicar NH_4OH en la superficie del píleo se torna de color verde pálido (26A4-26B4), poros marrones oscuro (5F8), tubos marrón-grisáceo(6F3). Al aplicar KOH , superficie del píleo negativo, himenóforo marrón, estípites de color marrón (6F4).

Material estudiado: Oaxaca. Ixtlán de Juárez, paraje: bosque mesófilo de montaña, Santiago Laxopa, 01 julio 2017, García-Jiménez -Ayala-Vásquez, (ITCV).

Hábitat. Se distribuye en el norte de la Sierra Norte de Oaxaca, México

Nota taxonómica. *Suillus* sp se caracteriza por presentar el píleo de color gris pálido, himenóforo amarillo cuando joven, amarillo-anaranjado en la madurez, estípites blanquecino con tonos amarillos a amarillo-marrón en la madurez.



Figura 57 *Suillus* sp (García-Jiménez -Ayala-Vásquez, s/n -ITCV). a, b basidiomas. c himenóforo. e superficie del píleo. Escala: 10 mm.

Análisis taxonómico y molecular de especies nuevas para la ciencia y nuevos registros para México

Familia Boletaceae. Subfamilia Boletoidae

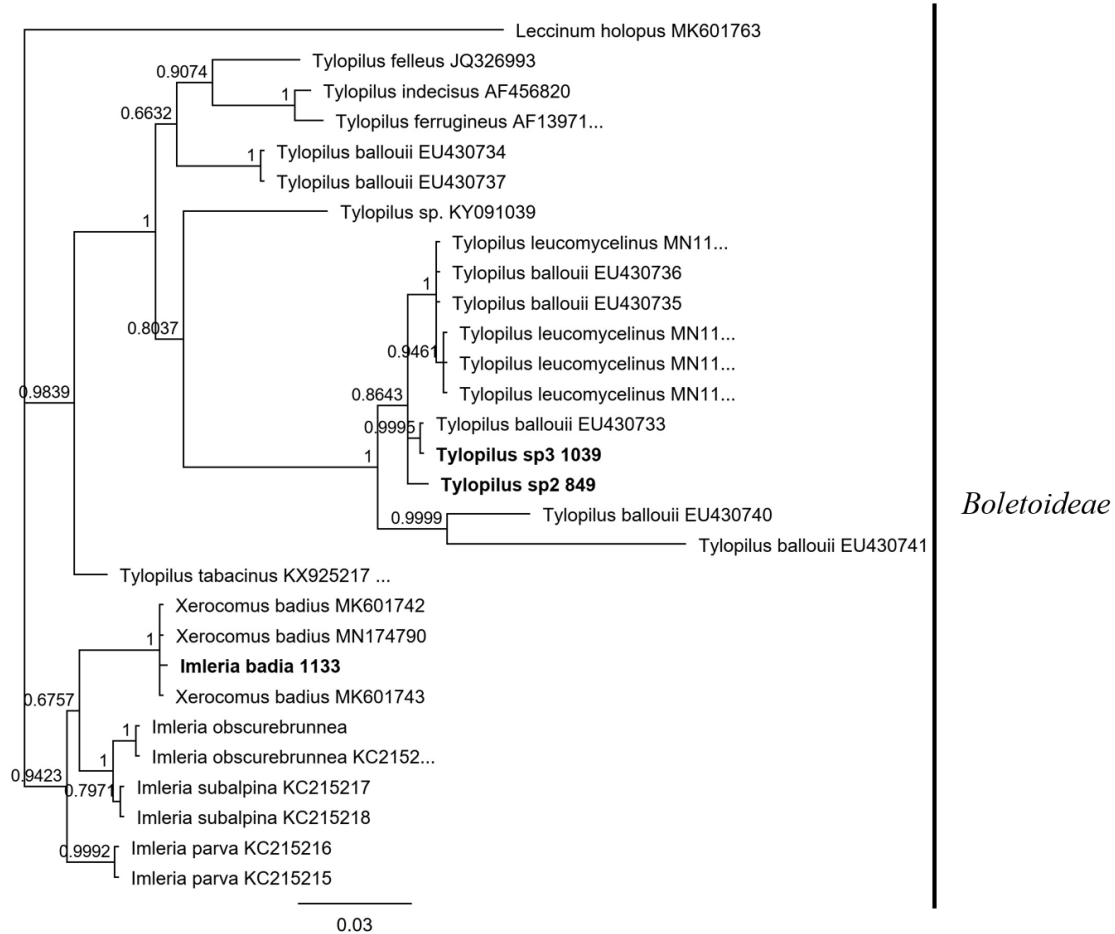


Figura 58. Análisis filogenético de la subfamilia *Boletoidae*, obtenido con el análisis de probabilidad posterior bayesiano con el gen LSU. Como grupo externo se uso a *Hemiporus betula*.

***Tylopilus* sp2**

Figura 59

Píleo de 50 mm de diámetro, plano-convexo de color anaranjado grisáceo (5B6) a anaranjado marrón (5C6), superficie subtomentosa, margen estéril incurvado.

Himenóforo decurrente, poros de 0.5-2 mm de diámetro, circulares irregulares a angulares de color blanquecino cuando joven, anaranjado (5A7) en la madurez,

tubos de 2–3 mm de longitud concoloro a los poros no se mancha al corte. **Contexto** tres veces más grueso que los tubos, 10mm de grosor, blanquecino, anaranjado debajo de la cutícula, base del estípite algunos tonos, marrón oliváceo (4E4).

Estípite de 55×18 mm, cilíndrico a subclavado, color anaranjado (5A8-6A8), superficie furfurácea, sin cambio de coloración. Micelio blanco.

Basidiosporas de 5–7(9) × (3.5)4–5(6) µm ovoide, oliváceo en KOH, lisa, algunas con depresión suprahilar visible. **Basidios** de 25–38 (42) ×6–8 (10) µm, clavados, hialinos en KOH, marrón pálido a amarillento en Melzer, bispóricos y tetrasporicos.

Pleurocistidios de 37–60(70) ×7–10 (11) µm, ventricoso-rostrados, mucronados, fusoides hialinos a amarillo pálido en KOH, con contenido visibles en Melzer de color amarillo a marrón, pared gruesa de 0.8-1.2 µm. **Queilocistidios** de 29–45 (50) ×6–8 (10) µm, fusoides, clavados con paredes de 1–1.5 µm, marrón con contenido en KOH, más visible en Melzer de color anaranjado-marrón. **Pileipellis** formado por un ixotricoderma con hifas terminales tipo cistidioides de 31–55 (75) ×6–7 (11) µm, fusoides, mucronados, clavados hialinos a amarillo-marrón en KOH, marrón anaranjado en Melzer con contenido visible, pared gruesa. **Stipitipellis** formado por caulocistidios de 33–44 (63) ×6–8 (11) µm fusoides, mucronados, clavados hialinos a amarillos en KOH, amarillo en Melzer con contenido, pared de 0.5-1 µm.

Hábitat. Solitario. Creciendo en bosque de *Quercus-Pinus* asociado a *Quercus aff laeta*, durante el de julio a una altitud de 2751m.

Material estudiado. Oaxaca, distrito de Ixtlán de Juárez, municipio de Santa Catarina Ixtepeji, La Cumbre, km 0.8 rumbo a las cabañas, 18 julio 2017, Ayala-Vásquez-Victores-Aguirre, (849-ITCV).

Nota taxonómica. *Tylopilus* sp2, se caracteriza por presentar píleo convexo de color marrón-anaranjado, himenóforo con tubos muy cortos comparado con el contexto que mide 10mm de grosor, color anaranjado pálido, sin cambio al corte, estípite cilíndrico de color anaranjado, difiere del resto de los *Tylopilus* anaranjados por los poros cortos, el basidioma aurantiacus. El análisis filogenéticamente (Figura 58) muestra que pertenece al grupo de los *Tylopilus balloui* y *T. leucomycelinus*, pero tiene algunos caracteres distintivos descritos en la Tabla 7 y el soporte molecular con el gen LSU (= 0.99 PPB) lo confirma.

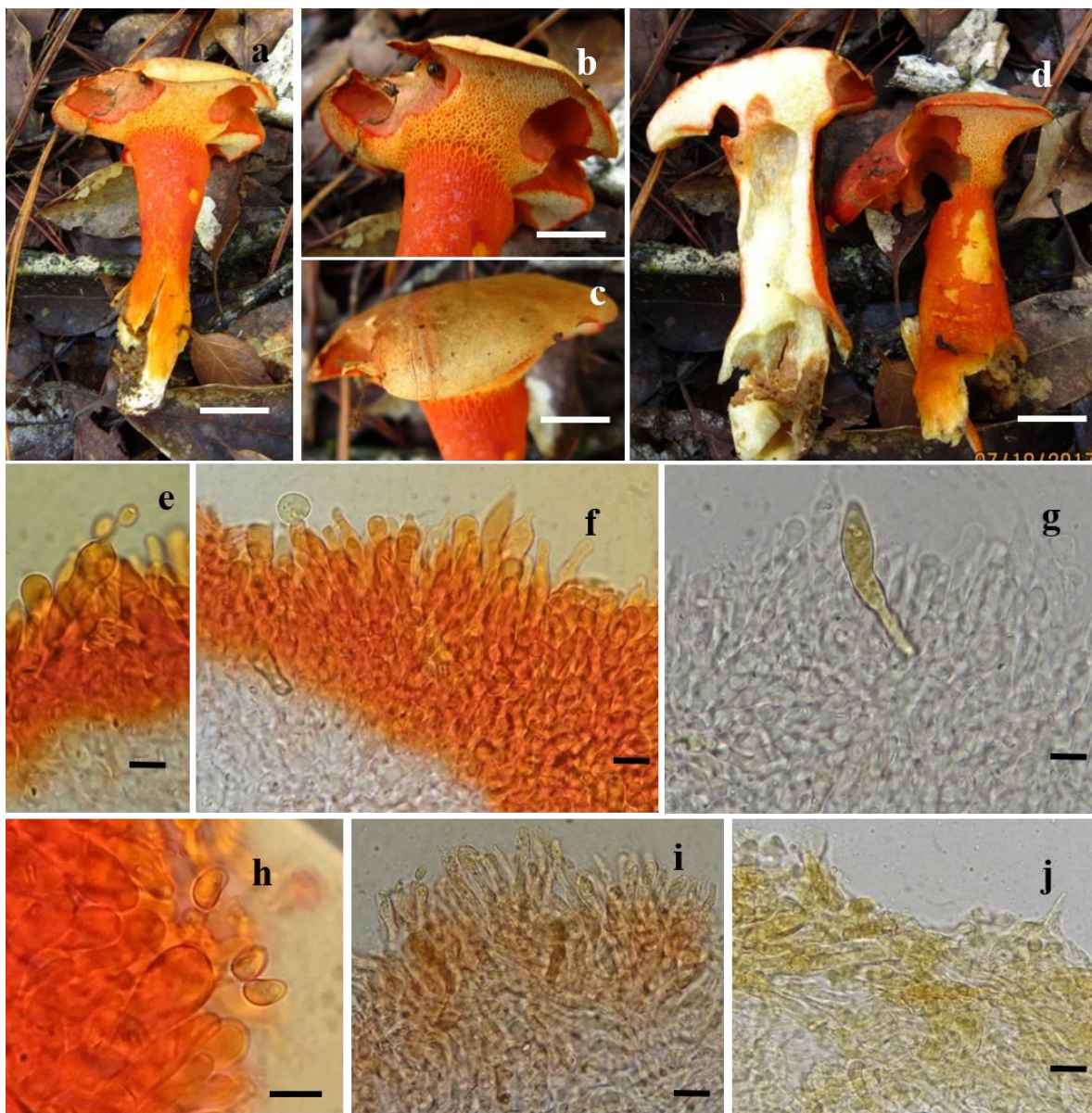


Figura 59 *Tylopilus* sp2. a-d basidioma. e basidios. f pleurocistidios. g queilocistidios. h basidiosporas. i stipitipellis. j pileipellis. Escala= a-d= 10 mm. e-j=10 µm.

Tylopilus sp3

Figura 60

Píleo de 19-28 mm de diámetro, convexo, anaranjado pálido a amarillo (7A3) cuando joven, marrón pálido, anaranjado-marrón (7C8) a marrón (7D8-7E8) superficie furfurácea, seca, margen incurvado. **Himenóforo** adherido, poros circulares de 0.25 mm de diámetro, blanquecino, tubos de 3 mm de longitud,

concoloro a los poros, al tocar o cortar se torna marrón-anaranjado, sobre todo en la madurez. **Contexto** de 4 mm de grosor, blanquecino sin cambio de coloración al corte. **Estípite** de 15×6 mm, claviforme de color blanquecino en el ápice, amarillo (4A6) el resto del estípite, superficie furfurácea. **Micelio** blanquecino. Olor: ajo. Sabor: astringente, después de unos minutos refresca la lengua como la menta. **Reacción química.** Al aplicarle NH₄OH el píleo se torna de color marrón (6F8), contexto marrón pálido, himenóforo marrón, estípite blanquecino. Al aplicar KOH el píleo se mancha de color marrón-anaranjado, himenóforo y contexto marrón pálido, estípite de color gris.

Basidiosporas de 5–7 ×4–5 µm ovoides algo lacrimoides, oliváceos en KOH, lisas.

Basidios de 30×9µm clavados, hialinos en KOH, tetrasporicas. **Pseudocistidios** de 30–35×7–8 µm, fusoides, subclavadas a piriformes, hialinos con pared gruesa.

Pileipellis de 150–200 µm de grosor, formado por un tricoderma de hifas entrelazadas con células terminales de 30–40×7– 9 µm, cilíndricos, hialinos a amarillo pálido en KOH, amarillo en melzer. **Stipitipellis** formado por caulocistidios 25–60×7–11 µm, fusoides, ventricoso-rostrados, amarillo en KOH, amarillo-marrón en melzer, con contenido del tipo *Tylopilus*, pared gruesa.

Hábitat. Solitario. Creciendo en bosque de *Pinus-Quercus*, bosque de *Quercus-Pinus* asociado a *Q. rugosa* y *Q. scytophylla* durante el mes de septiembre, altitud de 1737-1926 m.

Material estudiado: Oaxaca, Santiago Zacatepec, Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, Paraje: Kuuyuúk keéxp Santa María Mixistlán, Ayala-Vásquez, 14 septiembre 2017 (1039-ITCV); Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán,

Paraje: Kuuyuúk keéxp Santa María Mixistlán, 3 de octubre 2017, Ayala-Vásquez, (1074-ITCV).

Tabla 7. tabla comparativa de las especies cercanas a *Tylopilus* sp3

Nombre de la especie	Esporas	Cistidios	Pileipellis	Vegetación
<i>Tylopilus balloui</i> 40-85 mm de diámetro	8.2–10.5×3–3.7 elipsoides, ovoides a fusoides	27–60(80) ×6–21µm utriforme	4–8µm trico dermo	BQP
<i>Tylopilus leucomycelinus</i> 36-110 mm de diámetro	5.1–) 6.6(–8.2) × (3.9)4.5(–5.5) µm, alantoides, faseliformes, ovoides a subglobosas	38–83×7–19µm,	Epicutis 24–115× 3–8 µm, con algunas paredes gelatinosas	BQP Posiblemente asociado a <i>Quercus</i>
<i>Tylopilus</i> sp3 19-28 mm de diámetro	5–7×4–5 µm, ovoides a subglobosas	30–35×7–8µm, fusoides, subclavadas a piriformes	Tricodermo 30–40×7– 9µm, con algunas paredes gelatinosas	BQP, BPQ

Nota Taxonómica. *Tylopilus* sp3 presenta un basidioma pequeño, píleo anaranjado cuando joven marrón anaranjado en la madurez, himenóforo adherido, con poros y tubos blanquecinos, al tocar o cortar se torna marrón-anaranjado. Basidiosporas cortas comparado *Tylopilus leucomycelinus* y *T. balloui*. El análisis filogenético muestra que *Tylopilus* sp3 pertenece al clado de *T. leucomycelinus* y *T. balloui*, con un soporte de (LSU= 1 PPB), *Tylopilus* sp3 difiere de *T. leucomycelinus* con un soporte de *Tylopilus balloui* es una especie compleja Singer *et al.* (1991) describe que el *T. balloui* de Tamaulipas y Veracruz tiene basidiosporas más largas (6.5–11×3.5–5) que la especie tipo (Tabla) descrita de New Jersey, North Carolina, EU. Chakraborty *et al.* (2018), Halling *et al.* (2008) mencionan que *T. balloui* es una especie polimórfica y que necesita un estudio más detallado para ver si se trata de

una especie críptica. Por su parte Gelardi *et al.* (2019), mencionan que de acuerdo con lo descrito por diversos micólogos *T. balloui sensu stricto* se distribuye al este de Estados Unidos y México, y lo reportado en América Central es *T. leucomycelinus*.

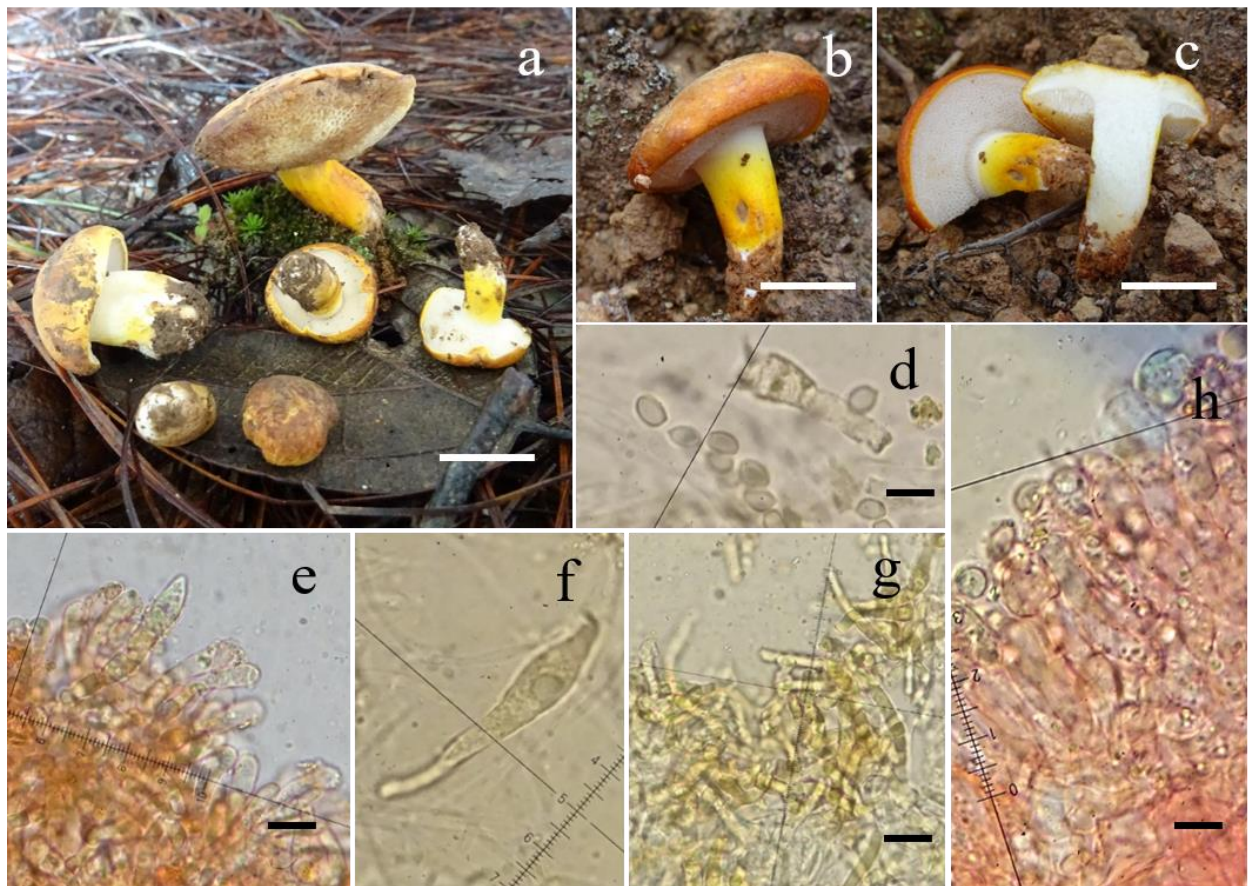


Figura 60. *Tylopilus* sp3 (1074-ITCV, 1039-ITCV). a-c basidioma. d basidiosporas y basidios. e queilocistidios. f stipitipellis. g pileipellis. h pleurocistidios. Escala: a-c=10 mm, e-h= 10 μ m.

***Tylopilus* sp4**

Figura 61

Píleo de 18 mm de diámetro convexo de color marrón- grisáceo, superficie pulverulenta, margen recto. **Himenóforo** poroide adnado, poros de 0.2-0.5 mm de diámetro angulares, blanquecino, al oxidarse color marrón, tubos de 3mm de longitud concoloro a los poros, al corte se mancha marrón. **Contexto** blanquecino de 3mm de grosor al corte se torna purpura-marrón levemente. **Estípite** de 29x4

mm, claviforme color marrón, superficie furfurácea, algunas escabrosidades muy finas. Micelio blanco. **Basidiosporas** de 7–13×4–5 µm, elipsoide, lisas, oliváceo en KOH, con o sin depresión suprahilar visible. **Basidios** unisporicos de 16–26×6–7 µm, hialinos a amarillentos en KOH, amarillento a marrón en melzer. **Pleurocistidios** de 26–35×6–10 µm mucronados, clavados, hialinos a amarillo en KOH, con contenido amarillento, pared gruesa. **Queilocistidios** de 32–64×5–8 µm, dorado algunos hialinos, con contenido amarillento, pared gruesa. **Pileipellis** formado por un tricotermo con hifas cilíndricas de 5–8 µm de diámetro, con paredes gruesas y contenido amarillo en KOH. **Stipitipellis** formado por caulocistidios de 23–36×4–5 µm, clavados, cilíndricos a fusoides, dorado en KOH con contenido visible, pared gruesa.

Hábitat. Solitario. Creciendo en bosques de *Quercus-Pinus*, asociado a *Q. scytophylla*, durante el mes de octubre a una altitud de msnm.

Material estudiado. Oaxaca, Municipio, Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, 30 octubre 2016, Ayala -Vásquez, (725-ITCV).

Nota taxonómica. *Tylopilus* sp4 se caracteriza por presentar un basidioma diminuto, color marrón-grisáceo, himenóforo blanquecino al mallugar se torna marrón, contexto blanquecino al corte se torna purpura-marrón, basidiosporas elipsoides, basidios unisporicos. Se distingue del resto de las especies por el tamaño del basidioma, el color del contexto al corte.

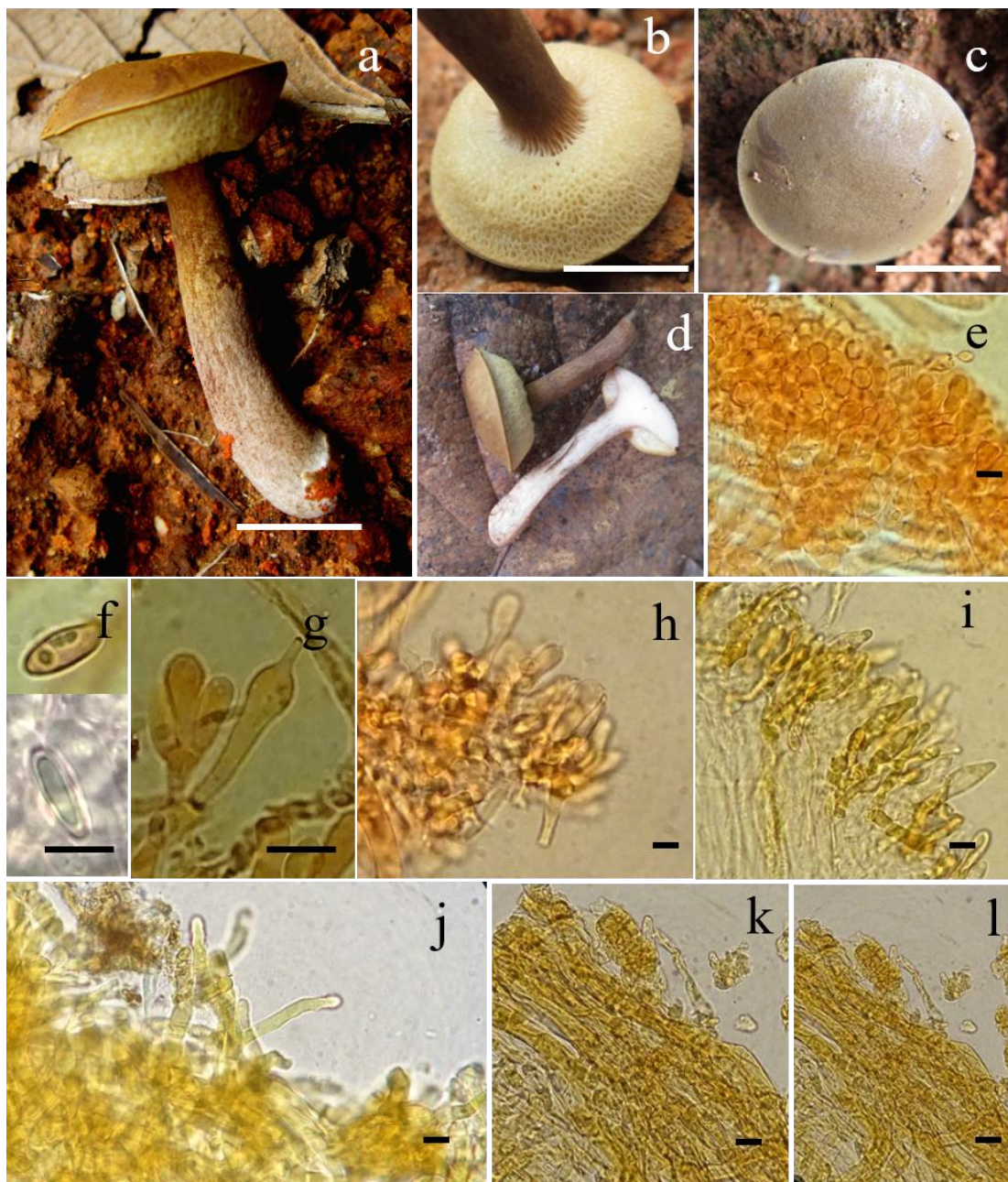


Figura 61. *Tylopilus* sp4 (725-ITCV). a-d basidioma. e-g basidios. h pleurocistidios. i queilocistidios. j stipitipellis. k-l pileipellis. Escala: a-c 10 mm, e-l= 10 μ m.

***Tylopilus* sp5**

Figura 62

Píleo de 27 mm de diámetro, convexo, de color marrón verdoso, superficie furfurácea, algunas zonas con escamosas algo triangulares, margen entero, estéril.

Himenóforo decurrente, poros de 0.4–0.5 μ m de diámetro, circulares de color

blanquecino manchándose de marrón oscuro al tocar, tubos de 2mm muy cortos comparado con el contexto que mide cinco veces más, blanquecino al corte marrón grisáceo muy tenue. **Contexto** de 12 mm de grosor, blanquecino después de unos minutos algunos tonos de color marrón pálido, contexto del estípite concoloro al contexto del píleo. Estípite excéntrico de 40×9 mm, claviforme, color blanquecino en el ápice y zona basal, resto concoloro al píleo, superficie fibrilosa, seca. Olor. Fungoide. Sabor. Amargo. **Basidiosporas** de 6.5–8×3.5–6 µm cilíndricas, oliváceos en KOH, sin depresión suprahilar visible, lisas. **Basidios** unisporicos de 20–40×6–7 µm, fusoides a clavados, con contenido amarillento, basidiolos de 14–23×3.5–6 µm hialinos en KOH. Pleurocistidios no encontrados. **Queilocistidios** de 28–40×6–9 µm, clavados algunos fusoides, ventricoso-rostrados, dorados en KOH, marrón en melzer. **Pileipellis** formado por un ixotricoderma con hifas terminales de 35–38×5–8 µm, cilíndricas, fusoides, clavadas, color dorado con contenido, pared gruesa. **Stipitipellis** formado por caulocistidios de 25–57×7–10 µm clavados, fusoides, dorados con contenido, pared gruesa.

Hábitat. Solitario. Creciendo en bosques de *Quercus*, probablemente asociado a *Quercus scytophylla*, durante el mes de octubre a una altitud de 1893 msnm.

Material estudiado. Oaxaca, Municipio, Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, 3 octubre 2017, Ayala -Vásquez, (1088-ITCV).

Nota taxonómica. *Tylopilus* sp5 se caracteriza por un píleo con superficie escamosa, himenóforo muy corto comparado con otras especies del género, estípite excéntrico.

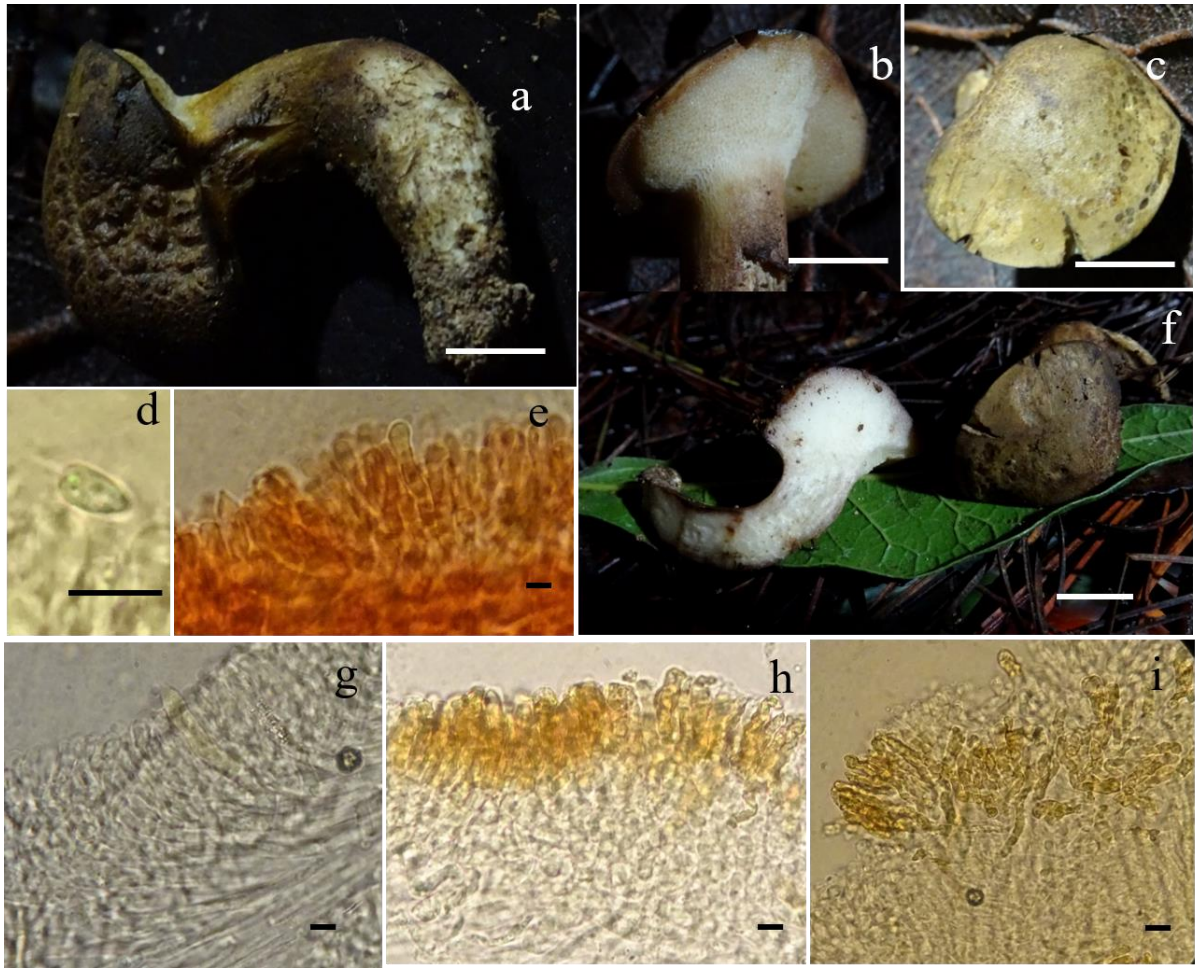


Figura 62. *Tylopilus* sp5. a-c, f. d basidiosporas. e basidios. g pleurocistidios. h stipitipellis. i pileipellis. Escala: a-c, f= 10 mm, d-e, g-i= 10 µm.

***Strobilomyces oaxacanus* ad int.**

Figura 63, 64

Píleo de 50-80 mm de diámetro, convexo a plano convexo en la madurez, superficie con escamas poligonales de 2-3 mm, seca, de color gris- negro, marrón, con fondo blanco sucio, borde con restos de anillo de color blanco-grisáceo. **Himenóforo** subadherido al estípite, c ubierto por un velo cuando joven, poros circulares de 1-1.4 mm, de color blanco-grisáceo, negro en estado maduro, con tubos de 5 mm de longitud. **Contexto** de 10-12 mm de grosor color blanco grisáceo, al contacto con el aire se torna de color marrón vináceo, contexto del estípite concoloro al contexto del

píleo. **Estípite** de 55-70×5-10 mm en el ápice, 20mm en la base, superficie furfurácea a escamosa, seca, con restos del velo. **Reacciones químicas.** Al aplicar KOH, la superficie del píleo cambia de marrón-rojizo posteriormente a negro, el contexto de color marrón oscuro, en el himenóforo marrón rojizo a rojo oscuro.

Basidiosporas de 10-12× 8-10 µm, un promedio de 11× 9 µm, una Q:1.2 µm, subglobosas, con ornamentación retículo-alveoladas, de color café- marrón, en KOH. **Basidios** de 23-36× 9-13 µm, claviformes, hialino a marrón pálido en KOH, tetraspóricos. **Pleurocistidios** de 40-60 × 11-19 µm, fusiforme-ventricosos con contenido y paredes gruesas que van de 1 a 3 µm. **Queilocistidios** de 43- 60× 10-18 µm, claviformes, algunos fusoides ventricosos de 55-60× 10-18 µm ápice mediano de 13-18× 3 µm, con paredes gruesas. Trama himenoforal bilateral, divergente formado por un estrato medio de hifas tubulosas de 3-6 µm de dm, marrón-vináceo en KOH hifas laterales de 4-8 µm, marrón-vináceo en KOH. **Pileipellis**; 70-80 µm de 138 grosor, formado por un tricoderma con terminaciones clavados-mucronados de 20- 35(55) ×7-10(13) µm, hialinos a marrón en KOH, paredes de 0.8 µm de grosor. **Stipitipellis** formado por caulocistidios con diferentes células; mamilados de 42-70× 20- 30 µm, mucronados-piriformes de 30-60 × 20-24µm, algunos subglobosas que miden 20- 26×17-25 µm y fusoides de 50-75 µm, hialinos a marrón oscuro en KOH, paredes de 1-2 µm de grosor, con algunos caulobasidios de (23-36× 9-13 µm, clavado, hialino a marrón pálido en KOH, tetraspóricos.

Hábitat. Esta especie crece solitaria o dispersa, en el mantillo bosques de *Pinus-Quercus*, *Quercus-Pinus* y bosque de *Quercus*, asociada a *Quercus scytophylla*, durante los meses de junio-octubre a una altitud de 2000-2700 m.

Material estudiado. Oaxaca, Zacatepec Mixe, San Pedro y San Pablo Ayutla, El Portillo, 2 agosto 2016, Ayala-Vásquez(662-ITCV), Zacatepec Mixe, Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, päxyóom, 25 julio 2017, Ayala-Vásquez (905-ITCV).



Figura 63. *Strobilomyces oaxacanus* ad. int. a) píteo. b) contexto. c) himénoforo. d) basidiosporas al MEB. Escala: a-c= 10 mm, d= 10 µm.

Nota taxonómica. *Strobilomyces oaxacanus* ad int., se ha descrito de Oaxaca como *Strobilomyces strobilaceus* (Welden y Guzman 1978, García-Jimenez 1999),

aunque Heim y Perreau (1964), notan ciertas diferencias con respecto al tamaño de las basidiosporas de *S. trobilaceus* y el ejemplar descrito de Oaxaca. *S. oaxacanus* *Ad int.* tiene caracteres macroscópicos similares a la de *S. strobilaceus*, microscópicamente tiene diferencias en el tamaño de las basidiosporas; *S. strobilaceus* según Petersen *et al.* (2012), donde designó el ejemplar SAV-3214 como el material tipo, tiene basidiosporas de $12\text{--}14 \times 10\text{--}11.5 \mu\text{m}$, pleurocistidios de $74\text{--}91 \times 18\text{--}22 \mu\text{m}$, pedicelados, fusiformes, con pared gruesa y un contenido marrón. Mientras que *S. oaxacanus* *ad int.*, tiene basidiosporas de $10\text{--}12 \times 8\text{--}10 \mu\text{m}$, pleurocistidios de $40\text{--}60 \times 11\text{--}19 \mu\text{m}$, fusiforme-ventricosos con contenido y paredes gruesas que van de 1 a 3 μm . Los estudios biogeográficos de Han *et al.* (2019), menciona que *S. strobilaceus* se distribuye en Europa, Asia y America del Norte incluyendo México, esto concuerda con el material descrito por Garcia 1981, García-Jiménez, (1999) de Nuevo León y Jalisco con basidiosporas de $11.5\text{--}13 \times 8.6\text{--}10 \mu\text{m}$, estas medidas concuerdan más con la especie tipo. Al parecer su distribución ya no llega a la región Neotropical.

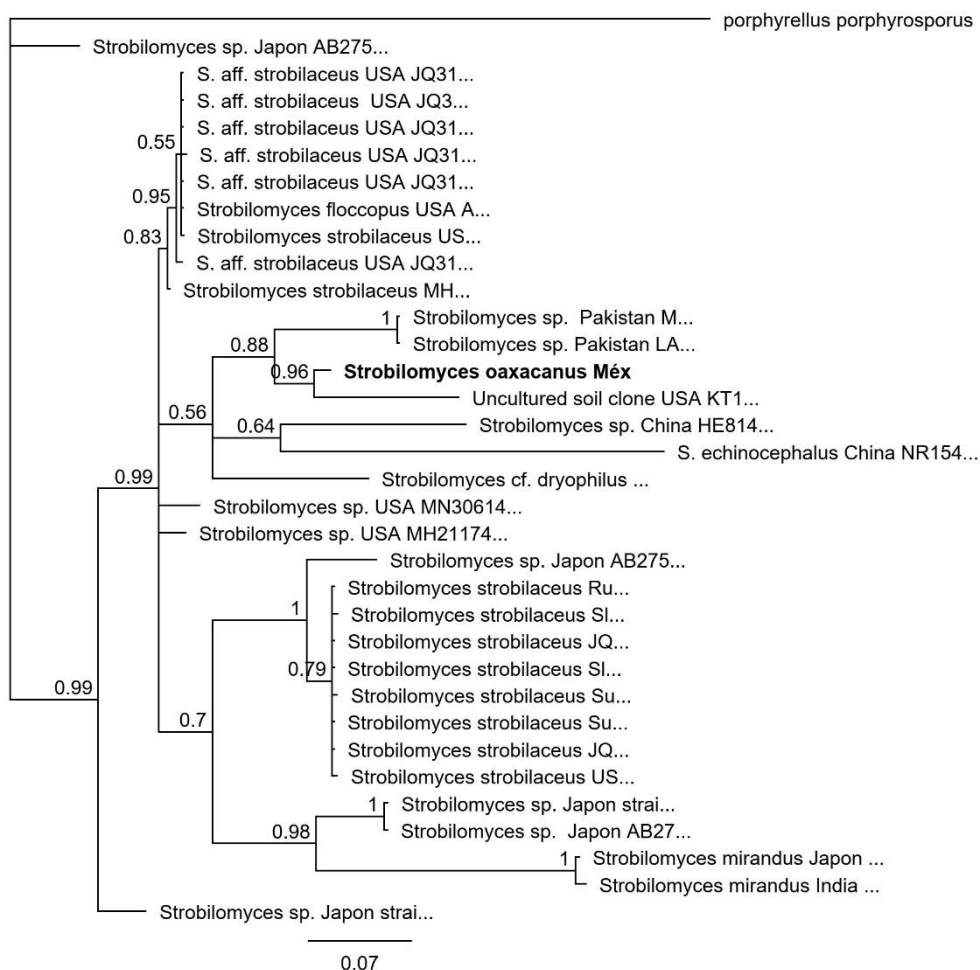


Figura 64. Análisis filogenético del género *Strobilomyces*, con énfasis en *S. strobilaceus*, obtenido con el análisis de inferencia Bayesiana, con el gen ITS, se usó como grupo externo a *Porphyrellus porphyrosporus*.

Subfamilia *Leccinoideae*

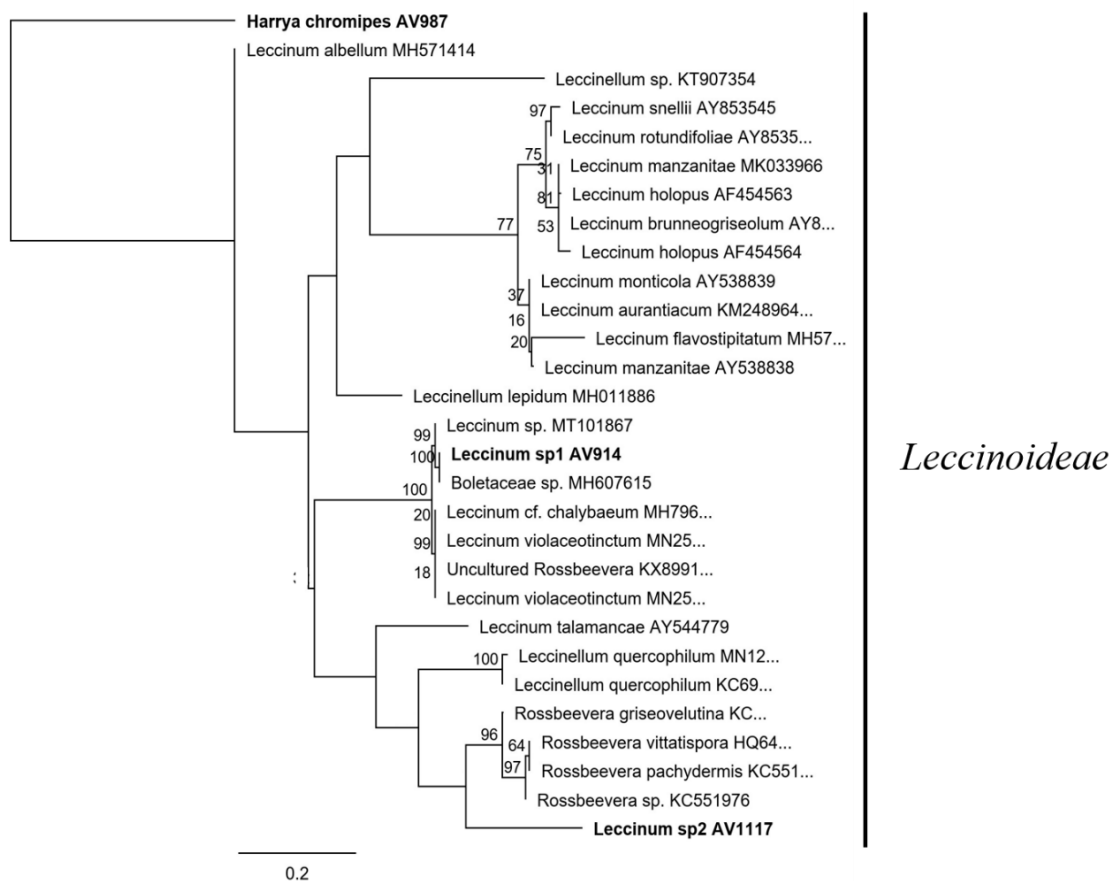


Figura 65. Análisis filogenético de la subfamilia *Leccinoideae* obtenido con el análisis de máxima verosimilitud (ML) con el gen ITS, se usó como grupo externo a *Harrya crhomipes*.

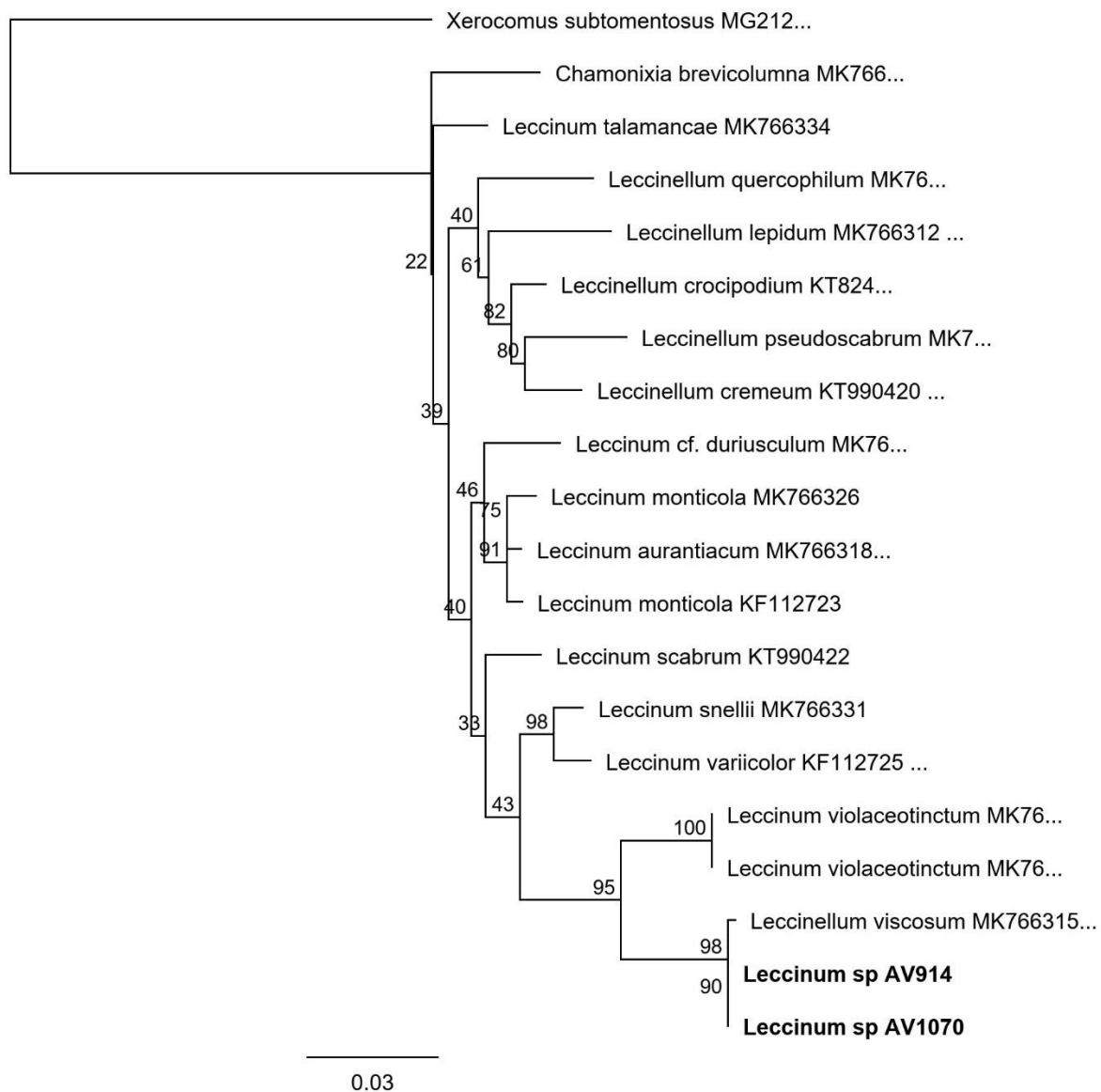


Figura 66. Análisis filogenético de la subfamilia *Leccinoideae* obtenido con el análisis probabilidad posterior bayesiano, con el gen RPB2, se usó como grupo externo a *Xerocomus subtomentosus*.

***Leccinum* sp1**

Figura 66

Píleo de 46 mm diámetro, convexo, superficie furfurácea ligeramente areolada en la madurez, de color rojo pastel (9A5-9A6) cuando joven, rosa- salmon (10A2), rojo pálido (10A3) rojo pastel (10A4) en la madurez, margen algo apendiculado, estéril.

Himenóforo adherido, depreso, poros de 0.5-0.8 mm de diámetro, circulares a irregulares, blanquecinos al tocar blanco sucio, tubos 8mm de longitud, concoloro a los poros al corte blanquecino a rosa pálido (10A2). Contexto 6 mm de grosor, compacto de color crema, al corte rosa pálido (10A2) en los bordes del contexto del píleo y del estípite, himenóforo color miel. **Estípite** 50×10 mm, clavado, superficie escabrosa, color rosa (10A2), rojo pálido (10A3) rojo pastel (10A4), escabroso color rojo pastel (9A5-9A6). Micelio blanco. **Reacción química** al aplicar KOH en la superficie del píleo e himenóforo marrón (6E8), estípite y contexto negativo. NH₄OH píleo marrón 6E7), himenóforo marrón rojizo (9E8) estipe y contexto negativo.

Hábitat: solitario, creciendo en bosque de *Pinus-quercus* y *Quercus-Pinus* asociado a *Quercus rugosa* a una altitud de 1709 m.

Material estudiado. México, Oaxaca, Distrito Zacatepec, Municipio Mixistlán de la Reforma, localidad Santa María Mixistlán, bosque de *Pinus-Quercus*, 27 Julio 2017, Ayala-Vásquez (914-ITCV), Oaxaca, Distrito Zacatepec, Municipio Mixistlán de la Reforma, localidad Santa María Mixistlán, bosque de *Quercus- Pinus*, 03 octubre 2017, Ayala-Vásquez (1110-ITCV).

Nota taxonómica. *Leccinum* sp1 se caracteriza por presentar un basidioma color salmon, melón, marrón-anaranjado. Píleo con superficie furfurácea ligeramente areolada en la madurez, margen entero cuando joven, apendiculado en la madurez, contexto crema, al corte se torna color rosa-salmon, estípite clavado concoloro al píleo. Filogenéticamente *Leccinum* sp1 esta muy emparentado a *L. viscosum*, con un soporte del 98%ML RPB2, (figura 66) descrito de la Reserva del este de Belice

(Ortiz-Santana y Halling, 2009); pero taxonómicamente tiene diferencias significativas tales el cambio de coloración del estípite, se torna azul pálido, azul verdoso a azul oscuro en la base de *L. viscosum*, mientras que *Leccinum* sp1 jamás se mancha de azul al mallugar, los cistidios son fusoides subfusoides a subcilindricos mientras que *Leccinum* sp1 tiene los cistidios ventricosos-rostrados, mucronados.



Figura 66. *Leccinum* sp1 (Ayala-Vásquez, 914-ITCV). a-e basidioma. f basidiosporas. g pleurocistidios. h basidios. i-j queilocistidios. k stipitipellis. l-m pileipellis. Escala a-e= 10mm, f-m=10µm.

***Leccinum* sp2**

Figura 67

Píleo de 40 mm de diámetro, ampliamente convexo a convexo, color marrón-anaranjado (7C6) a gris anaranjado (6B3) en el centro, marrón anaranjado a marrón grisáceo (7D3,7E3) en el borde, superficie rugulosa, algo húmedo, margen apendiculado. **Himenóforo** adherido, poros de 0.3–0.5 mm, blanquecino al mallugar tonos vináceos (8D5), tubos de 4 mm de longitud blanquecino al corte se torna vináceo pálido(8D3). **Contexto** de 6mm de grosor, blanquecino al corte color rojo pálido(8D5), contexto del estípite con algunos tonos marrón-vináceo(10A4) principalmente de color azul turquesa (24A4–24A5). **Estípite** de 80×9–12 mm, clavado, blanquecino cuando joven, grisáceo-marrón (7D2, 7F4) en la madurez, el ápice se conserva blanquecino, al tocar se mancha de azul turquesa (24A5), superficie escabrosa. Sabor, acidulado. Olor fungoide. **Reacción química.** Al aplicar NH₄OH en la superficie del píleo se torna marrón (), Himenóforo y contexto anaranjado rojizo(18A8), estípite amarillo (). **Basidiosporas** de (11–) 13–18(20) ×5–6(7) µm, lisas, elípticas a fusiformes, de color verde en KOH, marrón en melzer, con o sin depresión suprahilar visible. **Basidios** de 31–40 ×10–15 µm, clavados tetrasporicos, hialinos en KOH, marrón en melzer. **Pleurocistidios** de 32–40 ×8–9 µm, fusoides hialinos en KOH, amarillo con contenido en melzer, con paredes gruesas. **Queilocistidios** de 46–65 ×10–12 µm, fusoides, ventricoso-rostrados, con ápice largo, marrón en KOH, marrón-anaranjado en melzer, con contenido visible, pared gruesa. **Pileipellis** formado por una dermis de hifas concatenadas, globosas, subglobosas, cilíndricas, clavadas, algunas isodiametricas, hialinas en KOH, amarillentas en melzer, con pared gruesa. **Stipitipellis** formado por caulocistidios

de 30–45 ×10–16 µm, clavados algunos fusoides, hialinos en KOH, amarillo en melzer, pared gruesa, con un septo basal.

Hábitat. Solitario. Creciendo en bosque de *Quercus-Pinus* durante el mes de octubre a una latitud de 96°36′51.79″ 17°11′07.83″, altitud de 2000.

Material estudiado. Oaxaca. Ixtlán de Juárez. Santa Catarina Ixtepeji. La Cumbre Ixtepeji, paraje. Km 2.3 rumbo a las cabañas, 07 octubre 2017, Ayala Vásquez, (1116-ITCV).

Nota taxonómica. *Leccinum* sp2 se caracteriza por presentar un píleo ruguloso, himenóforo blanquecino tornándose vináceo al mallugar. Se puede confundir con *L. quercophilum* por los colores semejantes, pero difieren por los tonos verdosos que en la superficie e himenóforo al mallugar y por el tamaño de las esporas. También tiene algunas características semejantes con *L. chalybaeum*, pero difieren de por los tonos rosas en el píleo la coloración gris verdoso a azul al mallugar. Himenóforo se mancha de oliváceo-marrón al mallugar. El análisis filogenético muestra que *Leccinum* sp2 es una especie nueva con un buen soporte (ITS=100%ML, Figura 65).



Figura 67. *Leccinum* sp2 (1116-ITCV). a-d basidioma. e trama himenial. f basidiosporas. g basidios. h pleurocistidios. i-j queilocistidios. k pileipellis. l stipitipellis. Escala: a-d= 10 mm. e= 25 μ m. f-l= 10 μ m.

Subfamilia grupo *Pulveroboletus*

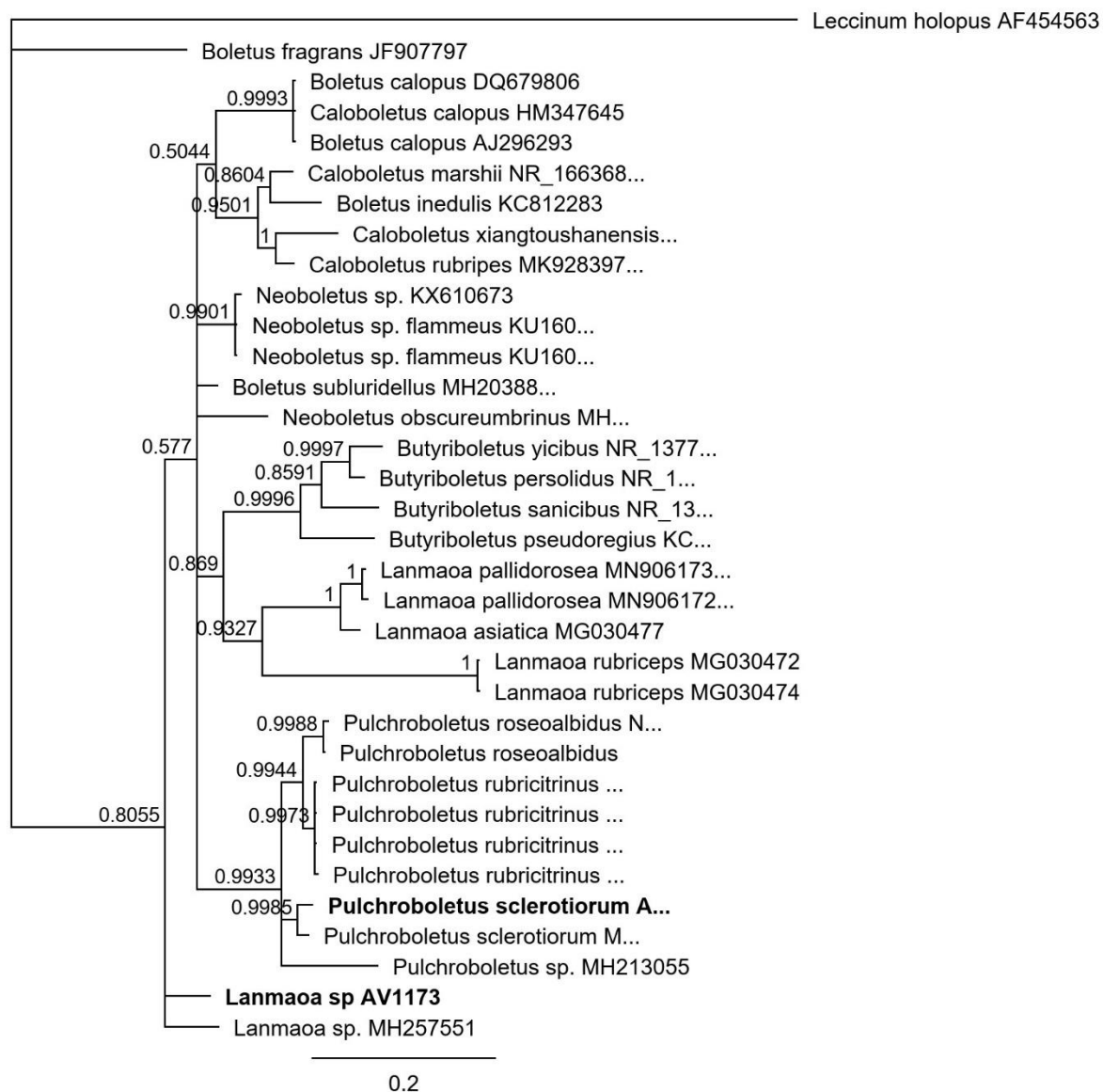


Figura 68. Análisis filogenético del grupo *Pulveroboletus* obtenido con el análisis de probabilidad posterior bayesiano con el gen ITS, se usó como grupo externo a *Leccinellum holopus*.

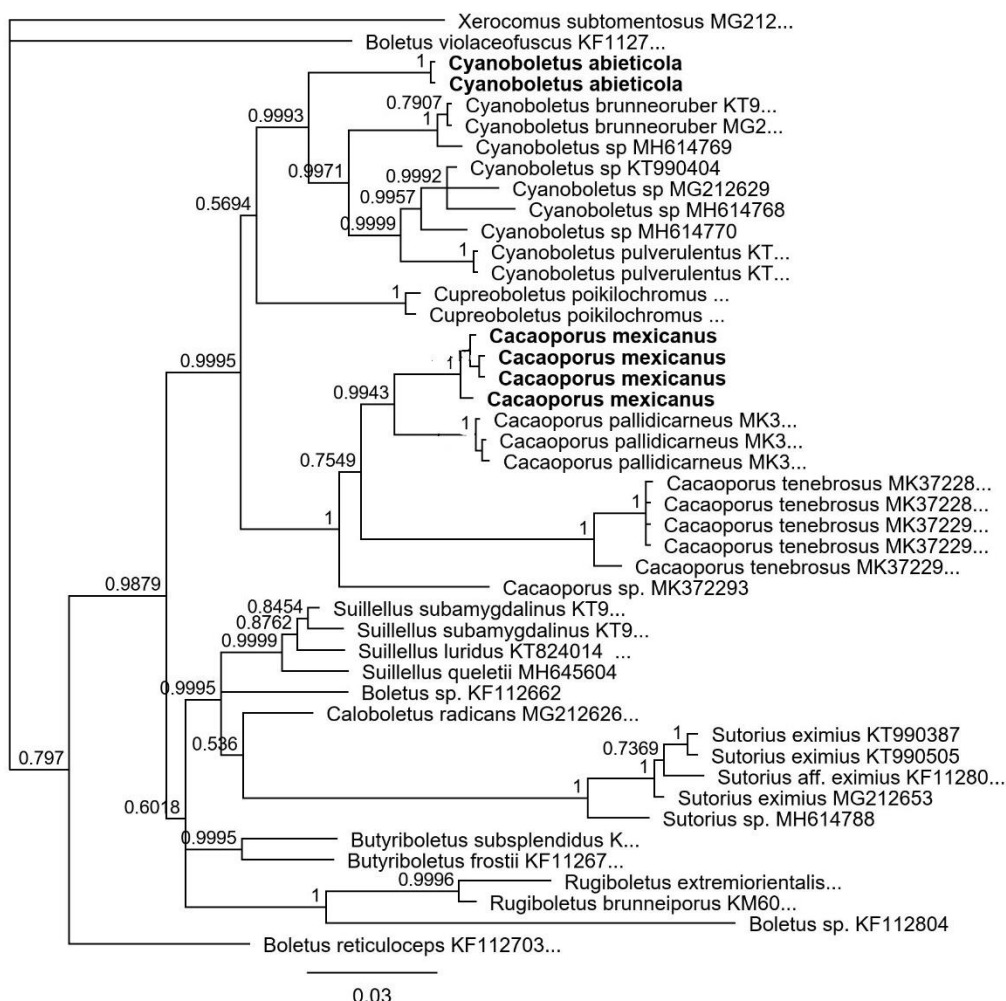


Figura 69. Análisis filogenético del grupo *Pulveroboletus* obtenido con el análisis de probabilidad posterior bayesiano con el gen RPB2, se usó como grupo externo a *Xerocomus subtomentosus*.

Género *Cacaoporus* Raspé & Vadthananarat, in Vadthananarat, Lumyong & Raspé, MycoKeys 54: 14 (2019)

Características del género. El género es similar a *Sutorius* por el color marrón-chocolate, marrón-grisáceo a marrón oscuro del basidioma, las escabrosidades del estípite. Himenóforo con tonos violetas marrón-chocolate, tubos no separables del contexto del píleo. Micelio basal blanquecino, tornándose de color rojo pálido a rojo al tocar. Basidiosporas amigdaliformes, ovoides con ápice subagudo de color

marrón oscuro. La especie descrita para el género es una especie nueva para la ciencia, el género fue propuesto recientemente por Raspé & Vadthananarat (2019), teniendo como especie tipo a *Cacaoporus pallidicarneus* Vadthananarat, Raspé & Lumyong de Tailandia.

***Cacaoporus mexicanus* ad. int.**

Figura 70

Píleo de 11–40 mm de diámetro, convexo, de color marrón-rojizo (8D4-8E4), con tonos marrón-chocolate (8F6-8F5) en el centro con algunos tonos violeta oscuro (17F8), superficie furfurácea, margen algo enrollado a incurvado en la madurez. **Himenóforo** adherido, poros de 0.1–1 mm de diámetro, circulares, concoloro al píleo, tubos de 4-6 mm de longitud, de color marrón oscuro (8F8), a negruzco. **Contexto** de 5–8 mm de grosor, blanquecino sucio tornándose rápidamente marrón-violeta, vináceo (10E8-10F8) a marrón-grisáceo (11F3), contexto del estípite gris-marrón (10D1-10F1) con tonos marrón opaco (5F5) sin cambio al corte. **Estípite** de 33–50×4–8mm, cilíndrico, superficie furfurácea, con finas escabrosidades, de color blanquecino sobre todo en la base hasta la parte media, con furfuraciones de color marrón-rojizo (8D4-8E4) cuando joven, concoloro al píleo en la madurez. Micelio blanquecino al tocar se torna rojo-grisáceo (11C6) a violeta-marrón (11D6). Olor. fungoide. Sabor. Agradable. **Reacción química.** Al aplicar NH₄OH en la superficie del píleo anaranjado- marrón (6C7), himenóforo marrón oscuro (5F8), contexto marrón oscuro (9F8), base del estípite rojo- azulado (12A7-12A6). Al aplicar KOH todo se torna negruzco. **Basidiosporas** de 8–10 (11) ×4–5 (6) µm, Q=1.2 µm (n=30), ovoides a amigdaliformes, marrón en KOH, marrón-anaranjado en Melzer, con depresión suprahilar visible en algunas esporas. **Basidios** de 30–

37(42) $\times$ 7–8(9) μ m clavados, tetraesterigmados. Trama himenoforaldivergente hialina, con hifas centrales cilíndricas de 5–8(10) μ m, algunas con pared gelatinizada, hifas laterales de 3–8 (11) μ m. **Pleurocistidios** de 34–37(40) $\times$ 4–7(10) μ m, clavados, ventricoso-rostrados, hialino a marrón en KOH, marrón-amarillento en Melzer, pared delgada. **Queilocistidios** de 40-50(52) $\times$ 7-9(10) μ m, ventricoso-rostrados, clavados, obclavados, marrón pálido en KOH, marrón-amarillento en Melzer, pared delgada. **Pileipellis** de 15–33(42) $\times$ 4–7(8) μ m, cilíndricos, subclavados, marrón pálido, pared delgada. **Stipitipellis** formado por caulocistidios de 14–37(51) $\times$ 4–5(6) μ m, cilíndricos a subclavados, pared delgada. Caulobasidios de 45–53(56) $\times$ 6–9 μ m, cilíndricos a subclavados, dorados, tetrasporicos, tetrasporicos, esterigmas cortos comparado en los del himenio.

Hábitat: solitario a disperso. Creciendo en bosque de *Quercus* y bosque mesófilo de montaña, asociado a *Q. scytophylla* y *Q. laurina*, durante los meses de julio a diciembre a una altitud de altitud 2173 m a 2270m.

Material estudiado: Oaxaca. Distrito: Santiago Zacatepec, Mixe, Municipio: Mixistlán de la Reforma, paraje. Yootsa'am, bosque de *Quercus*. localidad: Santa María Mixistlán, 2 julio 2017, Ayala-Vásquez (870-ITCV); paraje. Yootsa'am, bosque de *Quercus*. localidad: Santa María Mixistlán, 25 julio 017, Ayala-Vásquez, (903-ITCV, 904-ITCV); Santiago Zacatepec, Mixe, Municipio: Mixistlán de la Reforma, paraje. Yootsa'am, bosque de *Quercus*, localidad: Santa María Mixistlán, 5 agosto 2017, Ayala-Vásquez (978-ITCV); paraje. Yootsa'am, bosque de *Quercus*. localidad: Santa María Mixistlán, 26 agosto 2017, Ayala-Vásquez, (1020-ITCV); paraje. Kuubo'këëpj. localidad: Santa María Mixistlán, 26 septiembre 2017, Ayala-

Vásquez, (1065-ITCV); Yootsa'am en bosque de *Quercus*. localidad: Santa María Mixistlán, 26 agosto 2017, Ayala-Vásquez, (1024-ITCV,1025-ITCV); Yootsa'am en bosque de *Quercus*. localidad: Santa María Mixistlán, 12 septiembre 2017, Ayala-Vásquez, (1027-ITCV).

Nota taxonómica. *Cacaoporus mexicanus* ad. int. se caracteriza por presentar un basidioma pequeño de color marrón oscuro a marrón-chocolate, himenóforo marrón amarillento cuando joven, marrón oscuro en la madurez, contexto del píleo marrón chocolate al corte se torna de color rojo oscuro a vináceo, contexto del estípite blanquecino a marrón tornándose de color vináceo al corte, estípite cilíndrico concoloro al píleo, superficie con finas escabrosidades, micelio blanquecino al tocar se torna vináceo a rojo oscuro. Comparte características con *Cacaoporus pallidicarneus* descrito por Vadthanara *et al.* (2019). El análisis filogenético de la figura 67 nos muestra que *C. mexicanus* ad. int. pertenece al clado de *C. pallidicarneus*, con un soporte de 1 PPB nos muestra que se trata de una especie nueva para la ciencia (Figura 69).



Figura 70. *Cacaoporus mexicanus* ad. int. sp. nov. (869-ITCV). a-e basidioma. f basidiosporas. g basidios. h pleurocistidios. i queilocistidios. j stipitipellis. k caulobasidios. l pileipellis. Escala: a-e =10 mm, f-i=10 µm.

Género *Cyanoboletus* Gelardi et al., Index Fungorum 176: 1 (2014).

El género se caracteriza por un basidioma que se mancha inmediatamente de color azul al mallugar. Píleo convexo a plano, superficie glabra a subtomentosa, de color marrón amarillento, marrón a marrón oscuro, himenóforo adnado a subdecurrente, tubular, de color amarillo pálido a amarillo algunas veces marrón rojizo, manchándose inmediatamente azul oscuro al tocar. Estípites central superficie

siempre furfurácea a pruinosa, amarillo marrón a rojo marrón. pileipellis formado por un ixosubcutis a subcutis. Basidiosporas lisas, fusiformes de color amarillo marrón. pleurocistidios y queilocistidios ventricosos, subfusiformes a clavados con ápice redondeado. Fíbulas ausentes.

Cyanoboletus abieticola. *ad. int.*

Figura 71...

Píleo de 13— 40 mm de diámetro convexo de color marrón oscuro (5F4-5F8), furfuráceo, margen incurvado, estéril. **Himenóforo adherido**, poros de 0.3—0.7 mm de diámetro, amarillo pálido (2A8-2A4), amarillo (3A8) a amarillo-verdoso (30B8-30B7) al tocar se mancha de color azul oscuro (22F8) con algunos tonos marrones, cuando joven exuda un líquido amarillo sabor astringente; tubos de 2— 6 mm de longitud concoloro a los poros al corte inmediatamente azul oscuro (25F8). **Contexto** blanco de 5 mm de grosor, al corte azul oscuro (22F8), contexto del estípite amarillo pálido (3A6) base de color rojo-vináceo (10F8) al corte se torna azul (25F8). **Estípite** de 40—68×7—8 mm, cilíndrico, amarillo en la parte media y ápice, zona basal de color rojo-marrón (9C8—9C5) a rojo-vináceo (10F8), al tocar inmediatamente se torna azul oscuro (22F8). Micelio blanco. **Reacción química**. Al aplicar KOH en la superficie del píleo marrón oscuro (6F8), himenóforo y contexto amarillo dorado (5B8), al aplicar NH₃ en la superficie del píleo y estípite marrón oscuro (7F8), contexto marrón oscuro (6F8), himenóforo verde olivo (30D8) a marrón (5F3). **Basidiosporas** de 10—14(—17) × 4—5(—6) μm, Q=2.3 (L=13.1, Am=5.3), fusoide a elípticas, amarillo en KOH, con depresión suprahilar visible. **Basidios** de 20—24(—28) × 4—5(—6) μm, clavados hialinos en KOH, tetrasporicos. Sistema himenial divergente, con un estrato medio y lateral de hifas cilíndricas, hialinas a

marrón amarillento en KOH, con pared gelatinizada. **Pleurocistidios** de 37—40×8—9µm, mucronados, clavados, fusoide-ventricosos, hialinos a marrón en KOH. **Queilocistidios** de 12—30(—35) ×4—5(—6) µm, fusoide-ventricosos, mucronados, clavados, hialinos a marrón en KOH, pared gruesa. **Pileipellis** formado por un tricoderma de 250—300 µm de grosor, con células terminales de 23—68(72) ×4—8(—9) µm, amarillo-marrón en KOH, marrón dorado en melzer, pared gruesa (1 µm≤). **Stipitipellis** de 100—120 µm de grosor, formados de caulocistidios de 34—48(57) ×5—8(—10) µm, fusoide-mucronados, clavados algunos ventricosos hialinos a marrón en KOH, marrón rojizo en melzer.

Hábitat. Disperso o solitario. Creciendo en los meses de julio-octubre en bosque mixto asociado a *Abies guatemalensis* y *A. religiosa*.

Material estudiado. Oaxaca, Santa Catarina Ixtepeji, La Cumbre, bosque mixto, Al Este de las cabañas, 17°11'33.91''96°38'17.94'', 18 julio 2017, Ayala-Vásquez, (846-ITCV), Santa Catarina Ixtepeji, La Cumbre, bosque mixto, km 6 rumbo a las cabañas, 17°11'33.61''96°38'21.43'' a una altitud de 2960m, 20 agosto 2017, Ayala-Vásquez, (1002-ITCV), La Cumbre, bosque mixto, Corral de Piedra, 17°11'33.61''96°38'21.43'' a una altitud de 3021m, 21 agosto 2017, Ayala-Vásquez-Victores-Aguirre, (1010-ITCV), Santa Catarina Ixtepeji, La Cumbre, bosque mixto, atrás de las cabañas, 17°11'33.60''96°38'20.57'', 2904m 8 Octubre 2017, Ayala-Vásquez, (1127-ITCV), Santa Catarina Ixtepeji, La Cumbre, bosque mixto, entrada de las cabañas, 17°11'26.01''96°38'38.77'', 3027m 8 Octubre 2017, Ayala-Vásquez, (1129-ITCV), Santa Catarina Ixtepeji, La Cumbre, bosque mixto, entrada a las cabañas, 17°11'33.32''96°38'20.21'', 2906m 4 noviembre 2017,

Ayala-Vásquez, (1136-ITCV), Santa Catarina Ixtepeji, La Cumbre, bosque mixto, Entrada a las cabañas, 17°11'33.73''96°38'19.35'', 2902m, 4 noviembre 2017, Ayala-Vásquez, (1141-ITCV), Santa Catarina Ixtepeji, La Cumbre, bosque mixto, km6 4 noviembre 2017, Ayala-Vásquez, (1142-ITCV).

Nota taxonómica. *Cyanoboletus abieticola* ad. int. se caracteriza por presentar un píleo muy víscido de color marrón-rojizo a marrón, cuando joven exuda un líquido amarillo con sabor ácido algo astringente, se distribuye desde la Sierra Madre Oriental asociada a *A. religiosa*, hasta la Sierra Madre del Sur. El análisis filogenético nos muestra que es muy distinta al resto de las especies.

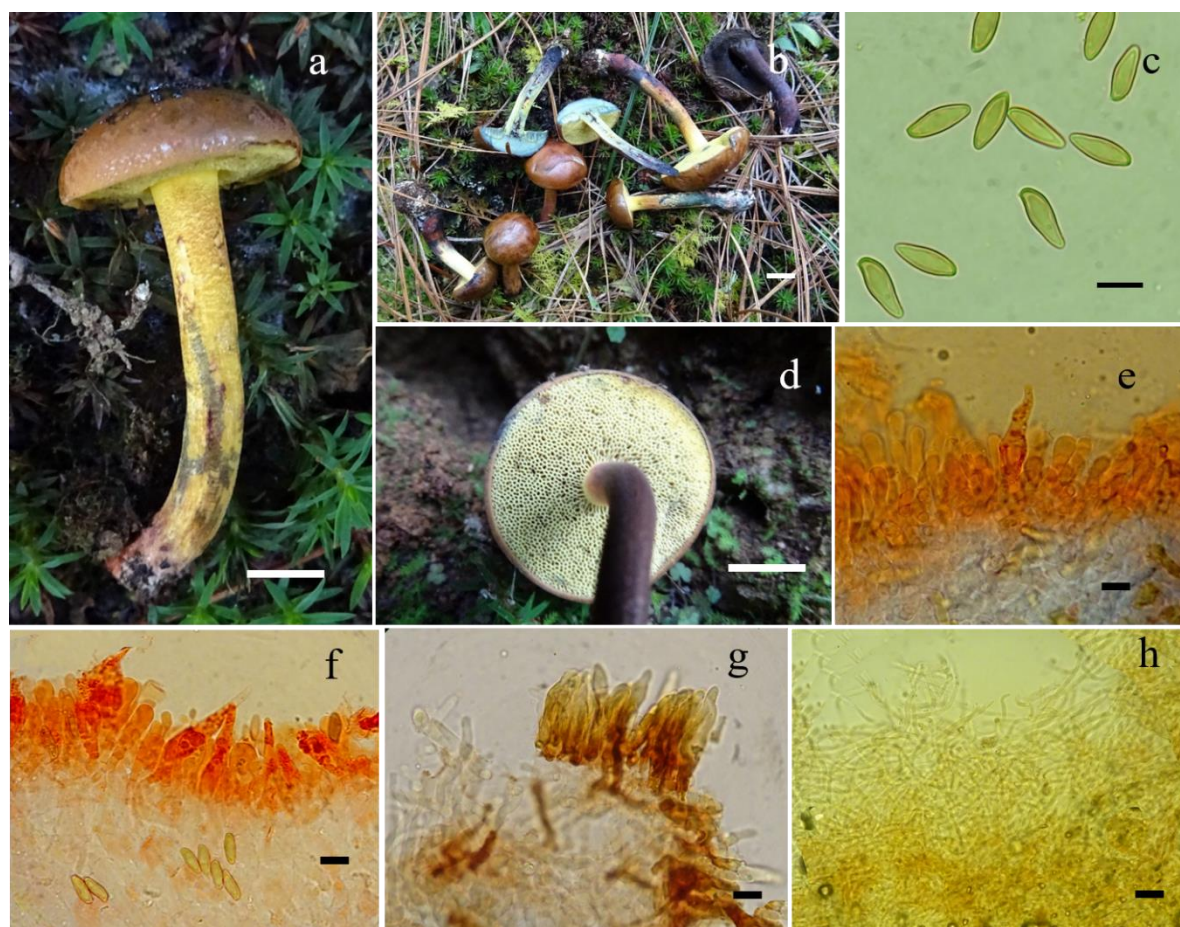


Figura 71. *Cyanoboletus abieticola* ad. int. sp. nov. (1136-ITCV). a, b, d basidioma. c basidiosporas. e pleurocistidios y basidios. f queilocistidios. g stipitipellis. h pileipellis. Escala a, b, d= 10 mm, c, e- h= 10 μ m.

Género *Lanmaoa* G. Wu & Zhu L. Yang, in Wu, Zhao, Li, Zeng, Feng, Halling & Yang, Fungal Diversity: 10.1007/s13225-015-0322-0, [7] (2015). Figura

El género *Lanmaoa* fue propuesto por G. Wu, Zhu L. Yang, Halling, el nombre es en honor al dr. Lan Mao. El género se distingue del resto del resto de los géneros de la familia Boletaceae, por el contexto que es tres a cinco veces más grueso en la posición a mitad del centro del píleo. Basidioma pileado estípitado. Píleo hemisférico convexo a plano superficie subtomentosa, seca, margen incurvado cuando joven. Himenóforo adnado o sinuado, color crema, amarillo oliváceo, al mallugar se torna azul, poros angulares, estípite central, color crema, amarillo pálido a amarillo oliváceo en el ápice, base de color rojo oscuro a vináceo.

Basidiosporas lisas, fusoides a subelongadas, cistidios subfusodes a ventricosos o clavados, pileipellis formado por un tricotermo o subcutis raramente ixotricodermo.

***Lanmaoa* sp**

Figura 72

Píleo de 87– 133 mm de diámetro, ampliamente convexo cuando joven, plano en la madurez, blanquecino, en la madurez algunos tonos marrones, superficie subvísida, furfurácea, ligeramente escamoso en la madurez, margen estéril.

Himenóforo adherido, poros de 0.7-3 mm de diámetro, circular, amarillo pálido(3A6), amarillo (4A8) en la madurez con tonos marrón, al mallugar azul oscuro (22), tubos de 5-12 mm de longitud concoloro a los poros, al corte se torna azul oscuro (). **Contexto** de 28-50 mm de grosor blanquecino, al corte tonos azul oscuro a azul grisáceo, contexto del estípite amarillento (1A3), al corte azul oscuro. **Estípite** de 71–120×30–64 mm, clavado de color amarillo- anaranjado (5A8) en la zona apical y media, zona basal rojo oscuro, superficie ligeramente furfurácea. Micelio

blanquecino a amarillento. Olor fungoide. **Reacción química.** KOH en la superficie marrón oscuro (6F8), contexto anaranjado pálido, tubos anaranjados, poros de color marrón oscuro, superficie del estípote marrón vináceo.

Basidiosporas de (10–)11–13(–14) $\times$ 3–5 μ m elipsoides a cilíndricas, lisas, verdosas en KOH, amarillo en melzer, sin depresión suprahilar visible. **Basidios** de 30–49 $\times$ 8–11 μ m, clavados, hialinos en KOH, amarillo en melzer, con contenido granuloso, tetràsporicos. **Pleurocistidios** de 63–75 $\times$ 9–13 μ m, ventricoso-rostrados algunos obclavados con contenido granuloso de color amarillo, ápice largo, pared gruesa. **Queilocistidios** de 65–85 $\times$ 10–12 μ m, ventricoso-rostrados, con ápice redondeado, algunos agudos con incrustaciones en el cuello apical, pared gruesa, amarillo en KOH, marrón amarillento en melzer. **Pileipellis** formado por un tricoderma de hifas terminales de 35–84 $\times$ 6–10 μ m, cilíndricas, subclavadas, con contenido dándole una apariencia anillada hialino a amarillento en KOH, marrón-amarillento a marrón-anaranjado en melzer, pared gruesa. **Stipitipellis** formado por caulocistidios de 55–80 $\times$ 4(5) μ m, embebidos en una sustancia gelatinosa de color amarillento, pared gruesa.

Hábitat. Solitario a disperso asociado a *Quercus rugosa* en bosque mixto de *Pinus-Quercus*, durante el mes de julio a agosto a una altitud de 2700m.

Material estudiado. Oaxaca, Santa Catarina Lachatao, bosque de *Pinus-Quercus*, 21 julio 2018, H. Aguilar s/n (1173-ITCV), Santa Catarina Lachatao, Santa Martha Latuvi, km 1 rumbo al bosque de, García-Jiménez-Ayala-Vásquez (-ITCV).

Nota taxonómica. *Lanmaoa* sp se distingue del resto de las 11 especies del género por presentar un píleo blanquecino, con areolas de color amarillo-marrón, contexto

más ancho que el himenóforo, estípite amarillo pálido, basidiosporas elipsoides a cilíndricas, lisas, verdosas a amarillentas. El análisis filogenético muestra que es distinto al resto de las especies, la secuencia MH257551 sin publicar, de USA, Abingdon es la más cercana a *Lanmaoa* sp.



Figura 72. *Lanmaoa* sp. Aguilar s/n (1173-ITCV), García-Jiménez-Ayala-Vásquez (ITCV). a-b basidioma. c basidiosporas. d basidios. e pleurocistidios. f queilocistidios. g himenio. H stipitipellis. i pileipellis. Escala: a-b= 10mm. c-i= 10µm.

Género *Pulchroboletus* Gelardi, Vizzini & Simonini, in Gelardi, Simonini, Ercole & Vizzini, Mycologia 106(6): 1176 (2014)

El género *Pulchroboletus* del latín (*Pulchro*=hermoso) se refiere a la belleza de los basidiomas. Difiere de *Alessioporus* por el píleo color rosa, rosa pálido a rosa blanquecino, superficie del estípite punteado, raramente reticulado con pseudoanillo en la parte media o ápice del estípite. Contexto del píleo rosa a lila. La especie tipo del género es *Pulchroboletus roseoalbidus* Alessio & Littini.

Tabla 8. Comparación de las especies del género *Pulchroboletus*

Especie	Basidiosporas	Queilocistidios	Pileipellis
<i>Pulchroboletus roseoalbidus</i>	(13.5–)14.7(–16.0) × (6.5–7.5) μm	Fusoides, cilíndrico raramente ventricoso-rostrados (32–)38–66(–68) × 6–12 μm	Tricoderma, cilíndrico, subfusoides
<i>P. rubricitrinus</i>	(12.9)13.4–16.0(18.5) × (3.7)4.3–6.3(6.8)μm, elipsoides subfusoides,	Ventricoso, capitado19.6–37.5 × 8.4–12.1 μm	Tricoderma
<i>P. sclerotiorum</i>	(12–)14–16(–20) × 4–6 μm	Fusoides 40–48×8–9 μm	Tricoderma, suberecto
<i>Pulchroboletus</i> sp	9–11(13) ×4–5μm fusoides	28–48(63) ×7–9(11) μm, esferopendunculados, claviformes, capitados a mamilados.	dermis 18–42(57) ×8–10(15) μm

Pulchroboletus sclerotiorum M.E. Sm., Bessette & A.R. Bessette, in Crous et al., Persoonia 43: 397 (2019) Figura 73

Píleo de 80 –94 mm de diámetro, convexo a plano-convexo, color rojo oscuro cuando joven, rojo-vináceo en la madurez, superficie víscida, lisa, margen entero. **Himenóforo** adherido, poros de 0.5–1 mm, diámetro, circulares, de color amarillo (4A8) cuando joven, amarillo oliváceo (30A8) con tonos anaranjado pálido (5A3), al mallugar se torna azul oscuro, tubos de 16-21 mm de longitud, concoloro a los poros al corte se torna azul oscuro. **Contexto** de 13–21 mm de grosor, blanquecino a amarillo, al corte azul oscuro (22A5). **Estípite** de 100–110×20–40 mm, clavado, de color rojo con ápice amarillo, superficie lisa a longitudinalmente estriadas en la base del estípite, algo furfuráceo en la madurez. **Contexto** del estípite en la parte basal de color rojo oscuro, el resto blanquecino a amarillo, al corte se torna azul. Micelio blanquecino a amarillento. Sabor fungoide. Olor a higo.

Basidiosporas de (11-)15–17(-20) ×4(-6) μm , elíptica-fusiformes, subfusiformes, inequilateral, amarillo dorado en KOH, marrón en melzer, lisas, sin depresión suprahilar. **Basidios** de 25–35 ×10–12 μm , cilíndricos a piriformes, hialinos a amarillento en KOH, marrón pálido en melzer, tetràsporicos, pared gruesa con contenido, basidiolos elípticas a cilíndricas. **Pleurocistidios** de 42–45×10–11 μm , hialinos en KOH, clavados con 2 a 3 septos, pared gruesa, al separarse algunos subglobosos a cilíndricos. **Queilocistidios** de 40–48×8–9 μm , hialinos a amarillentos, fusoides con contenido, pared gruesa. **Pileipellis** formado por un tricoderma de hifas postradas de 38–59×8–19 μm , cilíndricas con contenido con apariencia anillada, hialinos a amarillento en KOH, amarillo-marrón a marrón en melzer, pared gruesa. **Stipitipellis** formado por caulocistidios de 18–50 ×8–12 μm ,

cilíndricas, clavadas a napiformes con septos de 2-4, amarillos a anaranjados en KOH, con contenido visible en melzer, pared gruesa.

Hábitat. Solitario. Creciendo en mantillo de bosque mixto de coníferas, a una altitud de 3000, durante el mes de agosto.

Material estudiado. Oaxaca, Santa Catarina Ixtepeji, Cabeza de Vaca la Cumbre, 15 agosto 2018, Ayala-Vásquez, (1170-ITCV), Santa Catarina Ixtepeji, Cabeza de Vaca la Cumbre, 15 agosto 2018, Ayala-Vásquez, (1169 -ITCV).

Nota taxonómica. *Pulchroboletus sclerotiorum* se caracteriza por presentar un basidioma rojo a rojo vináceo, contexto amarillento, parte basal del estípite rojo vináceo. Basidiosporas de (11-)15–17(-20) ×4(-6) µm elíptica-fusiformes, subfusiformes, inequilatera, amarillo dorado en KOH. Creciendo en bosque mixto de coníferas, probablemente asociado a *Quercus laurina*. El material descrito en este trabajo coincide con el material tipo descrito de este de Estados Unidos en Massachussets hasta Florida. Actualmente el género solo cuenta con tres especies en la tabla 7 comparativa se muestran las diferencias. El análisis filogenético soporta la parte taxonómica con soporte de 0.9985 PPB. *Pulchroboletus sclerotiorum* se registra por primera vez para México.



Figura 73. *Pulchroboletus sclerotiorum* a-c Basidioma (Ayala-Vásquez 1170-ITCV). d basidios. e basidiosporas. f pleurocistidios. g queilocistidios. h pileipellis. i stipitipellis. medidas a=10 mm, d-i=10 μ m.

***Pulchroboletus* sp**

Figura 74

Píleo de 38–58mm de diámetro, convexo a plano-convexo, de rosa pálido (12A4), rosa-violeta (14A5), lila-rojizo (14C5-14B5) con tonos magenta-grisáceo (14D5–14E5), superficie glabra, seca, margen ligeramente enrollado. **Himenóforo** adherido, poros de 0.2–1.4 mm de diámetro, circulares de color amarillo pálido (3A3), tubos de 6mm de longitud concoloro a los poros, no se mancha al corte. **Contexto** de 10 mm de grosor, de color blanquecino al contacto con el aire se torna

de color gris-azul (19B2). **Estípite** de 48-50x12–15 mm claviforme, de color rojo (12A6) con tonos rosas (12A5) en la zona basal y media, amarillo pálido ((3A3) en el ápice, con tonos anaranjados al tocar en la zona media, superficie lisa. Micelio blanquecino. **Reacción química.** Al aplicar NH₄OH en la superficie del píleo se torna blanquecino, himenóforo verde pálido (30D8), contexto verde- grisáceo (30C5), superficie del estípite verde(30E8). Al aplicar KOH en la superficie del píleo gris (30E1), himenóforo oliváceo oscuro (30F7), contexto marrón (7D5) con tonos oliváceos (1E8), estípite amarillo (1A4) a amarillo-verdoso (1B8).

Basidiosporas de 9–11(13) ×4–5 µm, fusoides a subfusoides con o sin depresión suprahilar visible, pared gruesa, amarillo. **Basidios** de 28–40× 9–10 (11) µm, claviformes, con contenido, pared gruesa, hialino en KOH. **Pleurocistidios** de 31–43×12–15 µm, turbinados, ampulaceos a napiformes, con paredes gruesas de 1 µm, hialino en KOH, amarillo pálido en Melzer. **Queilocistidios** de 28–48(63) ×7–9 (11) µm, esferopedunculados, claviformes, capitados a mamilados. Trama himenoforaldivergente formado por hifas cilíndricas, hialinas en KOH, hifas centrales de 1–4 µm, hifas laterales de 7–11 µm, hialinas en KOH, amarillo pálido en Melzer. **Stipitipellis** formado por caulobasidios de 42–56(110) ×9–10(13) µm, claviformes, capitados, claviformes algunos con base ensanchada (obcapitados), tibiformes, de color amarillo pálido en KOH, pared gruesa de 1–2 µm. **Pileipellis** de 150–200 µm de grosor, formado por una dermis que miden 18–42 (57) ×8–10(15) µm, claviformes, piriformes a esferopedunculados, paredes de 1 µm, amarillo pálido en KOH.

Hábitat. Solitario. Creciendo en bosque de *Quercus* y bosque mesófilo de montaña asociado a *Q. scytophylla* durante el mes de agosto a septiembre a una altitud de 1500-2600 msnm.

Material estudiado: Oaxaca. Mixistlán de la Reforma. Paraje: jaakuubaakm, Santa María Mixistlán, 13 agosto 2016, Ayala-Vásquez, (687-ITCV), Santiago Zacatepec, Mixistlán de la Reforma. Paraje: yootsa'am, Santa María Mixistlán, 12 septiembre 2017, Ayala-Vásquez, (1030 -ITCV), Paraje: yuuka'am, Santa María Mixistlán, 21 septiembre 2017, Ayala-Vásquez, (1058-ITCV).

Nota taxonómica. *Pulchroboletus* sp difiere del resto de las especies reportadas por color rosa pálido del basidioma, entre otras características taxonómicas que se presenta en la tabla nueve.



Figura 74. *Pulchroboletus* sp. a-c basidioma (Ayala Vásquez (1058-ITCV). d basidiosporas. e basidios. f-g pleurocistidios. h queilocistidios. i-j stipitipellis. k pileipellis. Escala a-c= 10 mm, d-k= 10 μ m.

Subfamilia *Xerocomoideae*

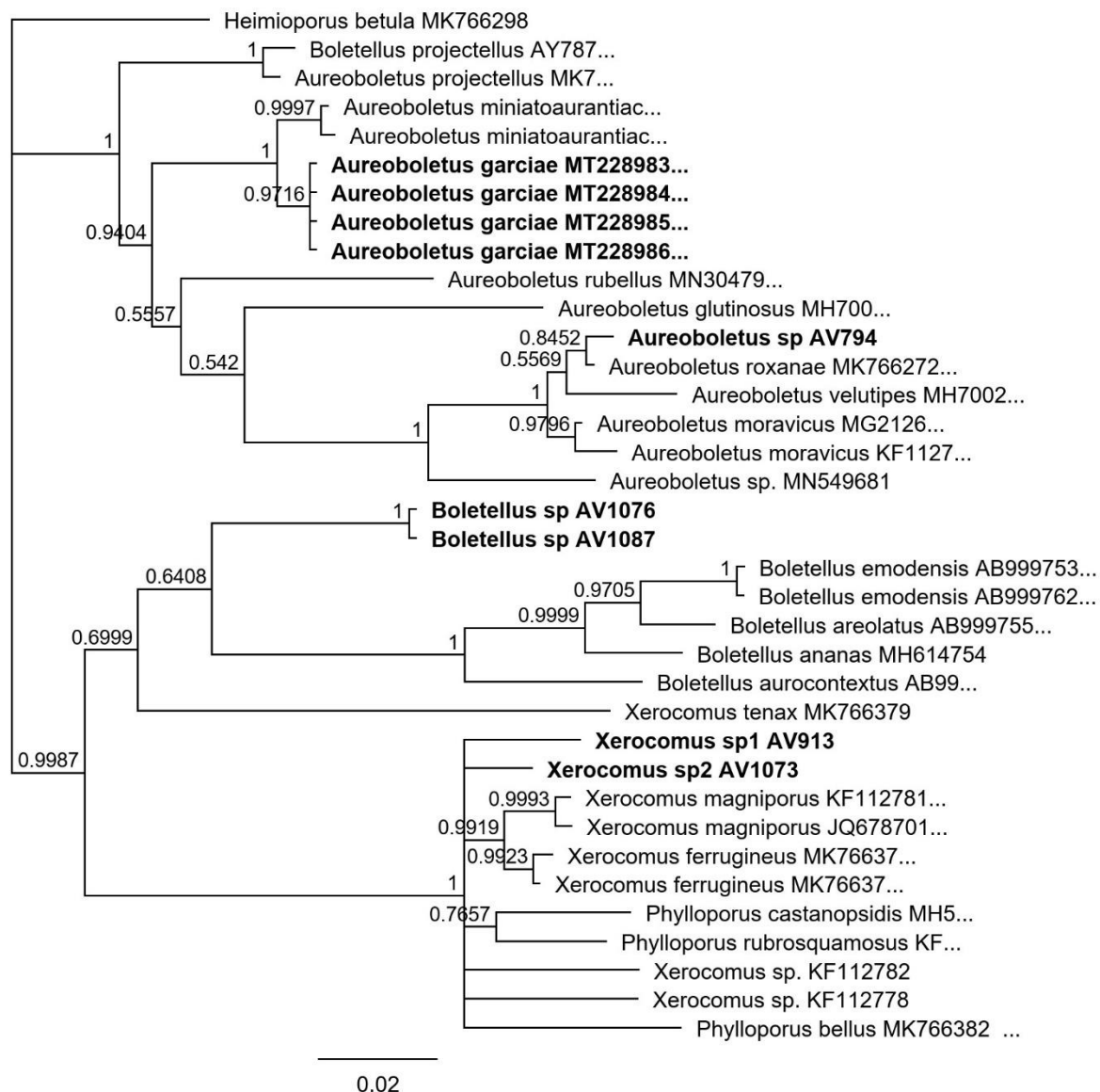


Figura 75. Análisis filogenético de la subfamilia *Xerocomoideae* obtenido con el análisis de Probabilidad Posterior Bayesiano (PPB) con el gen RPB2, como grupo externo se usó *Heimioporus betula*.

***Aureoboletus* sp.**

Figura 76

Píleo de 27mm de diámetro, convexo, algo mamelonado rojo amarillento (8A6), superficie con pequeñas escamas triangulares muy agudas, margen crenulado, decurvado. **Himenóforo** adherido, poros de 1-1.5mm de diámetro angulares de color anaranjado blanquecino(6A2) a anaranjado pálido(6A3), tubos de 12mm de longitud concoloro a los poros. **Contexto** de 6mm de grosor blanquecino a amarillo

pálido, contexto del estípite esponjoso al corte de color marrón-anaranjado (5A3), en la parte media y basal. **Estípite** de 29×6 mm, subclaviforme de color amarillo, superficie furfurácea a estriada. Micelio blanco. Olor fungoide. Sabor *Solanum tuberosum*. Reacción química: al aplicar KOH en la superficie del píleo se torna de color marrón oscuro (6F8), himenóforo de color marrón-chocolate, contexto marrón oscuro (7F7) y estípite marrón-rojizo (7E8).

Basidiosporas de (7–)8–10(–12) ×4–5(–6) µm, (Q=2, Lm= 9.6, Am= 4.8 n= 30) elíptica, con o sin depresión suprahilar, amarillo-verdoso en KOH, verde oliváceo en melzer. **Basidios** de 21-25 (30) ×6–10(–11) µm, claviformes, tetrasporicos, hialinos en KOH, verdosos con contenido en melzer. **Pleurocistidios** de 33–41×7–10 µm, fusoides muy escasos, paredes 1 µm de grosor. **Queilocistidios** de 24–43×9–11µm fusoides-ventricosos algunos clavados con ápice algo mamilados a redondeado, pared gruesa. Trama del himenio divergente, estrato medio de hifas tubulosas de 3-8 µm algunas con paredes gelatinosas, hifas laterales de 5-14 µm, hialinas a amarillentas en melzer. **Stipitipellis** de 70–80 µm de grosor, formado por caulobasidios de 14–45(55) ×6–9(–12) µm, claviformes algunos napiformes, de hialinos en KOH, oliváceo en melzer con paredes gruesas de 1–2 µm, con contenido visible en melzer. **Pileipellis** 150–180 µm de grosor, formado por un ixotricoderma de hifas empalizadas de 14–45(55) ×6–9(–12) µm, cilíndricas a subclavadas, hialinas a amarillentas en KOH, con incrustaciones o contenido visible en melzer, paredes gruesas, embebido en una sustancia gelatinosa.

Hábitat. Solitario creciendo en mantillo de bosque de *Quercus*, asociado a *Quercus scytophylla*, durante el mes de noviembre a una altitud de 1919 m, latitud 96°05'17.64" 17°08'18.28"

Material estudiado. Oaxaca. Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, paraje Paaxööm, 4 noviembre 2016, Ayala-Vásquez, (794-ITCV).

Nota taxonómica. *Aureoboletus* sp se caracteriza del resto de las especies, por el basidioma color miel, píleo cónico a convexo, superficie con escamas triangulares muy agudas, himenóforo con poros angulares a hexagonales. Basidiosporas elípticas, amarillo-verdoso a oliváceo. Pleurocistidios fusoides. Queilocistidios fusoides-ventricosos algunos clavados. Pileipellis formado por un ixotricodermo con incrustaciones, pared gruesa. Morfológica y filogenéticamente es cercana a *A. roxanae*, por el color de basidioma, pero *Aureoboletus* sp difieren de *A. roxanae* por el tamaño del basidioma, la ornamentación de la superficie del píleo, contexto color miel, la base es angosta mientras que *A. roxanae* tiene el contexto blanquecino, base bulbosa. Pileipellis formado por un ixotricodermo con contenido, mientras que *A. roxanae* tiene un tricodermo. *Aureoboletus* sp tiene una fenología muy prolongada ya que solo se encontró un ejemplar durante 10 años. El análisis filogenético soporta los datos taxonómicos, *Aureoboletus* sp pertenece al clado de

las especies con un píleo de color miel, la especie más cercana es *Aureoboletus roxanae*, difiere de ella en un soporte de (RPB2=0.7677 PPB).

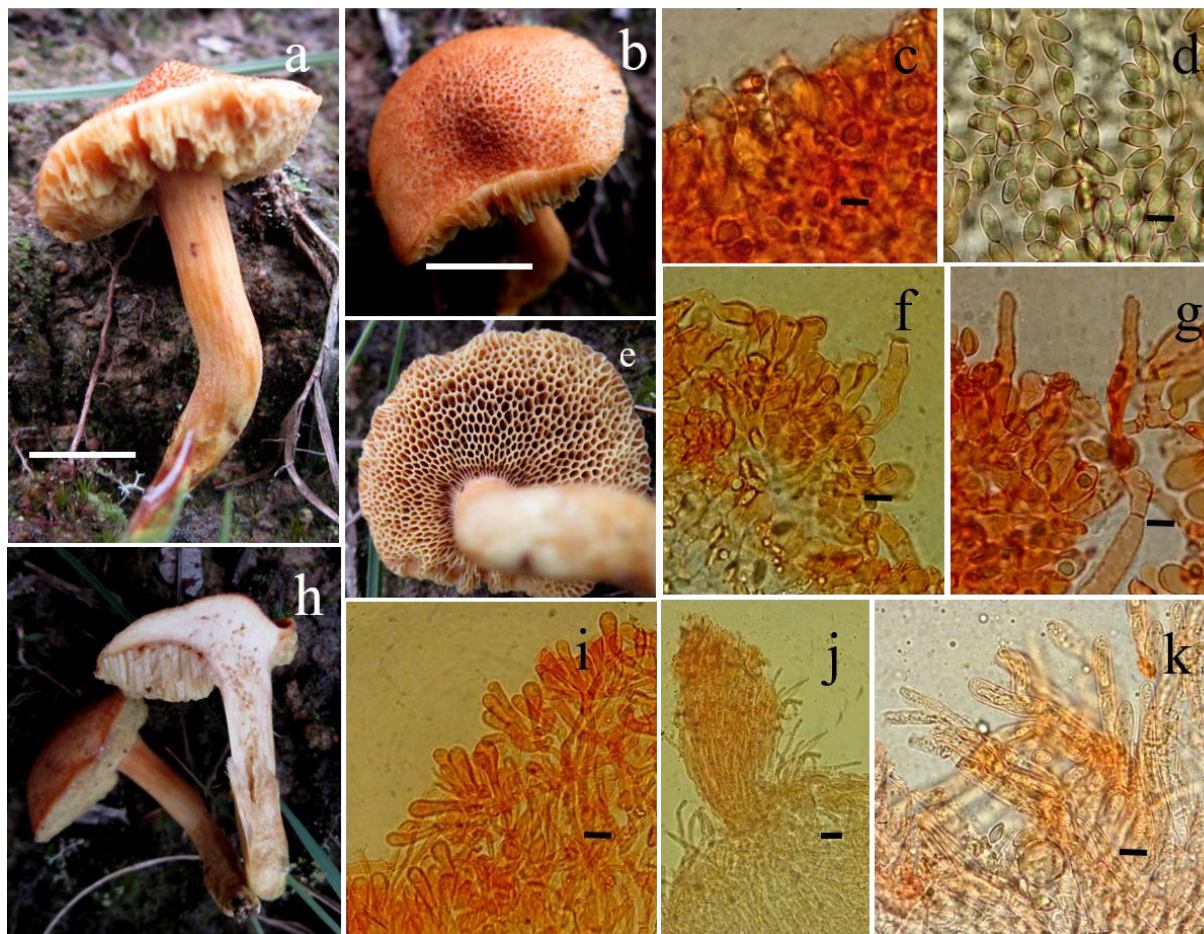


Figura 76. *Aureoboletus* sp. a, b, e, h basidioma (Ayala-Vásquez, 794-ITCV). c basidios. d basidiosporas. f queilocistidios. g pleurocistidios. i Stipitipellis. j-k pileipellis. Escala: a, b, e, h 10 mm. j=25 µm. c, d, f, g, i, k= 10 µm.

Género *Boletellus* Murrill, Mycologia 1(1): 9 (1909)

Características del género. Este género difiere de todos los demás géneros de Boletaceae en su coloración amarilla del himenóforo con o sin cambio de color al mallugar; pileipellis formado por un trichodermium con hifas anchas y basidiosporas estriadas longitudinalmente, valor Q=2 basidiosporas. Basidioma pileado-estipitado con tubular himenóforo. **Píleo** convexo a ampliamente convexo, glabro

tomentoso, o fibroso, o aterciopelado, seco, a veces con velo marginal; contexto amarillento a amarillo, generalmente teñido azulado, azul a azul oscuro cuando está lesionado, a veces sin cambios. **Himenóforo** adnado a sinuado; poros y tubos himenóforo amarillo a amarillento, manchándose de color azul a azul oscuro, a veces inmutables. **Estípite** central, glabra o superficie pruinoso a furfuráceo. Basidiosporas longitudinalmente estriadas, subfusiformes, de color amarillo pardusco. Cistidios ventricoso-subfusiformes o claviformes, con ápice subagudo o ápice largo. **Pileipellis** formado por un tricoderma intrincado con hifas ampliamente filamentosas. Fíbulas ausentes. Este género tiene especies comestibles *Boletellus ananas*.

***Boletellus* sp.**

Figura 77-78

Píleo de 10–34mm de diámetro, convexo, de color marrón oscuro (5F4-F8), superficie aterciopelada a furfurácea, margen recto, estéril, decurvado. **Himenóforo** adherido a subdecurrente, poros de 02–0.5 mm, irregulares de color amarillo (4A8), al contacto con el aire se torna azul-grisáceo (20D6), tubos de 1-2 mm de longitud concoloro a los poros, al corte se mancha de color azul-grisáceo (20D6). **Contexto** del píleo de 2–4 mm de grosor, blanquecino a amarillo pálido al contacto con el aire se torna azul-grisáceo (21D6), contexto del estípite blanquecino en el ápice, rubí (12C8) en la parte media, marrón negruzco (7E5) en la base. **Estípite** de 25–47x5–8 mm, subclaviforme, de color marrón (5F4-5F6) a marrón oscuro en la base, superficie furfurácea. Micelio marrón a gris. **Reacción química.** Al aplicar NH₄OH el píleo y estípite negruzco, himenóforo de color marrón, contexto marrón pálido. **Basidiosporas** de 13–16(–19) ×6–7(–8) μm, Q=2.2 (n=34) elipsoides de color

amarillo dorado a marrón amarillento en KOH, con estrías transversales casi verrucosas, ornamentación superficial. **Basidios** de 30–33(38) ×12–13 µm clavados. **Pleurocistidios** de 50–55(67) ×10–11(12) µm, fusoides, ventricoso-rostrados, dorado a marrón-amarillento en KOH, dorados en Melzer con paredes de 1 µm. **Queilocistidios** de 56–63(75) ×10–11(12) µm, ampulaceos, ventricoso-rostrados con un septo en la tercera parte de los cistidios, marrón en KOH y Melzer, pared delgada. **Pileipellis** formado por hifas suberectas, células terminales de 22–60(72) ×8–12(15) µm, cilíndricas, fusoides, ventricoso-rostrados de color marrón en KOH, paredes delgadas. **Stipitipellis** formado por caulocistidios de 28–45(59) ×9–14(17) µm, fusoides, ventricoso-rostrados, mucronados de color marrón en KOH y Melzer con contenido, caulobasidios de 36–45×8(15) µm tetràsporicos, hialinos en KOH, amarillo en Melzer.

Hábitat. Solitario creciendo en bosque de *Quercus-Pinus* asociado, durante los meses de octubre a una altitud de 1980 m.

Material estudiado: Oaxaca. Santiago Zacatepec, Mixistlán de la Reforma. Paraje: Mootsa'am, Santa María Mixistlán, 3 octubre 2017, Ayala-Vásquez, (1087-ITCV, MEXU-30132); Mixistlán de la Reforma, Paraje: Mootsa'am, Santa María Mixistlán, 3 octubre 2017, Ayala-Vásquez, (1076-ITCV, MEXU_30119).

Nota taxonómica. *Boletellus* sp se caracteriza por basidioma pequeño comparado con el resto de las especies del género. píleo marrón oscuro, himenóforo amarillo tornándose de color azul oscuro al cortar o mallugar, contexto blanquecino a amarillo pálido tornándose azul al corte, basidiosporas de 13-19×6–8µm, con estrías

longitudinales, casi verrucosas. *Boletellus* sp tiene algunos caracteres morfológicos con *B. chrysenteroides* pero difieren porque la segunda especie tiene un píleo de 56-80 mm, seco, areolado en la madurez, contexto blanquecino, basidiosporas cortas que van de 9–14 (–17) × 6–8 μm, con estrías longitudinales profundas y cortas. El análisis filogenético con probabilidad posterior bayesiana con un soporte (RPB2=1BBP) que *Boletellus* sp es una especie nueva para la ciencia.

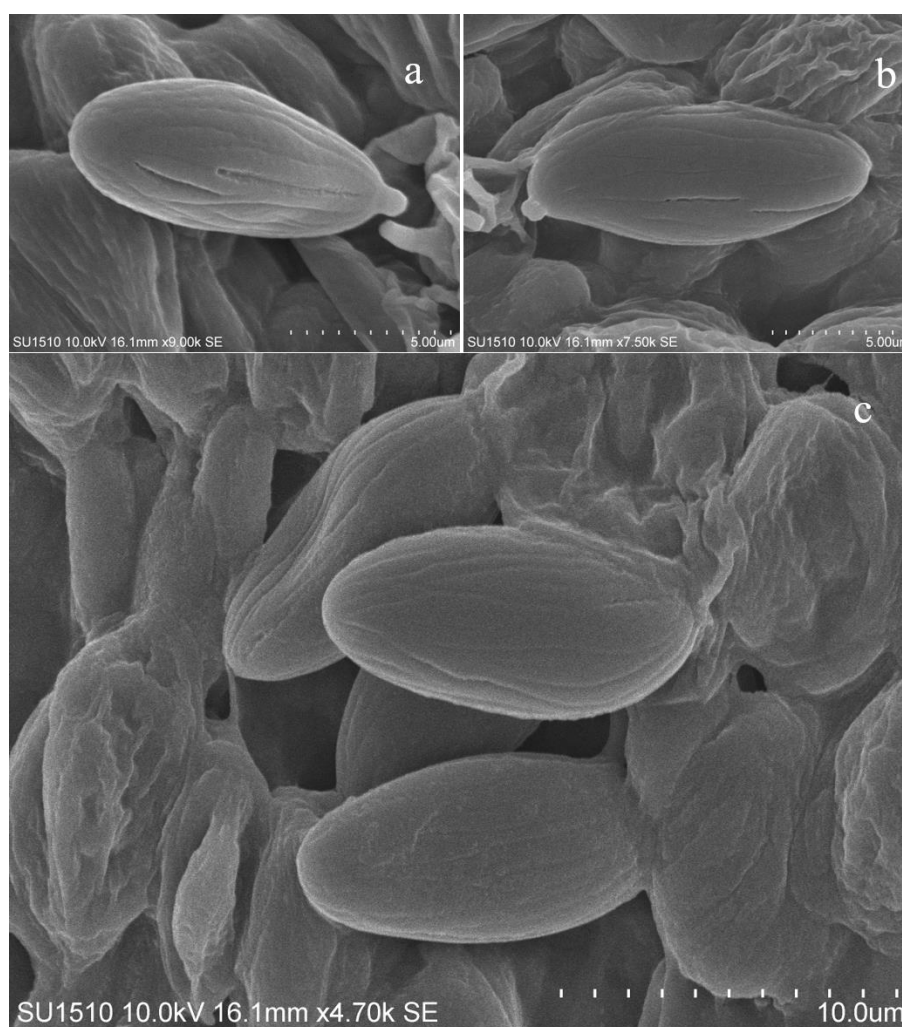


Figura 77. *Boletellus* sp. a-d Basidiosporas vistas al MEB.

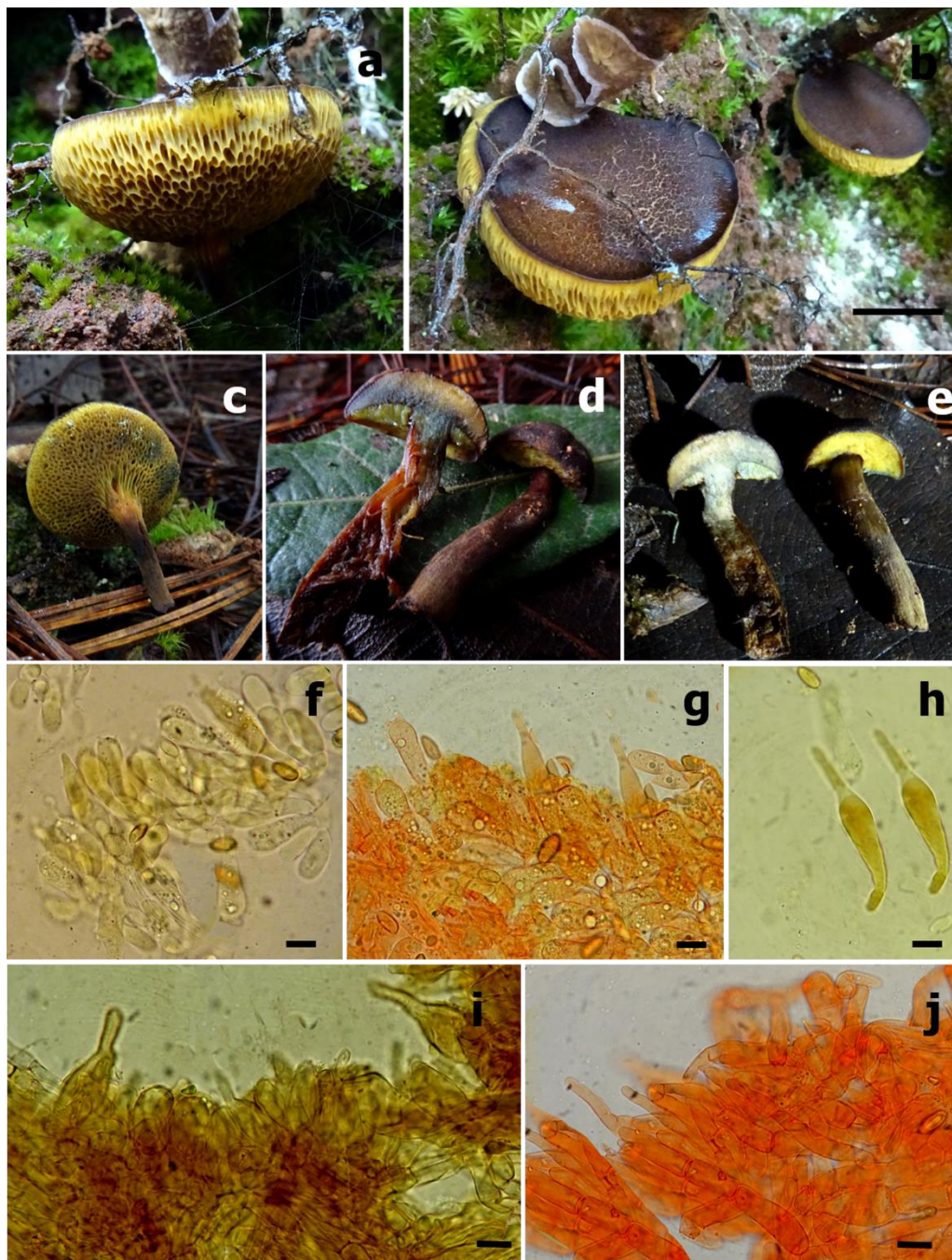


Figura 78. *Boletellus* sp2(Ayala-Vásquez 1087-ITCV, Ayala-Vásquez 1076-ITCV). a himenóforo. b superficie del píleo. c estípite. d, e contexto. f basidios. g pleurocistidios. h queilocistidios. i stipitipellis. j pileipellis. Escala: a-e=10 mm, f-j=10 μ m.

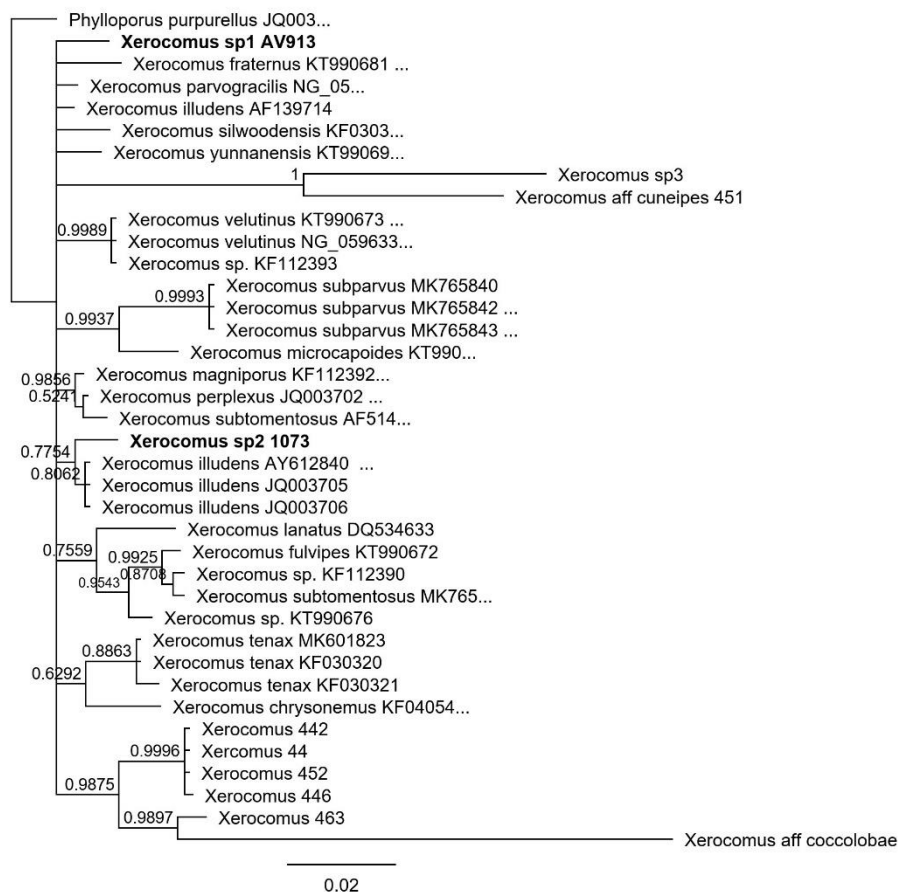


Figura 79. Análisis filogenético del género *Xerocomus* obtenido con el análisis de Probabilidad Posterior Bayesiano (PPB) con el gen nrLSU, como grupo externo se usó *Phylloporus purpurellus*.

Xerocomus sp1

Figura 80

Píleo de 27 mm de diámetro, plano-convexo, de color rojo-marrón (10A8-10D8) con tonos marrón-violeta (10F8), superficie furfurácea a areolada, margen recto. **Himenóforo** decurrente, casi laminares, poros de 2-2.5 mm de diámetro, láminas de 1×4 de largo, color amarillo (3A8) con algunos tonos marrón-rojizo (10C7) sobre todo en el borde, tubos de 4mm de longitud, concoloro a los poros, sin cambio de coloración al corte. **Contexto** de 5 mm de grosor, esponjoso, blanquecino, al corte algunos tonos rojizos (10A4) en el borde del contexto, algunos tonos amarillo pálido en las zonas dañadas por larvas, el grosor del contexto es dos veces más ancha

que el himenóforo. **Estípite** de 13×7 mm, claviforme, base atenuada, color amarillo(4A8) en el ápice, resto del himenóforo de color marrón-rojizo (10A8), superficie furfurácea. **Micelio** blanquecino a amarillo pálido. **Reacción química.** Al agregar KOH superficie del píleo marrón (5F8), himenóforo y estípite marrón (5F6). Al aplicar NH₄OH superficie del píleo verde oscuro (26F8), contexto e himenóforo marrón (5E5), estípite amarillo-marrón (5C8).

Basidiosporas de 10–14(15) ×4–5µm, (Q=2.9, Lm=12.7, Am=4.3, n=34) elipsoide a subfusoides, hialino a oliváceo en KOH, con o sin depresión suprahilar visible, amarillo en melzer. **Basidios** de 24–35×4–5 µm, clavados, hialinos en KOH, tetraspóricos, pared delgada. **Pleurocistidios** de 27–33(41) ×7–9 µm, fusoides, clavados, hialinos en KOH, amarillo con contenido visible en melzer, pared delgada. **Queilocistidios** de 25–37× (5) 7–12(14) µm, ventricosos, fusoides, mucronados a clavados, hialinos en KOH, amarillo con contenido visible en melzer, pared de 1 µm, sin contenido. **Trama himenoforal** bilateral formada por hifas de 3–10 µm, cilíndricas, clavadas a fusoides, hialinos pared gruesa (≤2), hialinas en KOH, amarillo pálido en melzer. **Pileipellis** formado por un tricoderma con hifas terminales de 37–55× 7–10 (13) µm, cilíndricas, subfusoides, hialinas a amarillo pálido en KOH, amarillo en melzer, pared delgada. **Stipitipellis** formado por caulocistidios de 24–37(45) × 5–9 µm, clavados, algunos mucronados a isodiamétricas, pared delgada hialinas a amarillo pálido en KOH, amarillo en melzer, caulobasidios de 18–33× 6–11 µm, concoloro a los caulocistidios.

Hábitat. solitario, creciendo en talud en bosque de *Pinus-Quercus*, asociado a *Q. rugosa*, durante el mes de julio.

Material revisado. Oaxaca, Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, Kuuyu`ukeexp, a una altitud de 1710msnm, 96° 05' 40.97"W, 17° 07' 28.30"N, 27 julio 2017, Ayala-Vásquez, (913-ITCV).

Nota taxonómica. *Xerocomus* sp1 se distingue por presentar poros casi laminares, píleo pequeño color marrón-rojizo, contexto más ancho que el himenóforo, basidiosporas de 10–14(15) × 4–5 µm, elipsoide a subfusoides, hialinos a oliváceos en KOH, cistidios de ventricosos, fusoides, mucronados a clavados, pileipellis formado por un tricoderma con células terminales cilíndricas, subfusoides. El análisis filogenético (RPB2=1PPB, figura 77) muestra que *Xerocomus* sp1 es una especie nueva. *Xerocomus* sp1 es una especie bastante rara, ya que su hábitat se a muestreado durante cinco años y solo se ha muestreado una vez con un solo ejemplar.

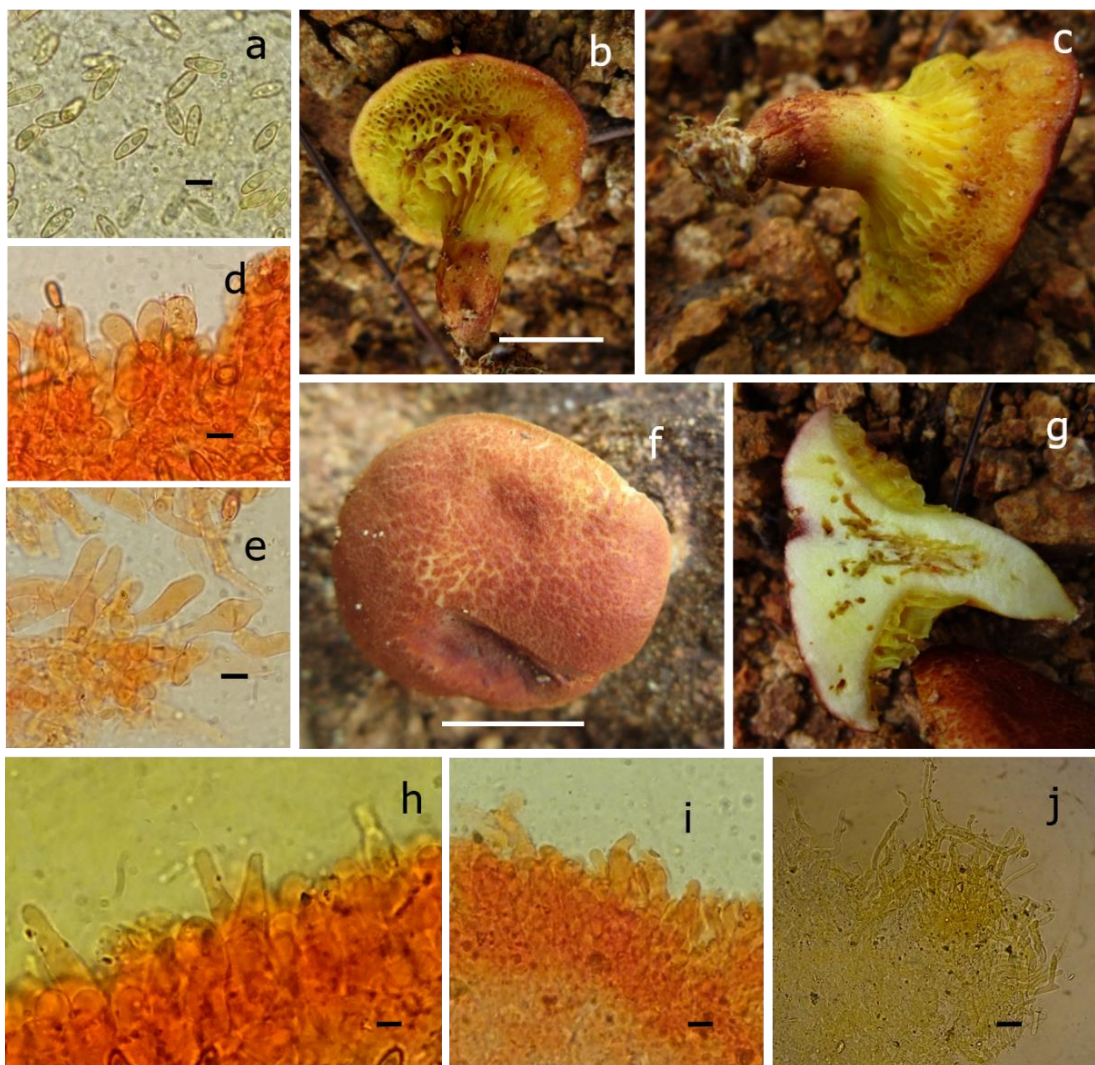


Figura 80. *Xerocomellus* sp1. a basidiosporas. b, c himenóforo. d basidios. e pleurocistidios. f superficie del píleo. g contexto del basidioma. h queilocistidios. i stipitipellis. j pileipellis. Escala: a, d, e, h, i =10 μ m, j=25 μ m. b-c, f-g= 10 mm.

Xerocomus sp2

Figura 81

Píleo de 16–38 mm de diámetro, plano-convexo, de color amarillo canario (3A8), superficie húmeda, hygrofano, margen recto a incurvado. **Himenóforo** adherido, poros de 1-2 mm de diámetro, angulares, amarillo (3A8), tubos de 3–6 mm de longitud, concoloro a los poros, sin cambio de coloración al corte. **Contexto** de 2–6 mm de grosor, blanquecino amarillento, sin cambio al corte. **Estípite** de 25–30 × 6–7 mm, claviforme, concoloro al píleo, superficie lisa. Micelio blanquecino. Olor

fungoide. Sabor agradable. **Reacción química.** Al aplicar KOH en la superficie del píleo se torna anaranjado pálido (6A3), poros y tubos marrón oscuro (6F8), estípites marrón-anaranjado (5B4). Al aplicar NH₄OH en la superficie del píleo se torna marrón oscuro (6F8), poros y tubos marrón pálido, contexto y estípites negativos.

Basidiosporas de (8–)9–13(15) × 3–5 µm, elíptica a subfusiformes, lisa, de color amarillo en KOH. **Basidios** de 27–35(40) × 7–9(10) µm, claviformes, tetrasporicos, hialinos en KOH. **Pleurocistidios** de 43–45 (55) × 7–10 (11) µm, ventricosorostrados, hialinos en KOH, pared gruesa 1.5 µm. **Queilocistidios** de 30–50(58) × 9–12 (13) µm, napiformes, fusoides a ventricosorostrados, pared gruesa, hialinos en KOH. **Trama himenial** divergente, con un estrato de hifas centrales y laterales entrelazadas de 5–14 µm. **Pileipellis** formado por un tricotermo con células terminales de 21–40(50) × 7–10(13) µm, clavados a tibiformes, con un septo medio en algunas células, hialinos a amarillentos en KOH, pared de 0.5 µm de grosor. **Stipitipellis** formado por caulocistidios de 20–24 × 9–(12) µm, clavados, con pared gruesa, hialinos a amarillentos en KOH.

Hábitat. disperso, creciendo en altitud de en bosque de *Quercus-Pinus*, asociado a *Q. rugosa*, durante el mes de octubre

Material revisado. Oaxaca, Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, Kuuyu`ukeexp, 3 de octubre 2017, Ayala-Vásquez, (1073-ITCV, MEXU).

Nota taxonómica. *Xerocomus* sp2 se caracteriza por un basidioma higrofrano, principalmente en el píleo, superficie del píleo amarillo pálido, himenóforo blanquecino sin cambio de coloración al corte. Se distingue del resto de las especies

por el basidioma hygrofano. El análisis filogenético (Figuras 60, 61) muestra a *Xerocomus* sp2 con un soporte de =0.77PPB -nrLSU y 0.99 PPB-RPB2, que se trata de una especie nueva, el nrLSU esta mejor representado porque tiene más secuencias en ncbi que RPB2. El análisis con el gen nrLSU, muestra que *Xerocomus* sp2, pertenece al clado de *X. illudens*, morfológicamente comparten caracteres por el tamaño del basidioma, himenóforo color amarillo pálido a amarillo oliváceo sin cambio de coloración al mallugar, pero difieren por la ornamentación que presenta *X. illudens* en el ápice del estípite, mientras que *Xerocomus* sp2 tiene la superficie del estípite liso. Las basidiosporas de *X. illudens* tiene basidiosporas de 10-12(16) × 4-5(6) µm, elipsoides a subfusiformes, *Xerocomus* sp2 tiene las basidiosporas de (8-)9-13(15) × 3-5 µm, elíptica a subfusiformes, con una ornamentación apenas visible al microscopio electrónico de barrido. Ambas forman asociación ectomicorrizas con *Quercus*, difiere la vegetación y especie del hospedero, *X. illudens* se asocia con *Q. scytophylla* y *Xerocomus* sp2 con *Q. rugosa*.

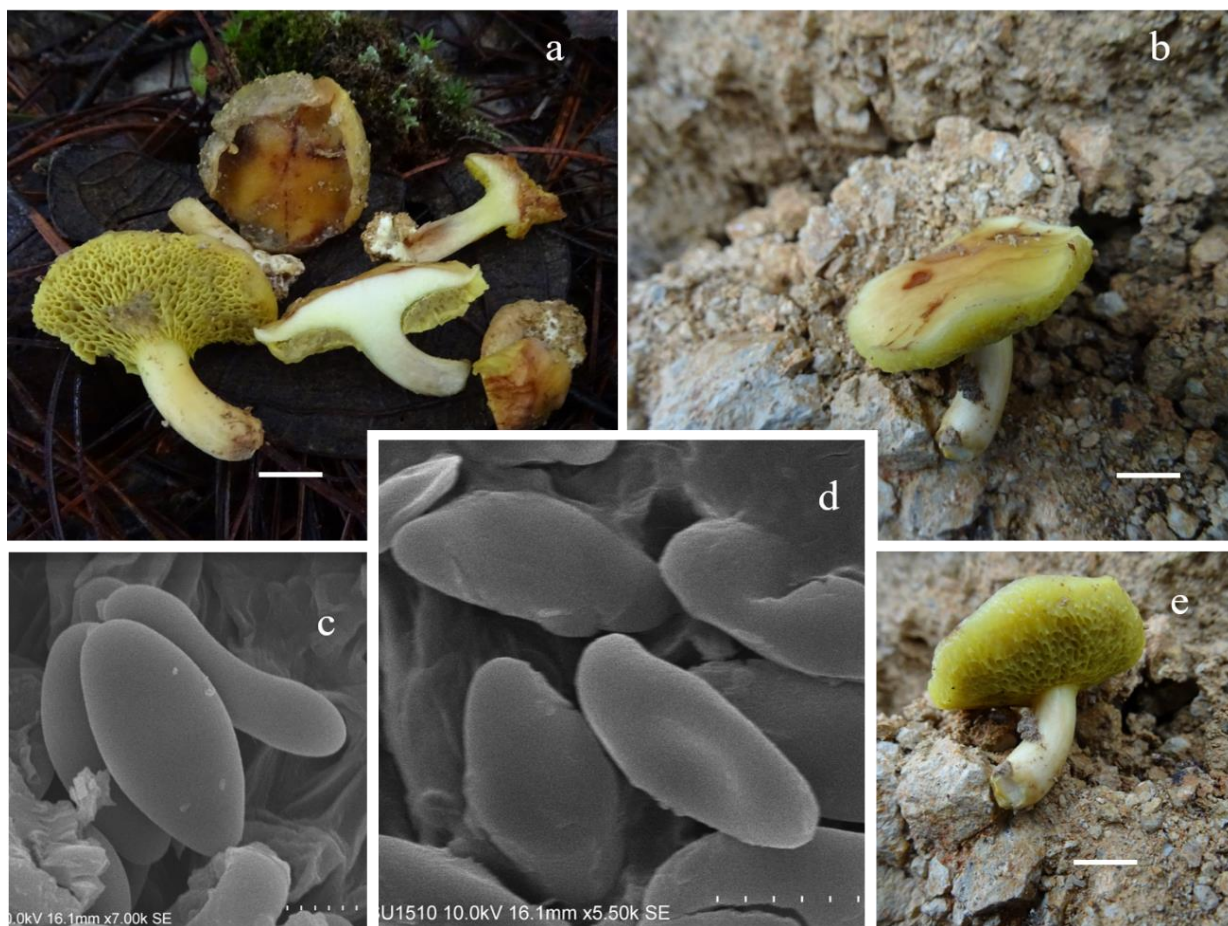


Figura 81. *Xerocomus* sp2. Basidioma (1073-ITCV). a contexto. b píleo. c-d basidiosporas vistas al MEB. e himenóforo. Escala: a-b, e= 10 mm. c-d= 10 µm.

Familia. Calostomataceae, género *Calostoma*

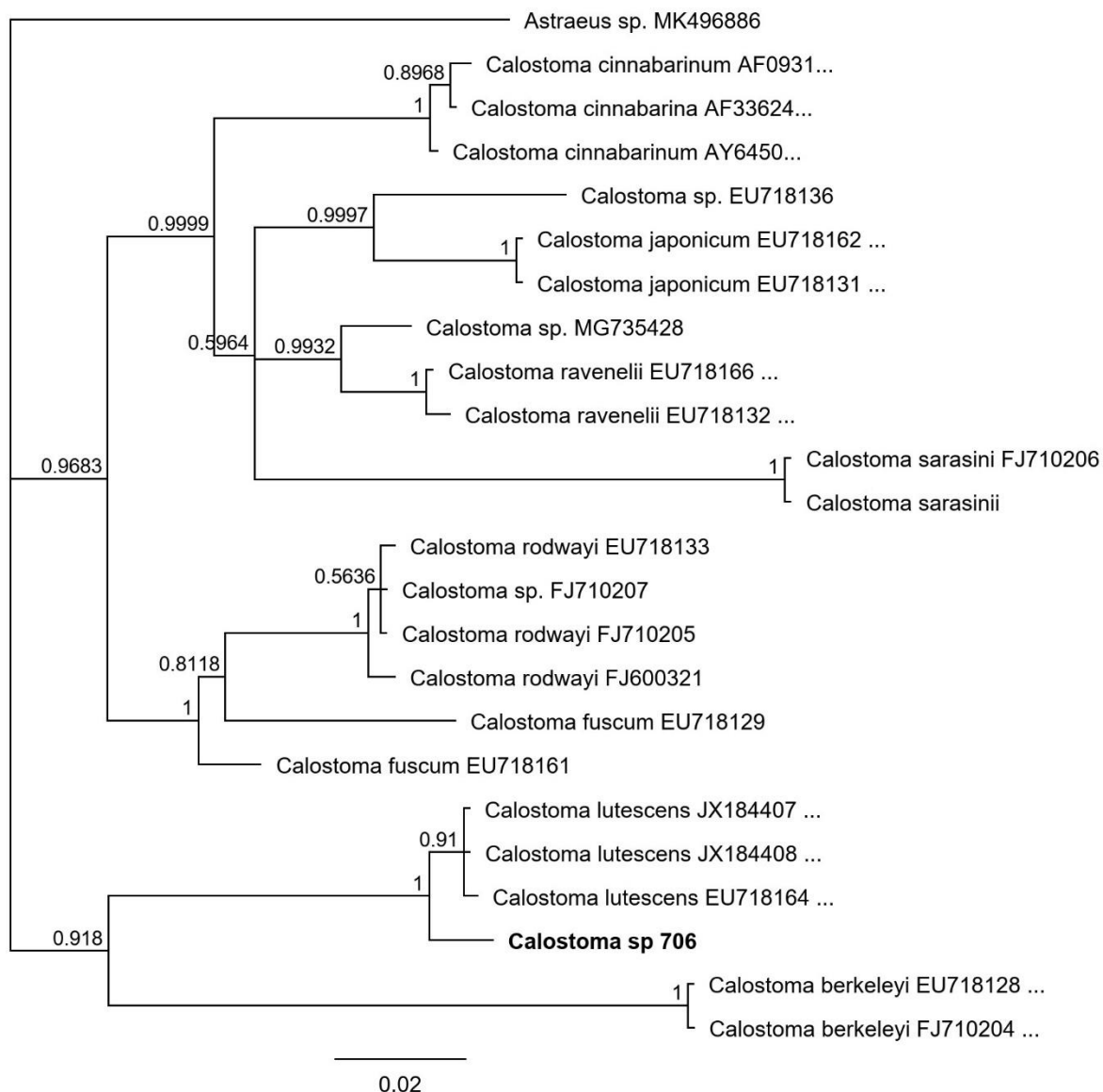


Figura 82. Análisis filogenético del género *Calostoma* obtenido con el análisis de Probabilidad Posterior Bayesiano (PPB) con el gen RPB2, como grupo externo se usó *Astraeus* sp.

***Calostoma* sp1**

Figura 83

Peridio globoso a subgloboso de 20-30 mm de diámetro, cubierto por un exoperidio rígido algo polvoso en la madurez de color amarillo pálido, mesoperidio de 1mm de grosor, concoloro al exoperidio. **Peristoma** apical de 6-8 labios confluentes de color

rojo carmín, triangulares en forma de crestas. **Gleba** blanquecina a amarillo pálido, en su fase adulta se vuelve pulverulenta. **Pseudoestípite** de 35–50×20–25 mm, se compone de micelio filamento anastomosados, rígidos, superficie fibrilosa reticulado-lacunoso, crema a amarillo pálido. Basidiosporas (6-) 8(-9) μm , globosas de color purpura con las protuberancias de color verde oliváceo, retículo-alveolado.

Hábitat. Disperso, creciendo en bosque de *Pinus-Quercus* a una altitud de 1653 m, durante el mes de diciembre, probablemente asociado a *Quercus rugosa*.

Material estudiado. Oaxaca. Santiago Zacatepec Mixe, Mixistlán de la Reforma, Santa María Mixistlán, paraje Kuyuukëxpj, 20 de diciembre 2016, Ayala-Vasquez, (807-ITVV, MEXU-).

Nota taxonómica. *Calostoma* sp1 tiene características taxonómicas con *C. lutescens*, difieren porque tiene el peridio de color anaranjado-amarillo, cubierta de una capa gelatinosa hialina, con partículas concoloro al peridio, pseudoestipite hialino, mientras que *Calostoma* sp1 tiene el pseudoestipite más largo de color amarillo pálido. Las basidiosporas de *C. lutescens* socirculares uniformes mientras que *Calostoma* sp1 tiene basidiosporas elípticas con perforaciones pequeñas circulares casi uniformes. El análisis filogenético muestra que *Calostoma* sp1 pertenece al clado de *C. lutescens*, pero pertenece a otra especie con un soporte de 1 PPB (Figura 66).



Figura 83. *Calostoma* sp1 (807-ITCV). a basidioma. b peridio. Escala: a-b=10mm. c-d= 10 μ m.

Familia Gyroporaceae Manfr. Binder & Bresinsky, *Mycologia* **94**(1): 94 (2002)

características de la familia. La familia Gyroporaceae pertenece al suborden de Sclerodermatineae. La familia cuenta con un solo género *Gyroporus* tipificado con la especie de *G. cyanescens*, se caracteriza por presentar un basidioma pileado-estípitado. Píleo subtomentoso a subescumuloso de color amarillo, marrón o rojo. Estípite glabro, fibriloso, o reticulado. Parcialmente con contexto del estípite. Hifas de la corteza del estipe horizontal e irregularmente dispuestas al eje longitudinal. Himenóforo tubular depreso alrededor del estípite, de color blanquecino a amarillento. Contexto blanquecino al corte se torna de color azul o amarillo por la

gyrocianina. Esporas lisas elípticas de color amarillo pálido, inamiloide. Esporada amarilla. Fíbulas presentes.

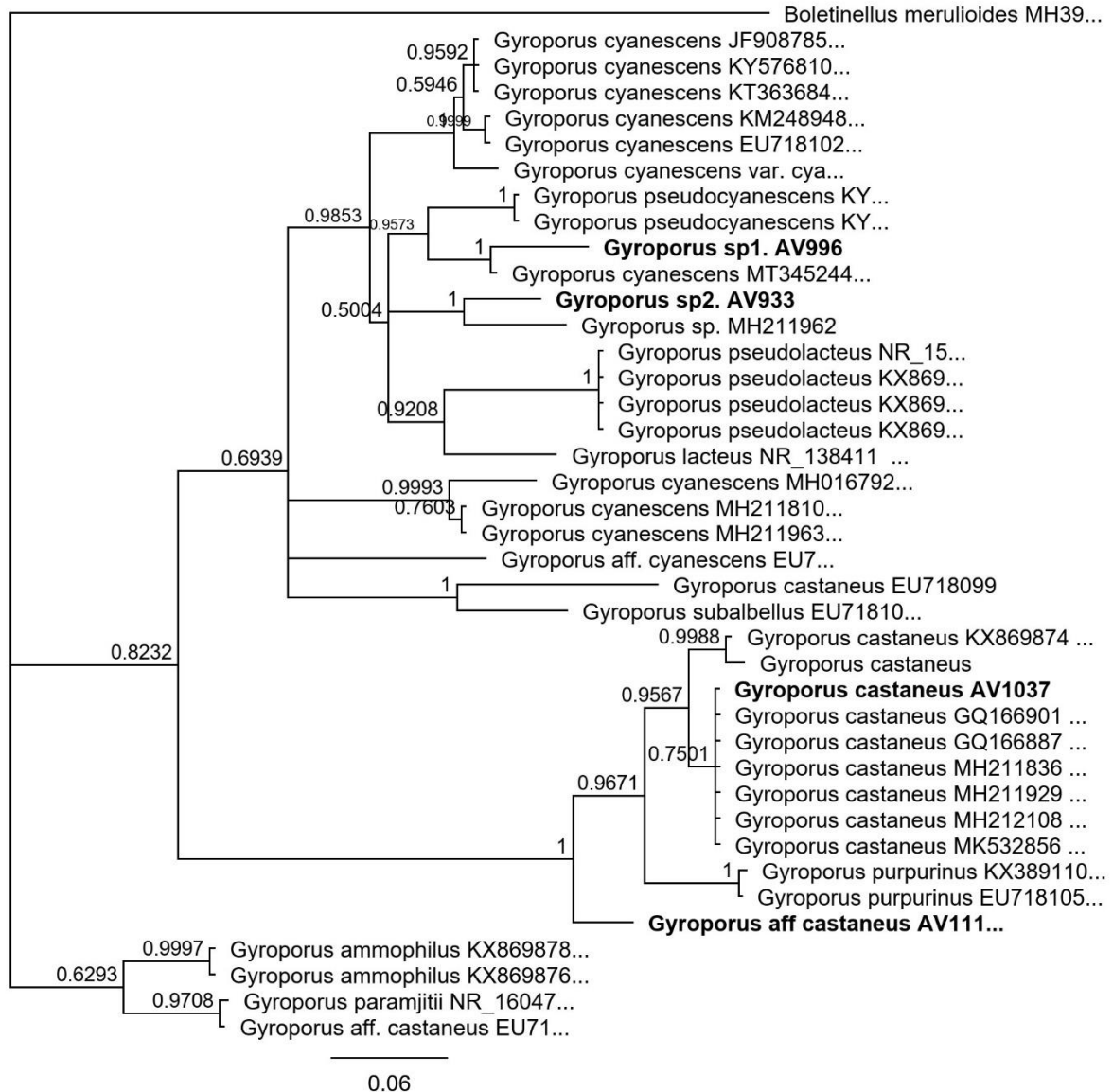


Figura 84. Análisis filogenético del género *Gyroporus* obtenido con el análisis de Probabilidad Posterior Bayesiano (PPB) con el gen ITS, teniendo como grupo externo a *Boletinus merulioides*.

Gyroporus castaneus (Bull.) Quél., *Enchir. fung.* (Paris): 161 (1886) Figura 85

Píleo de 30-42 mm de diámetro convexo a plano con una leve depresión en el centro, de color anaranjado-marrón (7C6-8) a marrón oscuro (7F8) margen recto

cuando joven, irregular o lobulado en la madurez. **Himenóforo adherido**, poros de 0-3-0.5mm de diámetro, blanquecino a amarillo pálido (1A5) en la madurez, tubos de 3mm de longitud concoloro a los poros no cambia de coloración. **Contexto** blanco 2mm de grosor no cambia de coloración. **Estípite** de 37x 7 mm cilíndrico, de color marrón chocolate (5F8). Parcialmente con contexto cuando joven, hueco en la madurez. **Basidiosporas** de (7-)8-11(-12) ×5-6(-7) µm, ovadas algunos subglobosas con depresión suprahilar visible, lisas, hialinas. Basidios de 22-30×5-9-11µm, clavados hialinos, bispóricos a tetrasporicos. Pleurocistidios de 20 -40×5-7µm, fusoides, subclavados, pared de 0.6 µm de grosor, hialinos en KOH. Queilocistidios de 15-30×5-10µm, fusoides algunos napiformes, hialinos en KOH. **Stipitipellis** formado por caulocistidios de 25 -52×6-10µm fusoides, napiformes a clavados, hialinos en KOH, pared delgada, caulobasidios de 22-25×9-10µm bispóricos a tetrasporicos. **Pileipellis** formado por un tricotermo con células terminales cilíndricas con contenido hialino a amarillento con ápice redondeado, pared de 0.8 µm de grosor.

Hábitat. Solitario. Creciendo en bosque de mesófilo de montaña, bosque mixto de coníferas, bosque de *Pinus-Quercus* durante los meses de agosto a octubre, una latitud de 17°09'32.95" longitud 96°03'58.85", altitud de 2122 m.

Material estudiado: Oaxaca. Santiago Zacatepec, Mixistlán de la Reforma. Paraje: yoots a'am Santa María Mixistlán, O. Ayala-Vásquez (709-ITCV), 15 agosto 2016, Santa María Tlahuitoltepec, Santa María Yacochi, km 2 carretera a Mixistlán, 31 octubre 2016, Ayala-Vásquez, (745-ITCV), Santiago Zacatepec, Mixistlán de la Reforma. Paraje: yoots a'am Santa María Mixistlán, 7 octubre 2017, Ayala-Vásquez,

(1087-ITCV), Ixtlán de Juárez, Paraje: Cabeza de Vaca Santa Catarina Ixtepeji, 7 octubre 2017, Ayala-Vásquez, (1110-ITCV), Santiago Zacatepec, Mixistlán de la Reforma. Santa María Mixistlán, bosque de *Quercus*, 14 septiembre 2017, Ayala-Vásquez, (1037-ITCV).

Nota taxonómica. *Gyroporus castaneus* se caracteriza presentar un píleo de anaranjado-marrón a marrón oscuro, himenóforo blanquecino, contexto blanquecino sin cambio de coloración al corte, estípite cilíndrico, hueco, de color marrón chocolate, basidiosporas 7–12 × 5–7 μm , ovadas, subglobosas con depresión suprahilar visible, hialinas, pleurocistidios, fusoides, subclavados, hialinos en KOH, queilocistidios fusoides algunos napiformes. Pileipellis formado un tricotermo con células terminales cilíndricas, hialinas. *Gyroporus castaneus* tiene semejanzas a *G. mcnabbii* por el color basidioma anaranjado- marrón, marrón-rojizo, tamaño de las basidiosporas. Se diferencian por el hospedero la primera especie se asocia con *Quercus*, mientras que la segunda especie se asocia a la familia Myrtaceae (*Eucalyptus*, *Leptospermum*), posiblemente con Casuarinaceae y Fabaceae (*Acacia*). El análisis filogenético (Figura 82), muestra que *G. castaneus* tiene una estrecha relación con *G. purpurinus*, ambas tienen algunos caracteres morfológicos que se puede confundir en campo por los colores, pero *G. purpurinus* difiere por el basidioma de color vináceo, rojo oscuro, basidiosporas de 8-11 X 5-6.5 μm alantoides, queilocistidios fusoides-ventricosos a lanceolados según lo descrito por Smith y Thiers (1971).



Figura 85. *Gyroporus castaneus* (1110-ITCV-1084-ITCV). a-c basidioma. d basidiosporas. e basidios. f pleurocistidios. g queilocistidios. h-i stipitipellis. j-k pileipellis. Medidas a-c= 10mm. d-k=10µm.

***Gyroporus* sp1**

Figura 86

Píleo de 30 mm de diámetro., convexo de color Amarillo- marrón (5C7), superficie con escamas planas a fibrilosas, margen entero, al tocar se torna inmediatamente de color azul oscuro (23F8). **Himenóforo**, adherido, poros de 0.3 mm de diámetro

de color blanquecino al tocar se torna azul (23F8), tubos de 1.5 mm de longitud concoloro a los poros, tornándose de color azul al corte (23F8). **Contexto** de 10mm de grosor de color blanquecino, al corte azul oscuro (23F8), contexto del estípite con poco contexto más bien hueco, manchándose de color azul (23D8). **Estípite** de 51×20 mm claviforme de color blanquecino, superficie furfurácea al tocar azul (23F8). Micelio blanco. Sabor. Ligeramente astringente. Olor. Tierra mojada. **Reacción Química.** Al aplicar KOH píleo de color anaranjado (5A7), himenóforo y contexto de amarillo pálido (4A4), estípite de color amarillo (4A8), contexto del estípite verde, posteriormente amarillo. Al aplicar NH₄OH la superficie del píleo de color amarillo (4A8), Himenóforo-contexto de color verde oliváceo (28E8), el estípite se torna verde posteriormente amarillo.

Basidiosporas de (7–)9–12(–15) × 4–4.5 (–5) µm, con una L=10.8 µm, W=5 µm, Q de 2.4 µm, elípticas-oblongas de color amarillo pálido, lisas, ápice visible, pared delgada. **Basidios** de 40–49 (–59) × 7–8(–9) µm, claviformes, hialinos a amarillo pálido, con contenido, tetrasporicos, esterigmas de 5-7 × 1-2 µm. **Pleurocistidios** de 39–43 × 9–11 µm, cilíndrico-fusoides, ventricosos a mucronados, pared gruesa 1 µm, hialinos a amarillo dorado. **Queilocistidios** de 46–48(–51) × 8–10 (–11) µm, cilíndrico-clavados, mucronados de color amarillo, pared gruesa de 1 µm, con fíbulas. **Stipitipellis** formado por caulocistidios de 26–38 × 7–9 (–12) µm, clavados con pared gruesa de 1 µm, hialinos en KOH. **Pileipellis** de formado por un tricoderma con hifas terminales cilíndricas hialinas a amarillo pálido en KOH.

Hábitat. Solitario. Creciendo en bosque mixto de *Quercus-Pinus* durante el mes de agosto a una latitud de 17°10'16.40" longitud 96°35'57.03", altitud de 2826 m.

Material estudiado: Oaxaca. Ixtlán de Juárez, Santa Catarina Ixtepeji. Paraje: al Este de las oficinas de ecoturismo de las Cumbres, cerca de las antenas, Ayala-Vásquez, 20 agosto 2017 (996-ITCV).

Nota taxonómica: *Gyroporus* sp1 se caracteriza por presentar un color blanquecino superficie fibrilosa a furfurácea, amarillo-marrón, manchándose inmediatamente al mallugar cualquier parte del basidioma. Morfológica y molecular (Figura 82) *Gyroporus* sp1 está estrechamente cerrada con *Gyroporus cyanescens*, por el color del basidioma, el cambio de coloración al mallugar o cortar, basidiosporas de 8-10 × 5-6 µm elípticas a subelípticas a reniformes (Smith y Thiers, 1971), pero difiere porque *Gyroporus* sp1 tiene basidiosporas más largas y angostas (7–)9–12(–15) × 4–4.5 (–5) µm, pleurocistidios cilíndrico-fusoides, ventricosos a mucronados. La secuencia MT345244, de Nueva York, Estados Unidos, pertenece a *Gyroporus* sp1, por lo tanto esta especie se distribuye en EU y México.

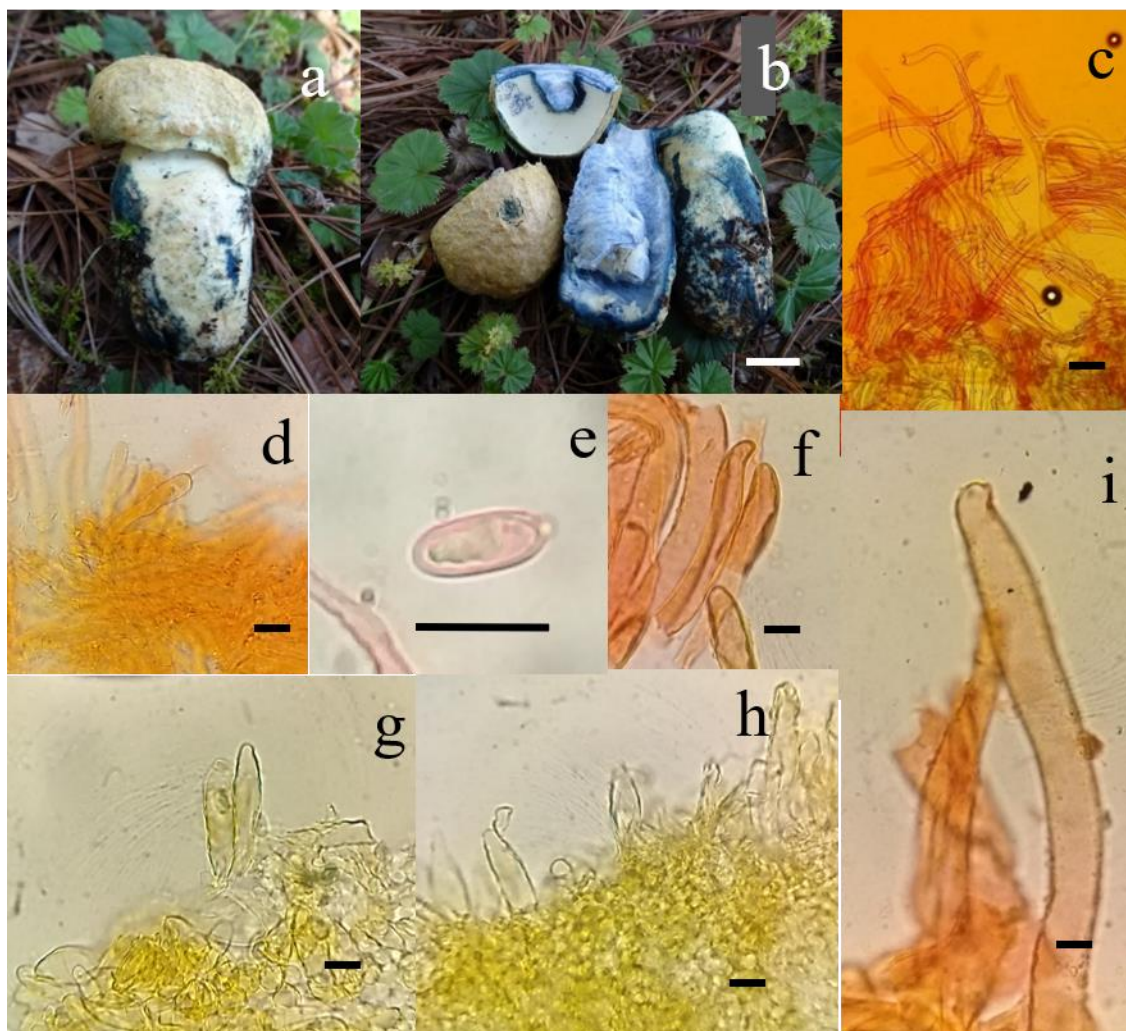


Figura 86. *Gyroporus* sp1(996-ITCV). 1-2 basidioma. 3,9 Pileipellis. 4 basidios. 5 basidiospora. 6 stipitipellis. 7 pleurocistidios. 8 queilocistidios. Escala: 1-2= 10 mm. 3-9= 10 μ m.

***Gyroporus* sp2**

Figura 87

Píleo de 20–59 mm de diámetro, de color blanquecino cuando joven, Amarillo-marrón (5C7) en la madurez, convexo, superficie furfurácea a ligeramente escamoso en la madurez, margen entero. **Himenóforo** adherido, poros de 0.5 mm de diámetro, circular de color blanquecino, tubos de 6mm de long. concoloro a los poros, inmutable al corte. **Contexto** de 7–10 mm de grosor esponjoso de color blanquecino al corte ligeramente color rojo-grisáceo (8B3) a anaranjado-marrón. **Estípite** de 30–67×12–19 mm, claviforme concoloro al píleo, al mallugar se torna

color anaranjado-marrón algo vináceo, contexto del estípite algodonoso cuando joven, al corte se torna marrón-anaranjado (6F3) posteriormente gris, en la madurez hueco. Micelio blanco.

Basidiosporas de 7–9(11) × 4–5(6) μm , elípticas, ovadas a reniformes, lisas, con depresión suprahilar visible. **Basidios** de 29–37(48) × 9–11(12) μm , clavados, hialinos a amarillentos en KOH, tetrasporicos, con esterigmas muy largos de 4–6 × 1 μm . **Pleurocistidios** de 28–30(41) × 8–10(13) μm , fusoides, subclavados a cilíndricos, hialinos a amarillo pálido en KOH, pared de 0.5 μm , muy escasos. **Queilocistidios** muy similares a los pleurocistidios. **Trama himenoforal** bilateral, divergente con un estrato medio y lateral de hifas cilíndricas a tubulosas que miden 3–9 μm , algunas hifas con paredes gelatinosas, hialinas a amarillo pálido. **Pileipellis** formado por un tricoderma de hifas entrelazadas, con células terminales cilíndricas obclavadas a clavadas con ápice redondo, hialinos a dorados en KOH, pared de 1 μm . **Stipitipellis** formado por caulocistidios de 23–(48) × 7–13(17) μm , clavados a fusoides con pared gruesa 1 μm , hialinos a amarillo pálido en KOH.

Hábitat. Gregario. Creciendo en bosque de *Quercus* durante el mes de julio a una latitud de 17°08'46.85" longitud 96°05'00.96", altitud de 2122 m.

Material estudiado: Oaxaca. Santiago Zacatepec, Mixistlán de la Reforma. Paraje: Tsaaguba'ak, Santa María Mixistlán, 30 junio 2017, Ayala-Vásquez, (933 -ITCV).

Nota taxonómica. *Gyroporus* sp2 nov se caracteriza por presentar un basidioma blanco cuando joven con tonos amarillo-marrón en la madurez, contexto blanquecino al corte se mancha marrón anaranjado posteriormente gris.

Basidiosporas de 7–9(11) ×4–5(6) μm , elípticas, ovadas a reniformes, lisas. El material estudiado tiene características semejantes a *Gyroporus subalbellus* citado por Weber y Smith (1985), por el color del basidioma y el tamaño de las esporas, pero difieren por el cambio de coloración del contexto de *Gyroporus* sp2, al corte se mancha a diferencia de *G. subalbellus* que no cambia de coloración. El análisis filogenético con la probabilidad posterior bayesiana con un soporte de 1 (Figura 82), muestra que *Gyroporus* sp2 es una especie nueva para la ciencia y que también se distribuye en Putnam, Estados Unidos en bosque mixto de *Quercus-Pinus*.



Figura 87. *Gyroporus* sp2 (933-ITCV). a-c basidioma. d basidiosporas. e basidios. f pleurocistidios. g-h queilocistidios. i-j Pileipellis. k-l stipitipellis. Escala: a-c= 10 mm. d-l=10 μ m.

Fenología y distribución de los Boletales en seis tipos de vegetación

Los Boletales que fructifican en junio son principalmente de la familia Suillaceae, Gomphidiaceae e Hygrophoropsidaceae en el bosque de mixto de coníferas que se encuentra a una altitud de 2800 m a 3000 m. Las fructificaciones más abundantes fueron durante los meses de julio y agosto, muestreando el 50% de los ejemplares estudiados e identificados en este trabajo, concide con el resultado obtenido por

Gonzalez-Velazquez y Valenzuela, (1993) del estado de Mexico, y con la fenología de macromicetos del Cerro de San Felipe, Oaxaca (Vázquez-Mendoza, 2008) septiembre tiene poca representatividad, puesto que los muestreos fueron afectados por exceso de lluvia y temblores; según diversos autores (Gonzalez-Velazquez y Valenzuela, 1993, García-Jiménez 1999) este mes tiene un porcentaje más elevado que el obtenido en este trabajo (Figura 86) , en el mes de octubre se muestreó el 20% del total de ejemplares estudiados, este resultado varia con el trabajo de Gonzalez-Velazquez y Valenzuela, 1993 y Vázquez-Mendoza, 2008, porque su zona de muestreo fue en una altitud mayor a 2500 m, mientras que en este trabajo se abarco una altitud de 1570-3000 m. En el mes de noviembre se obtuvo el 9.5% de los morfotipos estudiados y se muestrearon principalmente en bosque de *Pinus-Quercus* que se distribuye a una altitud 1500-1700 m. En diciembre solo se obtuvo tres morfoespecies (*Boletinellus monticola del bosque mesófilo de montaña*, *Calostoma* sp del bosque *Pinus-Quercus* y *chrogoomphus jamaicensis* del bosque de *Quercus-Pinus*. En General la fenología de este trabajo es parcial, porque cada año es distinto y para lograr obtener datos confiables, Tofts y Orton (1998) recomiendan el muestreo durante más de 20 años.

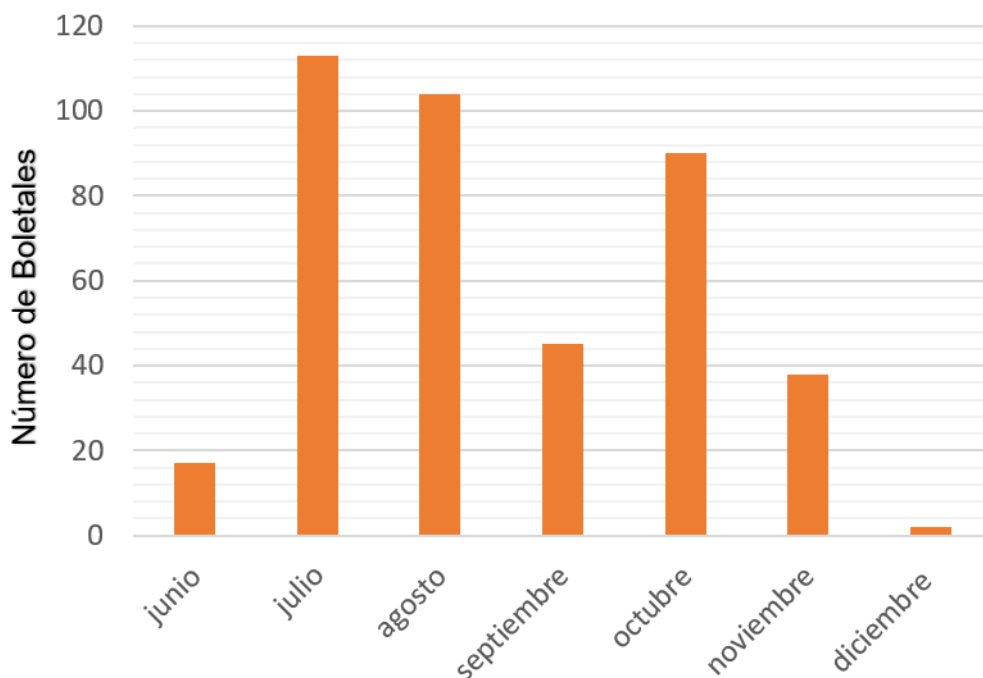


Figura 88. Fenología de Boletales estudiadas en seis tipos de vegetaciones de la Sierra Norte de Oaxaca.

Distancia euclidiana de las seis vegetaciones estudiadas

De las seis vegetaciones estudiadas, el BQP presenta mayor diversidad con 38 especies, *Aureoboletus auriporus*, *Chalciporus* sp1, *Heimioporus ivoryi*, *Lanmaoa* sp, *Leccinum* sp2, *Strobilomyces* sp, *Tylopilus* sp1, *Tylopilus* sp2, *Tylopilus* sp4, *Xanthoconium separans*, *Xerocomus tenax*, *X. illudens*, *Xerocomus* sp1, *Xerocomus* sp2 son específicas de esta vegetación; el BQ con 35 especies, *Aureoboletus* sp, *Baorangia* sp, *Hortiboletus* sp, *Cacaoporus mexicanus* sp. nov., *Erythrophylloporus guzmani*, *Fistulinella wolfeana*, *Gyroporus* sp2, *Hemiaustroboletus vinaceus*, *Phylloporus centroamericanus* son las especies específicas de esta vegetación; el BPQ con 30 especies, *Chalciporus rubellus*, *Calostoma* sp, *Gyroporus* sp1, *Tylopilus tabacinus* son las especies específicas de esta vegetación; mientras que el BMM presenta 29 especies, de las cuales

Aureoboletus roxanae, *Boletellus ananiceps*, *Butyriboletus frostii*, *Leccinum* aff. *manzanite*, *Phylloporus bellus*, *Sutorius eximius*, son específicas de esta vegetación; el BMC con 18 especies, *Boletus smithii*, *Cyanoboletus abieticola* Ad. prov., *Hemiaustroboletus vinaceobrunneus* sp. nov., *Imleria badia*, *Porphyrellus pacificus*, *Pulchroboletus sclerotiorum*, *Suillus americanus*, *Xerocomellus truncatus* son especies con distribución restringida; por último, el BP con 7 especies sin ninguna especie específica. El cladograma de distancia Euclidiana (Figura 89) muestra que las vegetaciones estudiadas se agrupan en dos clados de similitud, el primer clado consta de tres vegetaciones, el BMM, BMC y BP, estas tres vegetaciones no tienen mayor recambio, el BMC comparte dos especies con el BMM y cuatro especies con el BP, las especies compartidas son del género *Suillus* que tiene como hospederos a *Pinus* spp. El segundo clado lo conforman el BQ, BQP y BPQ, comparten las siguientes especies: *Aureoboletus russellii*, *Boletus variipes*, *Leccinum albellum*, *Leccinum rugosiceps*, *Pisolithus arrhizus*, *Pulveroboletus ravenelii*, *Retiboletus ornatipes*, *Scleroderma* aff. *polyrhizum*, *Strobilomyces oaxacanus* ad. int. y *S. confusus* asociados a *Quercus* spp.

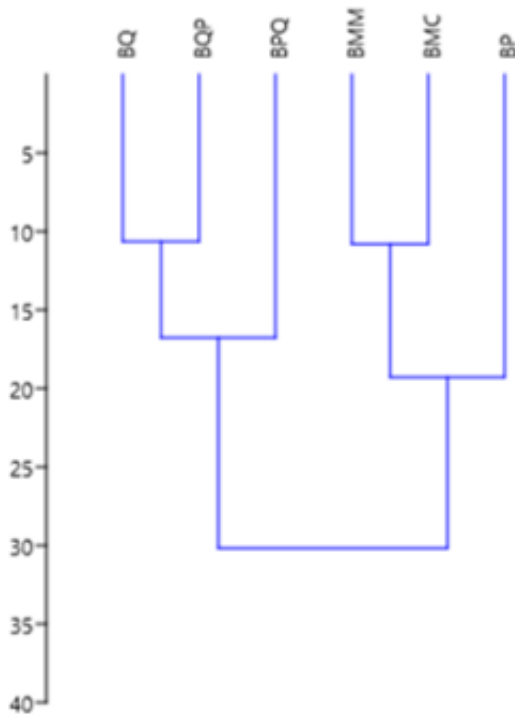


Figura 89. Fénograma del análisis de conglomerados con distancia euclidiana de las vegetaciones estudiadas.

Diversidad-Alfa (α)

El bosque de *Quercus- Pinus* (BQP) es la vegetación que presenta mayor riqueza específica con 37 especies y el bosque de *Pinus* (BP) con menor riqueza (Figura 90). Los tres índices usados Simpson, Shannon y Fisher_Alpha (Cuadro 8) muestra los mismos resultados, que el BQP tiene una mayor dominancia de especies y el BP con menor dominancia, el BMM a pesar de tener mayor abundancia que el BQ, el BQ tiene más dominancia de especies. Mientras que el BMC y BPQ a pesar de tener la misma abundancia con 68 carpóforos, el BPQ presenta mayor riqueza con 31 especies y BMC solo presenta 18 especies.

Cuadro 9. Riqueza, abundancia y Diversidad-Alfa de Boletales en seis vegetaciones de la Sierra Norte de Oaxaca

	BQ	BQP	BPQ	BMM	BMC	BP
Riqueza	36	37	31	30	18	7
Abundancia	81	87	68	85	68	20
Simpson_1-D	0.9525	0.9579	0.8989	0.9341	0.9055	0.8061
Shannon_H	3.323	3.408	2.965	3.075	2.569	1.772
Fisher_alpha	28.14	37.59	25.8	17.64	8.419	5.571

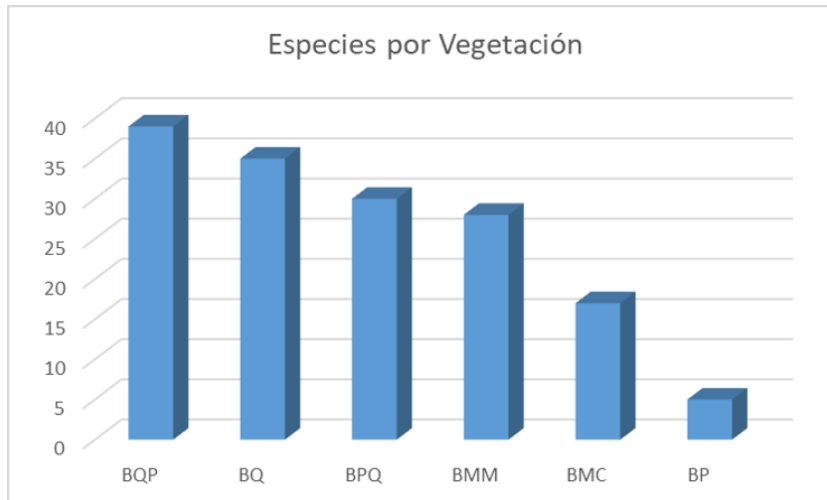


Figura 90. Riqueza de especies en las vegetaciones estudiadas

Distribución Potencial de las especies de Boletales en la Subprovincia de las Sierras Orientales

Se incluyó un total de 87 taxa en la base de datos. Para el modelo de distribución potencial, solo se analizaron 13 especies que cubrieron con los requisitos de *Bootstrap* (remuestreo), es decir mayor o mínimo ocho sitios de muestreo, para evitar una sobreestimación o desestimación. Las covariables que explican mejor la distribución potencial de las especies de los Boletales evaluadas están estrechamente relacionadas con el medio ambiente en el que se distribuyen los Boletales (Tabla 2). En las Figuras 91-94 se muestran los mapas de distribución potencial de cada especie, con rojo las zonas optimas de distribución, color azul significa ausencia. De las 13 especies analizadas 11 especies tienen como variable

principal el uso de suelo y vegetación, esto debido a se debe a que estos hongos son ectomicorrícicas, por lo tanto es importante la existencia de los árboles principalmente *Quercus*, *Pinus*, *Alnus*, *Abies*, *Arbutus*, *Camarostaphylis*; el resto de las variables cambia dependiendo de la vegetación, para el BMM la temperatura media del trimestre más cálido, Temperatura máxima del mes más cálido, el rango de temperatura anual, temperatura media del trimestre más seco, en el BMC influye principalmente la elevación, temperatura media del trimestre más cálido, precipitación del trimestre más cálido, la isothermalidad y la temperatura mínima del trimestre más frío.

Tabla 10. Variables que influyen en la distribución potencial de 13 especies analizadas.

Familia	Especies	Tipo de Vegetación	Variables	AUC
Boletaceae	<i>Boletellus coccineus</i>	BQ, BPQ, BMM	usyvm, Pms, Tmtf, Ptf, ep, Tmts, eleva, rTa, Tma	0.990
Boletinellaceae	<i>Boletinellus monticola</i>	BMM, BQ	usyvm, eleva, Tmth, Tmmc, bio11, bio1, bio7, bio10	0.992
Boletaceae	<i>Cacaoporus mexicanus</i>	BQ, BMM	Usyvm	0.962
Calostomataceae	<i>Calostoma cinnabarinum</i>	BMM, BQP	usyvm, bio10, bio14, bio11, bio9, bio12, bio5, bio7, bio18, eleva	0.976
Gomphidiaceae	<i>Chroogomphus jamaicensis</i>	BMC	usyvm, eleva, bio10, bio6, bio15, bio9, bio11, bio1, bio3, bio7, bio4, bio5	0.990
Boletaceae	<i>Cyanoboletus</i> sp	BMC	Usyvm	0.986
Boletaceae	<i>Harrya chromipes</i>	BQ, BPQ, BMM	usyvm, bio5, bio18, eleva, bio10, bio7, bio12, bio11, bio14, bio1, bio19	0.993
Boletaceae	<i>Leccinellum albellum</i>	BQ, BQP, BPQ, BMM	usyvm, bio14, bio15, bio9, bio19, bio11, bio12, eleva, bio10	0.994

Boletaceae	<i>Leccinum rugosiceps</i>	BQ, BQP, BPQ, BMM	usyvm, eleva, bio8, bio1, bio10, bio5, bio4, bio2, bio11	0.981
Suillaceae	<i>Suillus americanus</i>	BMC	usyvm, bio11, eleva, bio3, bio6, bio10, bio18, bio7, bio4, bio1, bio15	0.994
Suillaceae	<i>Suillus pseudobrevipes</i>	BPQ, BMM, BMC	usyvm, eleva, bio15, bio3, bio2, bio1, bio10, bio5	0.996
Suillaceae	<i>Suillus tomentosus</i>	BQP, BPQ, BMM, BP	usyvm, bio15, bio8, bio11, bio5, bio10, bio1, bio14, eleva, bio2, bio2, bio6, bio3, bio4, bio7	0.987
Boletaceae	<i>Xerocomellus truncatus</i>	BMC	eleva, usyvm, bio18, bio3, bio6, bio7, bio4, bio2, bio8, bio11, bi1	0,998

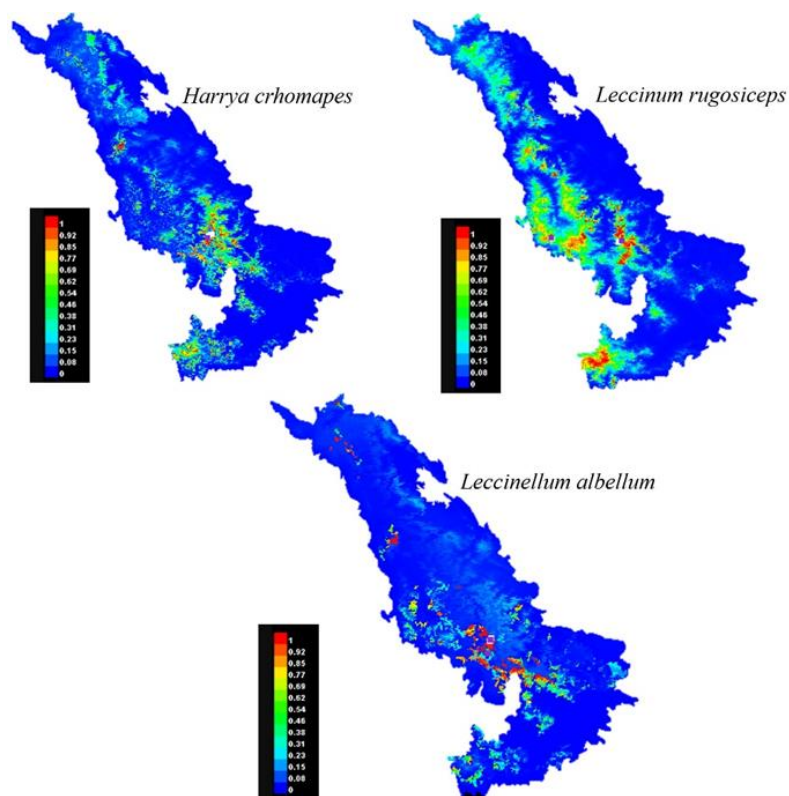


Figura 91. Distribución potencial de tres géneros de Boletales. La escala de colores representa las áreas de idoneidad del hábitat, siendo mayor en los tonos más rojos.

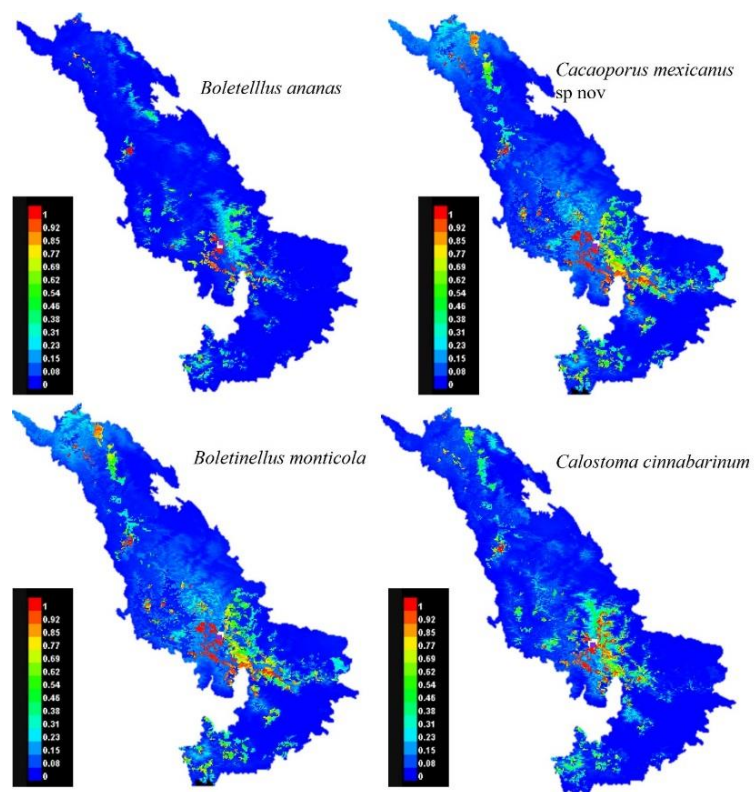


Figura 92. Distribución potencial de cuatro géneros de Boletales de diferentes vegetaciones. La escala de colores representa las áreas de idoneidad del hábitat, siendo mayor en los tonos más rojos.

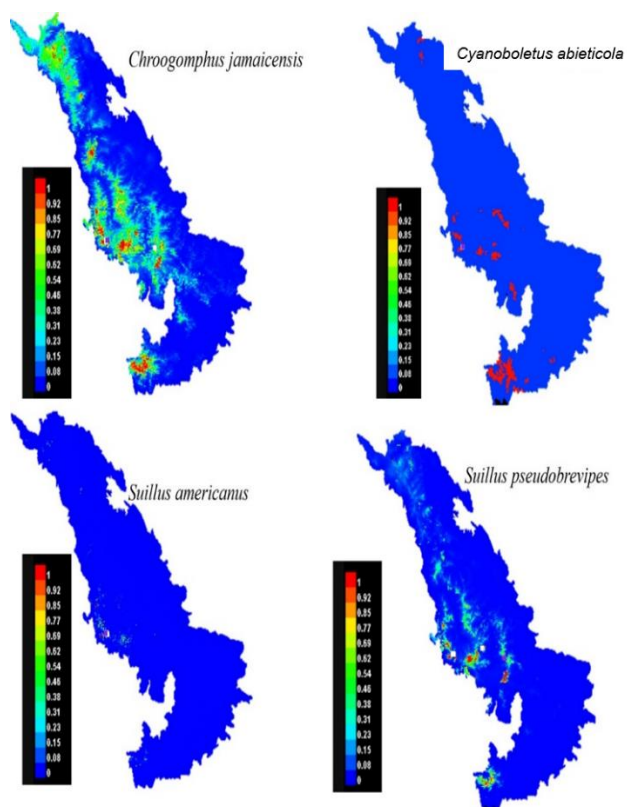


Figura 93. Distribución potencial de tres géneros de Boletales de diferentes vegetaciones. La escala de colores representa las áreas de idoneidad del hábitat, siendo mayor en los tonos más rojos.

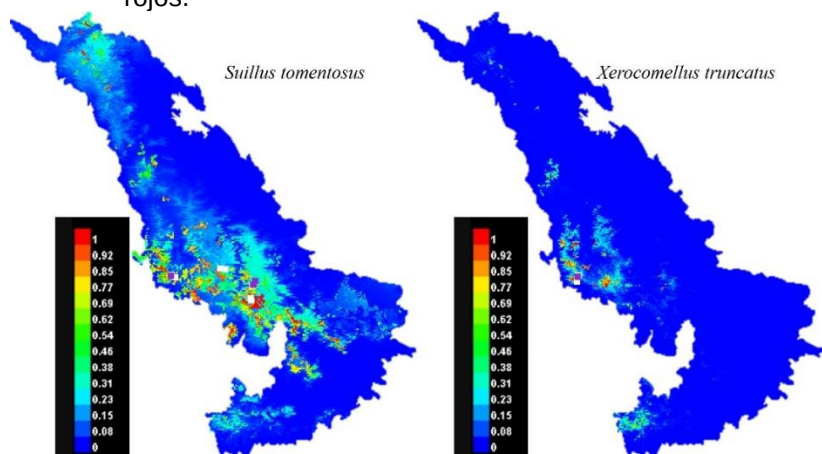


Figura 94. Distribución potencial de dos géneros de Boletales de diferentes vegetaciones. La escala de colores representa las áreas de idoneidad del hábitat, siendo mayor en los tonos.

Conclusión

La Sierra Norte de Oaxaca cuenta con una amplia diversidad de Boletales, y en muchas localidades tiene importancia, ecológica por la silvicultura que manejan en muchos municipios, y la importancia cultural porque muchas especies son aprovechadas como productos no maderables en los mercados locales y regionales, es una de las importancias de continuar con el estudio de la diversidad de estos hongos.

La familia Boletaceae presentó mayor diversidad de taxa sin identificar con 22 taxa, algunas corroboradas con el estudio molecular de que efectivamente se trata de especies nuevas para la ciencia, la familia Gyroporaceae con dos taxa nuevas para la ciencia y Calostomataceae con un taxa nuevo para la ciencia.

El bosque de *Quercus-Pinus* presentó la mas alta riqueza de especies con 37 taxa, seguido por el bosque de *Quercus* con 36 taxa, el bosque de *Pinus-Quercus* con 31 taxa, el bosque mesófilo de montaña con 30 taxa, el bosque mixto de coníferas con 18 taxa y el bosque de *Pinus* con 7 taxa. El BQP presentó mayor diversidad con ($H' = 0.9579$, $S = 3.408$, $S = 37.59$), el de menor diversidad el BP, ($H' = 0.8061$, $S = 1.772$, $S = 5.571$). La distancia euclidiana nos confirma que las tres primeras vegetaciones con alta riqueza de especies tienen mayor similitud ya que comparten el hospedero del género *Quercus*, mientras las tres ultimas tienen mayor similitud porque tienen en común el *Pinus* como hospedero. El índice de diversidad indica que se puede seguir encontrando especies no reportadas en este trabajo.

Referencias

- Ayala-Sánchez N, Soria-Mercado, IE, Romero-Bautista L, López-Herrera M, Rico-Mora, R, Portillo-López A (2015) Los hongos Agaricales de las áreas de encino del estado de Baja California, México. Estudios en Biodiversidad. 19. University of Nebraska. 315pp.
- Ayala-Vásquez O (2016) Estudio taxonómico de la familia Boletaceae en bosque de *Quercus* del estado de Oaxaca, México. ENCB-Instituto Politécnico Nacional.
- Ayala-Vásquez O, Valenzuela R, Aguirre-Acosta CE, Raymundo T, García-Jiménez J (2018) Species of Boletaceae (Boletales, Basidiomycota) with ornamented spores from temperate forests at the state of Oaxaca, Mexico. Studies in fungi 3: 271-292.
- Bello-González MA, Labat JN (1987) Los encinos (*Quercus*) del estado de Michoacán, México. Centre d'Études Mexicain es et Centroaméricaines y Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México, D.F. pp 15-60.
- Bessette A, Roody WC, Bessette AR (2000) North American boletes: a color guide to the flesh and pored mushrooms. Syracuse University Press, New York. Pp 20-420.
- Bessette A, Roody WC, Bessette AR (2017) North American boletes: a color guide to the flesh and pored mushrooms. Syracuse University Press, New York. pp 20–420.
- Bougher NL y Thiers HD (1991) An indigenous species of *Leccinum* (Boletaceae) from Australia. Mycotaxon 42: 255–262.
- CONABIO. 2012. <http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/quees.html>
- CONABIO (2008) El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural, en capital natural de México, vol I. Conocimiento actual de la biodiversidad Conabio, México, pp. 33-65.
- Chanes RR, Gonzales CR, Ávila PA & Vega I (2020) *Tylopilus hayatae*, a new endemic bolete species in relict Mexican beech forest. Phytotoxa 441 (1): 035-046.
- Chakraborty D, Vizzini A, Das K (2018) Teo new species and one new record of the genus *Tylopilus* (Boletaceae) from Indian Himalaya with morphological details and phylogenetic estimations. MycoKeys 33:103-124.
- Dahlberg A, y Finlay RD (1999) *Suillus*. En: Cairney J.W.G. y Chambers S.M Eds. Ectomycorrhizae Fungi Key Genera in Profile, pp. 33-64. Springer-Verlag, Heidelberg.
- Davoodian N, Bergemann SE, Hosaka K, Raspé O, Bougher NL, Fechner NA, Henkel TW, Gelardi M, Soyong K, Naseer A, Ortiz-Santana B, Baroni TJ, Nagasawa E, Smith ME, Halling RE (2018) A global view of *Gyroporus*: molecular phylogenetics, diversity patterns, and new species. Mycologia 110: 985–995
- Drehmel D, James T, Vilgalys R (2008) Molecular phylogeny and biodiversity of the boletes. Fungi 1(4): 17–23.
- de la Fuente JI, Ayala-Vásquez O, Garza-Ocñas F, López CY, García-Jiménez J (2018) some interesting Boletales (Basidiomycota) from the state of Quintana Roo, México. Scientia Fungorum 48: 77-86.
- Feng B, Xu JP Wu, G, Zeng NK, Li YC, Tolgor B, Kost GW, Yang ZL (2012) DNA sequence analyses reveal abundant diversity endemism and evidence for Asian origin of the porcini mushrooms. PLoS One 7, e37567
- García-Mendoza AJ (2004) Integración del conocimiento florístico del estado. En: García-Mendoza A. J., Ordoñez-Díaz M. J. y Briones-Salas M. A. Eds. Biodiversidad de Oaxaca, pp.305-325. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Fondo Oaxaqueña para la Conservación de la Naturaleza, World Wildlife Fund. México D.F.
- García E (1998) Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad CONABIO.
- García J, Castillo J (1981) Las especies de Boletáceos y Gonfidiáceos conocidos en el Estado de Nuevo León. Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología. 15: 121-197.
- García-Jiménez J (1999) Estudio sobre la taxonomía, ecología y distribución de algunos hongos de la Familia Boletaceae (Basidiomycetes, Agaricales) de México. Tesis de Maestría (Biología). Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León. Pp 12-270.
- Garza-Ocaña F (1986) Hongos ectomicorrícicos en el Estado de Nuevo León. Revista Mexicana de Micología. 2: 197-205.
- Gelardi, M, Angelini C, Costanzo F, Dovana F, Ortiz-Santana B, & Vizzini, A (2019) *Tylopilus griseolivaceus* sp. nov. and *T. leucomycelinus* (Boletaceae) revisited from the Dominican Republic within a

- comprehensive phylogeny of *Tylopilus* s. str. *Mycological Progress* 18 (8): 1039–1056. <https://doi.org/10.1007/s11557-019-01513-2>
- González-Velázquez A, Valenzuela R (1993) Los Boletáceos y Gomfidiáceos del Estado de México I. *Revista Mexicana de Micología* 9:35-46.
- González-Velázquez A, y Valenzuela R (1996) Los Boletáceos y Gomfidiáceos del Estado de México II. *An. Escuela Nacional Ciencias Biológicas*. 41: 119 - 196.
- Guzmán G, Cortés A, Guzmán L, Ramírez F, & Sánchez R (2013) An emendation of *Scleroderma*, new records, and review of the know species in Mexico. *Revista Mexicana biodiversidad*, 84(Supl. Ago), 173-191.
- Ha LH, Feng B, WuG, Halling RE, Buyck B, Yorou NS, Sydney T. N. Ebika S TN, Yang ZL (2019) African origin and global distribution patterns: Evidence inferred from phylogenetic and biogeographical analyses of ectomycorrhizal fungal genus *Strobilomyces*. *Journal of Biogeography* 2017;1–12. <https://doi.org/10.1111/jbi.13094>
- Halling RE (1999) New *Leccinum* species from Costa Rica. *Kew Bulletin* 54: 747 – 753.
- Halling RE, Mueller GM (2003) *Leccinum* (Boletaceae) in Costa Rica. *Mycologia*. 95:488-499.
- Halling RE & Mueller GM (2005) Common Mushrooms of the Talamanca Mountains. The New York Botanical Garden Press, N.Y. U.S.A., p. 70.
- Halling ER Osmundson WT, Neves MA (2008) Pacific boletes: Implications for biogeographic relationships *Mycologia Research* 11 2 pp. 437-447.
- Halling ER, Nuhn Mitchell, Fechner A, Nigel Osmundson W, Todd Soyong Kasem, Arora David, Hibbett S, David y Binder Manfre (2012) *Sutorius*: a new genus for *Boletus eximius*. *Mycologia*, 104(4), 2012, pp. 951–961
- Halling R, Fechner N, Nuhn M, Osmundson T, Soyong K, Arora D, Binder M, Hibbett D (2015) Evolutionary relationships of *Heimioporus* and *Boletellus* (Boletales) with an emphasis on Australian taxa including new species and new combinations in *Aureoboletus*, *Hemileccinum* and *Xerocomus*. *Australian Systematic Botany* 28: 1–22. <https://doi.org/10.1071/SB14049>
- Haelewaters D, Dima B, Abdel-Hafiz B.I.I., Abdel-Wahab MA, Abul-Ezz SR, Acar I, Aguirre-Acosta E, Aime M.C., Al, demir S., Ali M., Ayala-Vásquez O., Bakhit M.S., Bashir H., Battistin E., Bendiksen E., Castro-Rivera R, Çolak ÖF, De Kesel A, de la Fuente JI, Dizkırı A, Hussain S, Jansen GM, Kaygusuz O, Khalid A.N., Khan J., Kiyashko A.A., Larsson E., Martínez González C.R., Morozova O.V., Niazi A.R., Noordeloos ME, Pham THG, Popov ES, Psurtseva NV, Schoutteten N, Sher H, Türkelul I, Verbeken A, Ahmad H, Afshan NS, Christe P, Fiaz M, Glaizot O, Liu J, Majeed J., Markotter W., Nagy A., Nawaz H, Papp V, Péter Á, Pfliegler WP, Qasim T, Riaz M., Sándor AD, Szentiványi T, Voglmayr H, Yousaf N. & Krisai-Greilhuber I. (2020). *Fungal Systematics and Evolution* 6. – *Sydowia* 72: 271–296
- Islas Gutiérrez F, Zamora-Martínez, M, Velasco Bautista E, Quero R, Jiménez J, Segundo Maya R, y JI, Martínez Valdez (2006) Distribución actual y potencial de veinte especies de hongos silvestres comestibles en los bosques de coníferas del estado de Oaxaca. Instituto Nacional de Investigadores Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. AS005. México, D.F.
- INEGI (2016) Conjunto de Datos Vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación. Escala 1:250 000.
- Jiménez RM, Pérez-Moreno J, Almaraz Suárez JJ, Torres-Aquino M (2013) Hongos silvestres con potencial nutricional, medicinal y biotecnológico comercializados en Valles Centrales Oaxaca. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 2:4:199-213.
- Kearse M, Moir R, Wilson A, Stones-Havas S, Cheung M, Sturrock S, Buxton S, Cooper A, Markowitz S, Duran, Thierer T, Ashton B, Meintjes P, Drummon A (2012) Geneious Basic: an integrated and extendable desktop software platform for the organization and analysis of sequence data. *Bioinformatics* 28: 1647–1649.
- Kirk PM, Cannon PF, Minter DW, Stalpers JA (2008) *Dictionary of the Fungi*, 10th edition, CAB International, Wallingford. 1–771.
- Kornemp A, Wanscher, JH (1978) *Methuenh and book of colour*, 31d ed. Eyre Methuen Ltd. London.
- Klofac W (2010) The genus *Aureoboletus*, a world-wide survey. A contribution to a monographic treatment. *Österreichische Zeitschrift für Pilzkunde*. 19:133-174
- Largent DD, Johnson, y R Watling (1977) How identify mushrooms to genus III: Microscopic features. *Mad River Press, Eureka*.

- Liu H-Y, Li YC, Bau T (2020) New species of *Retiboletus* (Boletales, Boletaceae) from China based on morphological and molecular data. *MycKeys* 67: 33–44. <https://doi.org/10.3897/mycokeys.67.51020>
- Meave JA, Rincón-Gutiérrez A, Ibarra-Manríquez G, Gallardo-Hernández C, Romero-Romero MA (2017) Checklist of the vascular flora a portion of the hyper-humid región of La Chinantla, Northern Oaxaca Range, México. *Botanical Sciences* 95 (4): 722-759. DOI: 10.17129/botsci.1812.
- Martínez-Méndez N, Aguirre-Planter E, Eguiarte LE, Jaramillo-Correa JP (2016) Modelado de nicho de las especies del genero *Abies* (Pinaceae) en México algunas implicaciones Taxonómicas y para la conservación *Botanical Sciences*. 94 (1): 5-24 .DOI: 10.17129 /botsci.508.
- Marcelo A, Grebenec T, García ÁM, Silva DB, Silveira A, Antonioli IZ, Marinho P, Münzenberger B, Telleria TM, Baseia G, Martín PM (2016) Molecular and morphological analyses confir *Rhizopogon verii* as a widely distributed ectomycorrhizal false truffle in Europe, asnd its presence in South America. *Mycorrhiza* (2016) 26:377-388.
- Miller OK Jr (1964) Monograph of *Chroogomphus* (Gomphidiaceae). *Mycologia*, 56:4, 526-549, DOI: 10.1080/00275514.1964.12018141
- Mueller GM, Bills GF, Foster MS (2004) *Biodiversity Fungi Inventory and Monitoring Methods*. Elsevier Academic Press 513-577
- Montoya L, Bandala VM (1991) Studies on the genus *Phylloporus* in Mexico I. Discussion of the known species and description of a new species and a new record. *Mycotaxon* 41:471–482.
- Mikheyev AS, Mueller UG, Abbot P (2006) Cryptic sex and masny-to-one coevolution in the fungs-growing ant symbiosis. *Proc Natl Acad Sci* 103:10702-10706.
- Neves MA (2007) Toward a revision of the genus *Phylloporus* (Boletaceae): systematics and phylogeny of species from various parts of the world [Doctoral dissertation]. New York: City University of New York Press. 136 p.
- Neves MA, & Halling, RE (2010) Study on species of *Phylloporus* I: Neotropics and North America. *Mycologia*, 102(4), 923–943. <http://doi.org/10.3852/09-215>
- Nuhn ME, Binder M, Taylor AFS, Halling RE, Hibbett DS (2013) Phylogenetic overview of the Boletineae. *Fungal Biology* 117:479–511. doi: 10.1016/j.funbio.2013.04.008
- Ortiz-Santana B, Halling ER (2009) A new species of *Leccinum* (Basidiomycota, Boletes) from Belize. *Brittonia*, 61(2), 2009 172-174.
- Ortiz-Santana BD, Lodge DJ, Baroni TJ, Both EE (2007) Boletes from Belize and the Dominican Republic. *Fungal Diversity* 27:247– 416
- Phillips SJ, Anderson RP, Schapire RE (2006) Maximum entropy modeling of species geographic distributions *Ecological Modelling*, 190:231-259
- Pearson RG, Raxworthy CJ, Nakamura M, Peterson AT (2007) Predicting species distributions from small numbers of occurrence records a test case using cryptic geckos in Madagascar *Journal of Biogeography*. 34:102-117
- Pölme S, Bahram M, Yamanaka T, Nara K, Cheng Dai Y, Grebenc T, Kraigher H, Toivonen M, Wang PH, Matsuda Y, Naadel T, Kennedy PG, Urmas Köljal U, Tedersoo L (2013) Biogeography of ectomycorrhizal fungi associated with alders (*Alnus* spp.) in relation to biotic and abiotic variables at the global scal. *New Phytologist* 198: 1239–1249 doi: 10.1111/nph.1217.
- Robles-García D, Yahia E, García-Jiménez J, Esquivel-Naranjo EU, Landeros F (2016) First ethnomycological record of *Fistulinella wolfeana* as an edible species and some of its nutritional values. *Revista Mexicana de Micología*. 44:31-39.
- Rehner S A, Buckley E (2005) *A. beauveria* phylogeny inferred from nuclear ITS and EF1-a sequences: evidence for cryptic diversification and links to cordyceps teleomorphs. *Mycologia* 97:84-98.
- Smith AH, Thiers HD (1971) *Los Boletus de Michigan*. The University of Michigan Press, Ann Arbor.
- Smith AH, and Thiers HD (1964) *A Contribution Toward a Monograph of North American Species of Suillus*. Ann Arbor Michigan, USA.
- Singer R (1945) The Boletineae of Florida with Notes on Extra limital Species I. The Strobilomycetaceae. *Farlowia* 2: 97-141.
- Singer R (1970) *Strobilomycetacea* (Basidiomycetes. FI.Neotropic. 5, New York. Botanic Garden.
- Singer R (1986) *The Agaricales in Modern Taxonomy*. 4th ed. Koeltz Scientific Book, Koenigstein.
- Singer R, García-Jiménez J, Gómez LD (1990) The Boletineae of Mexico and Central América. I-II. *Nova Hedwigia, Beihefte*. 98:1-72.

- Singer R, García-Jiménez J, Gómez LD (1991) The Boletineae of México and Central America. III. Beih. Nova Hedwigia 102: 1-99.
- Singer R, García-Jiménez, J, Gómez LD (1992) The Boletineae of México and Central America. América IV. Nova Hedwigia, Beihefte 105:1-62.
- Singer R (1945) The Boletineae of Florida with Notes on Extra limital Species I. The Strobilomycetaceae. Farlowia 2: 97-141.
- Singer R (1947) The Boletineae of Florida. The Boletineae of Florida with Notes on Extralimital Species III. American Midland Naturalist 37:1-135.
- Snell WH, & Dick EA (1970) The Boleti of northeastern North America. Germany: J. Cramer. 115 pp.
- Steidinger BS, Crowther TW, Liang J, Van Nuland ME, Werner GDA, Reich PB, Nabuurs GJ, de-Miguel S, Zhou M, Picard N, Herault B, Zhao X, Zhang C, Routh D, GFBI consortium¹⁴ & K. G. Peay (2019) Climatic controls of decomposition drive the global biogeography of forest-tree symbioses. NATURE 569:404-408
- Teng SC (1996) Fungi of China. Ithaca, New York: Mycotaxon Ltd. 586 p.
- Thiers HD (1975) California Mushrooms. A Field Guide to the Boletes. Hafner Press: New York, NY. 261 p.
- Thiers HD (1976) Boletes of the southwestern United States. Mycotaxon 3: 261-273.
- Thiers HD (1965) California boletes Mycologia 57:4. 524-534.
- Thiers HD (1971) California boletes IV. The genus *Leccinum*. Mycologia 53:2. 261-276.
- Valencia-Avalos S, Nixon KC (2004) Encinos pp 219-225. in: Biodiversidad de Oaxaca. García-Mendoza AJ, MJ Ordoñez, M Briones-Salas (eds.). Instituto de Biología, UNAM- Fondo Oaxaqueño para la conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México. 585 p.
- Valencia-AS (1995) Contribución al Conocimiento del Género *Quercus* (Fagaceae) en el Estado de Guerrero, México. Contribuciones del Herbario de la Facultad de Ciencias No. 1, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. pp 25-150.
- Vadthananarat S, Lumyong S, Raspé O (2019) *Cacaoporus*, a new Boletaceae genus, With two new species from Thailand. MycKeys 54: 1-29.
- Vadthananarat S, Amalfi M, Halling ER, Bandala V, Lumyong S, Raspé O (2019) Two new *Erythrophylloporus* species (Boletaceae) from Thailand, with two new combinations of American species. Mycokeys 55: 29-57 (2019).
- Vilgalys R, Hester M (1990) Rapid genetic identification and mapping of enzymatically amplified DNA from several *Cryptococcus* species. Journal of Bacteriology 197: 4238-4246.
- Weber SN, and Smith HA (1985) A Field Guide to Southern Mushrooms. The University of Michigan Press. Pp 67-113.
- Wilson AW, Binder M, Hibbett DS (2012) Diversity and evolution of ectomycorrhizal host associations in the Sclerodermatinae (Boletales, Basidiomycota). New phytol 194:1079-1095
- White TJ, Bruns T, Lee S, Taylor J (1990) Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenies. In: Innis MA, Gelfand DH, Sninsky JJ, White TJ, eds. PCR protocols: a guide to methods and applications. San Diego: Academic Press. 315-322.
- Wolfe CB, (1979) *Austroboletus* and *Tylopilus* subg. *Porphyrellus*, with emphasis on North American taxa. Bibl. Mycol. 69:1 - 148.
- Wu XB, Smeins FE (2000) Multiple-scale habitat modelling approach for rare plant conservation. Landscape and Urban Planning. 51:11-28
- Wu G, Feng B, Xu J, Zhu XT, Li YC, Zeng NK, Hosen MI, Yang ZL (2014). Molecular phylogenetic analyses redefine seven major clades and reveal 25 new generic lineages in the fungal family Boletaceae. Fungal Diversity 69: 93-115.
- Wu G, Yan-Chun L, Xue-Tai Z, Kuan Z, Li-Hong H, Yang-Yang C, Fang L, Jian-Ping X y Zhu LY (2016) One hundred noteworthy boletes from China. Fungal Diversity. 81: 25. doi:10.1007/s13225-016-0375-8.
- Zamora-Martínez MC, González Hernández A, Islas Gutiérrez F, Cortés Barrera EN, López Valdez LI (2013) Distribución Geográfica y Ecológica de 13 especies de Hongos Silvestres Comestibles en Oaxaca. Revista Mexicana de Ciencia Forestal. 5 (21):77-92.
- Zacarías-Eslava Y, Castillo RF (2010) Comunidades vegetales templadas de la sierra Juárez, Oaxaca: pisos altitudinales y sus posibles implicaciones ante el cambio climático. Boletín de la sociedad de botánica de México. 87: 13-28.
- Zhao K, Wu G, Feng B, & Yang LZ (2015) Molecular phylogeny of *Caloboletus* (Boletaceae) and a new species in East Asia. Mycol Progress (2014) 13:1127-1136.

CAPITULO II. *Hemiaustroboletus ad. int.* un género nuevo de la subfamilia *Austroboletoidae* (Boletales, Boletaceae)

Resumen

El presente estudio describe a *Hemiaustroboletus* como género nuevo de la subfamilia *Austroboletoidae*, *Boletaceae*. *Hemiaustroboletus* está respaldado por datos morfológicos y moleculares que utilizan las regiones ITS, LSU y RPB2. El género se caracteriza por basidiomatas pileado-stipitado; píleo vináceo violeta, marrón, marrón rojizo, marrón anaranjado a marrón oscuro; contexto blanquecino, vináceo, o lila, estípite subclavado, cilíndrico. Microscópicamente se caracteriza por basidiosporas marrones ornamentadas, ligeramente verrugosas, agrietadas a perforadas. Dentro del género se describen dos especies, *Hemiaustroboletus vinaceobrunneus* y *H. vinaceus*. Aunque ambas especies se distribuyen en los bosques subtropicales de México, las secuencias de ADN de los comprobantes no identificados de Genbank y las secuencias ambientales muestran que el género está ampliamente distribuido (China, Canadá, Estados Unidos y México). *Hemiaustroboletus vinaceus* es morfológicamente similar a *Austroboletus gracilis*, y se ha confundido con esta especie por su gran parecido. Este estudio presenta la ubicación filogenética y la descripción morfológica detallada y fotografías de ambas especies y sus estructuras microscópicas.

Abstract

The present study describes *Hemiaustroboletus* as a new genus the subfamily *Austroboletoidae*, *Boletaceae*. *Hemiaustroboletus* is supported by morphological and molecular data using ITS, LSU and RPB2 regions. The genus is characterized by pileate-stipitate basidiomatas; purple, brown, reddish-brown, orange-brown to dark brown vinaceous pileus; whitish or lilac to vinaceous context, and subclavate stipe. Microscopically it is characterized by ornamented, slightly verrucose, cracked to perforated brown basidiospores. Two species are described within the genus, *Hemiaustroboletus vinaceobrunneus* and *H. vinaceus*. Although both species are distributed in subtropical forests in Mexico, Genbank unidentified voucher DNA sequences and environmental sequences show that the

genus is widely distributed (China, Canada, United States, and Mexico). *Hemiaustroboletus vinaceus* is morphologically similar to *Austroboletus gracilis* and has therefore been confused with this species. This study presents the phylogenetic placement and detailed morphological description and photographs of both species, and their microscopic structures.

Introducción

La Familia Boletaceae es la mejor representada dentro del orden Boletales, tiene una amplia distribución tanto en zonas templadas como tropicales (Binder and Hibbett 2006). Forma asociaciones ectomicorrízicas con árboles de las familias Betulaceae, Casuarinaceae, Dipterocarpaceae, Ericaceae, Fabaceae, Fagaceae, Mimosaceae, Myrtaceae, Pinaceae y Salicaceae (Tedersoo *et al.* 2010, Wu *et al.* 2016). La familia Boletaceae se reconoce como un grupo muy diverso de linajes con convergencia morfológica. Actualmente se reconocen 89 géneros en la Familia (Wu *et al.* 2014, Wu *et al.* 2016, Chakraborty *et al.* 2018, Parihar *et al.* 2018, Farid *et al.* 2019). La Familia se caracteriza por un basidioma carnoso, pileado-estipitado o hipogeo a subhipogeo, con himenóforo tubular, laminar o gastroide, basidiosporas elípticas, fusoides, subfusoides, ovoides, subglobosas a globosas; lisas a ornamentadas; las ornamentaciones van desde estriadas, alveoladas, equinuladas, filiformes, perforadas y verrucosas (Singer *et al.* 1990, Wu *et al.* 2014, Halling *et al.* 2015, Ayala-Vásquez *et al.* 2018).

Wu *et al.* (2014) propone seis subfamilias para Boletaceae. La subfamilia Austroboletoidae incluye *Austroboletus* (Corner) Wolfe, *Fistulinella* Henn., *Mucilopilus* Wolfe, y *Veloporphyrellus* L.D. Gómez & Singer; teniendo como género tipo a *Austroboletus*. Esta subfamilia se distingue por un basidioma pileado-

estipitado, píleo liso, furfuráceo, tomentoso, seco o víscido, con o sin velo marginal, contexto blanquecino sin cambio de coloración al corte. Himenóforo tubular, blanquecino o rosa con tintes purpuras, inmutable al corte, raramente marrón. Estípite liso, reticulado a escuamuloso, micelio basal blanquecino. Basidiosporas usualmente ornamentadas, perforadas, verrucosas a lisas, gris-violáceo, amarillento, amarillo-marrón, ocráceo en KOH, amarillo-marrón, amarillo-canela a ocráceo en melzer. Pileipellis formado por un tricodermo o ixotricodermo. Trama himenoforal boletoide. Se asocia principalmente con plantas de la familia Fagaceae, Pinaceae en zonas templadas, subtropicales a tropicales. Wu et al. (2014) y Wu et al. (2016) reconocen que el género *Austroboletus* se divide en dos linajes; *Austroboletus* s.s y *Velophorphyrellus*, donde queda *A. gracilis* y *A. aff. gracilis*. Por lo tanto, en este trabajo nosotros nos enfocamos a las especies que están dentro del clado de *Velophorphyrellus* incluyendo toda la información generada de trabajos anteriores, concluyendo que se trata de un género nuevo aquí denominado *Hemiaustroboletus* ad. int.

Materiales y métodos

Para resolver el clado de las especies de *Austroboletus* que están dentro del clado de *Velophorphyrellus*, nos enfocamos en realizar un muestreo exhaustivo de una zona con alta diversidad de boletaceos según García-Jiménez 1999, García-Jiménez et al. 2014. El muestreo incluyó las diferentes zonas biogeográficas de México, (neártico, eje Neovolcánico, neotrópico) realizadas por nuestro grupo de los micólogos durante los últimos 10 años. Este muestreo fue complementado con todas las secuencias disponibles en bases de datos públicas.

Muestreo y estudio morfológico

Las recolectas se realizaron en los estados de Chiapas, Chihuahua, Jalisco y Oaxaca, en seis tipos de vegetación de los bosques templados y subtropicales de México, durante la temporada de lluvia en los meses de junio a octubre del 2010 y 2019. Los caracteres morfológicos se describieron de acuerdo con Largent (1986) y Lodge *et al.* (2004). Se caracterizaron las reacciones químicas con KOH y FeSO₄. Se tomaron fotografías de los basidiomas *in situ*, así como datos de la composición botánica de los sitios. Los colores para la descripción taxonómica se basaron en Kornerup and Wanscher (1978). Los caracteres microscópicos se midieron en microscopio óptico (Carl Zeiss GmbH 37081, Germany); se midieron 30 basidiosporas, basidios, pleurocistidios, queilocistidios, células de pileipellis y stipitipellis. Para las basidiosporas se calculó el índice Q (longitud/ancho). La ornamentación de las basidiosporas se observó mediante microscopía electrónica de barrido (MEB) (Hitachi Su 1510, Hitachi, Japón). Los ejemplares fueron depositados en el Herbario Nacional de México del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (MEXU), en el Herbario del Tecnológico de Ciudad Victoria, Tamaulipas (ITCV) y en el Herbario de Biología de la Universidad de Guadalajara (IBUG).

Extracción de DNA, PCR y secuenciación

Para la extracción del DNA se usaron muestras de basidiomas deshidratados a 48 °C. El DNA se extrajo con el kit DNeasy Power-Soil (QIAGEN). La lisis celular se realizó moliendo en mortero con nitrógeno líquido. Se amplificaron tres marcadores nucleares (ITS, LSU y RPB2) con las enzimas Platinum Taq DNA Polymerase

(Invitrogen-Thermo Fisher Scientific) y Taq & Load PCR Mastermix (MP Biomedicals) en termociclador (BIO-RAD). Los parámetros de la PCR fueron: 95 °C de desnaturalización inicial por 4 min; 35 ciclos: desnaturalización a 94 °C por 60 s, alineamiento 54 °C por 60 s, extensión a 72 °C por 60 s, y una extensión final de 72 °C por 10 min. Para la región ITS se usaron los primers ITS1/ITS4 (White *et al.* 1990); para LSU se usaron los primers LROR/LR5 (Vilgalys and Hester 1990); para el gen parcial RPB2 se usaron RPB2-B-F2/RPB2-B-R (Wu *et al.* 2014). La amplificación se comprobó con electroforesis en gel de agarosa 1%, teñido con GelRed (Biotium) y revelado en transiluminador UVP Multidoc-It (Analytikjena). Solo para los productos de PCR generados con Taq-Platinum se necesitó buffer de carga LB. Los productos de PCR con amplificación exitosa se limpiaron con ExoSAP-IT (Thermo Fisher Scientific) diluido 1:1 con ddH₂O++. La reacción tuvo una proporción de 2 µl del reactivo diluido y 3.5 µl del producto de PCR, y fue incubada a 37 °C por 45 min y 80 °C por 15 min. La reacción de secuenciación y la secuenciación capilar se en el Laboratorio de Secuenciación Genómica de la Biodiversidad y la Salud del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, donde se hicieron secuencias en ambos sentidos para cada muestra usando la química BigDye Terminator v3.1 (Thermo Fisher Scientific).

Análisis filogenéticos

Las secuencias fueron ensambladas y editadas manualmente en el software Geneious prime v.2019.0.4 (Kearse *et al.* 2012). Las secuencias aquí generadas se analizaron en secuencias representantes de las subfamilias Austroboletoidae, Boletoidae y Xerocomoidae del Genbank y de trabajos anteriores; 36 secuencias

de ITS publicadas por (Walker *et al.* (2005, Kikuchi *et al.* 2009, Gao *et al.* 2013, Gelardi *et al.* (2013), Smith *et al.* 2013, Vasco-Palacios *et al.* 2014, Satto and Hattori 2015, Chakraborty *et al.* 2018), 46 secuencias de LSU publicadas por (Drehmel *et al.* 2008, Porter *et al.* 2008, Nuhn *et al.* 2013, Li *et al.* 2014a, Li *et al.* 2014b, Wu *et al.* 2014, Vasco-Palacios *et al.* 2014, Halling *et al.* 2015, Wu *et al.* 2016, Chakraborty *et al.* 2018, Kuo & Ortiz-Santana 2020) y 27 secuencias de RPB2, de diferentes artículos (Binder *et al.* 2010, Wu *et al.* 2014, Satto and Hattori 2015, Wu *et al.* 2016, Davoodian *et al.* 2018, Chakraborty *et al.* (2018), Vadthanarat *et al.* 2019, Khmelnitsky *et al.* 2019) y algunas secuencias del Genkbank sin publicar. Para cada marcador las secuencias se alinearon usando Geneious mediante el algoritmo Maft (Kato *et al.* 2002). El mejor modelo evolutivo se eligió con JModelTest 2 (Darriba *et al.* 2012) usando el software Cipres Science Gateway V. 3.3 (Miller *et al.* 2010).

Las hipótesis filogenéticas fueron construidas con los criterios de Inferencia Bayesiana (BI) y Máxima Verosimilitud (ML). Los análisis de BI se realizaron en GENEIOUS PRIME v.2019.0.4. (Kearse *et al.* 2012) con seis cadenas de Monte Carlo Markov y 10 millones de repeticiones, usando el modelo GTR+ INVGAMMA, los árboles se muestrearon cada 100 generaciones, se descartó los primeros 25% de árboles generados. Los análisis de ML se realizaron en el mismo programa con 1000 repeticiones de bootstrap y GTR+GAMMA+I. Como grupo externo se utilizaron secuencias de las subfamilias *Boletoidae* y *Xerocomoideae*.

Tabla 11 Lista de colecciones usadas para el análisis del ADN, el origen y las claves de acceso del genbank.

Taxon	Voucher	Country	ITS	LSU	RPB2
-------	---------	---------	-----	-----	------

<i>Aureoboletus betula</i>	MICH KUO-10030904	USA	MK601736	MK766298	
<i>Aureoboletus garciae</i>	MEXU:29006	Mexico	MH337251	MT228983	
<i>Austroboletus amazonicus</i>	1839_ AMV	Colombia	KF937307	KF714508	
<i>Austroboletus amazonicus</i>	1914_ AMV	Colombia	KF937308	KF714509	
<i>Austroboletus austrovirens</i>	BRI:AQ0795791	Australia	KP242211	KP242225	KP242133
<i>Austroboletus austrovirens</i>	MEL:2382920a	Australia	KP242284	KP242113	
<i>Austroboletus austrovirens</i>	BRI:AQ0794609	Australia	KP242226	KP242131	
<i>Austroboletus austrovirens</i>	BRI:AQ0794171	Australia	KP242227	KP242133	
<i>Austroboletus eburneus</i>	REH9487	Australia	JX889668		
<i>Austroboletus dictyotus</i>	HKAS59804	China	JX901138		
<i>Austroboletus festivus</i>	AMV1881	Colombia	KT724095		
<i>Austroboletus festivus</i>	FLOR 51599	Brazil	KY888001		
<i>Austroboletus fusisporus</i>	HKAS75207	China	JX889719	JX889720	
<i>Austroboletus fusisporus</i>	JXSB0351	China	MK765810		
<i>Austroboletus gracilis</i>	112-96	USA	DQ534624		
<i>Austroboletus gracilis</i>	TM03_434	Canada	EU522815		
<i>Austroboletus gracilis</i> var. <i>gracilis</i>	CFMR BOS-547	USA	MK601715	MK766277	
<i>Austroboletus gracilis</i> var. <i>flavipes</i>	CFMR BOS-562	USA	MK601714		
<i>Austroboletus gracilis</i>	ACAD11344F	Canada	MH465078		
<i>Austroboletus gracilis</i>	SFC20140823-02	South Korea	MN794901		
<i>Austroboletus gracilis</i>	NAMA 2017-106	USA	MH979242		

<i>Austroboletus gracilis</i>	310751	México	MH167935		
<i>Austroboletus gracilis</i>	CNV35	USA	MT345212		
<i>Austroboletus cf. gracilis</i>	JLF6600	USA	MN174796		
<i>Austroboletus lacunosus</i>	REH9146	Australia		JX889669	
<i>Austroboletus lacunosus</i>	MEL2233764	Australia		KC552056	
<i>Austroboletus mucosus</i>	TH6300	Guyana		AY612798	
<i>Austroboletus mutabilis</i>	BRI:AQ0795793	Australia:	KP242169	KP242263	KP242098
<i>Austroboletus mutabilis</i>	BRI:AQ0669270	Australia		KP242266	KP242097
<i>Austroboletus mutabilis</i>	BRI:AQ0796266	Australia		KP242262	KP242099
<i>Austroboletus neotropicalis</i>	NY181457	Costa Rica			
<i>Austroboletus niveus</i>	312	New Zealand		DQ534622	
<i>Austroboletus niveus</i>	MEL2053830	Australia	KC552016	KC552058	
<i>Austroboletus novae-zelandiae</i>	PDD:72542	New Zealand	HM060327		
<i>Austroboletus rarus</i>	BRI:AQ0794045	Australia	KP242197	KP242236	KP242086
<i>Austroboletus rustropii</i>	TH8189	Guyana	JN168683		
<i>Austroboletus sp</i>	BRI:AQ0794156	Australia		KP242235	KP242115
<i>Austroboletus sp</i>	BRI:AQ0794222	Australia		KP242234	KP242106
<i>Austroboletus sp</i>	BRI:AQ0794271	Australia		KP242259	KP242102
<i>Austroboletus sp</i>	HKAS 57756	China		KF112383	KF112764
<i>Austroboletus sp</i>	HKAS 59624	China		KF112485	KF112765
<i>Austroboletus sp</i>	HKAS 74743	China		KT990527	KT990367
<i>Austroboletus sp</i>	PERTH6658407	Australia		KP242277	KP242126

<i>Austroboletus</i> sp	BRI:AQ0794242	Australia		KP242087
<i>Austroboletus</i> sp	OR0891	Thailand		MH614753
<i>Austroboletus</i> sp	OTAFUNNZ2013434	New Zealand		KP191670
<i>Austroboletus Subflavidus</i>	JBSD130771	Dominica n Republic	MT580902	MT590754
<i>Austroboletus Subflavidus</i>	JBSD130772	Dominica n Republic	MT580903	MT590755
<i>Austroboletus Subflavidus</i>	CFMR BZ-3178	Belize	MK601716	MK766278
<i>Austroboletus Subvirens</i>	KPM-NC-0017836	Japan	JN378518	
<i>Austroboletus Viscidoviridis</i>	Perth 7588682	Australia	KP242282	KP242128
<i>Boletellus indistinctus</i>	HKAS77623	China	KT990531	KT990371
<i>Boletellus</i> sp	HKAS80554			KT990374
<i>Boletus harrisonii</i>	MICH:KUO-09071204	USA	MK601718	MK766280
<i>Boletus</i> sp.	dd08055	China	FJ810161	
<i>Boletus</i> sp.	MHM165	Mexico	EU569243	
<i>Boletales</i> sp.	B0229	Canada	KY825985	
<i>Fistulinella campinaranae</i> var. <i>scrobiculata</i>	AMV1980	Colombia	KF714520	
<i>Fistulinella Gloeocarpa</i>	JBSD130769	Dominica n Republic	MT580906	MT590756
<i>Fistulinella Gloeocarpa</i>	CFMR:B4	The Bahamas	MT580904	
<i>Fistulinella Gloeocarpa</i>	CFMR:B10	The Bahamas	MT580905	
<i>Fistulinella Prunicolor</i>	REH9502	Australia	JX889648	MG212630

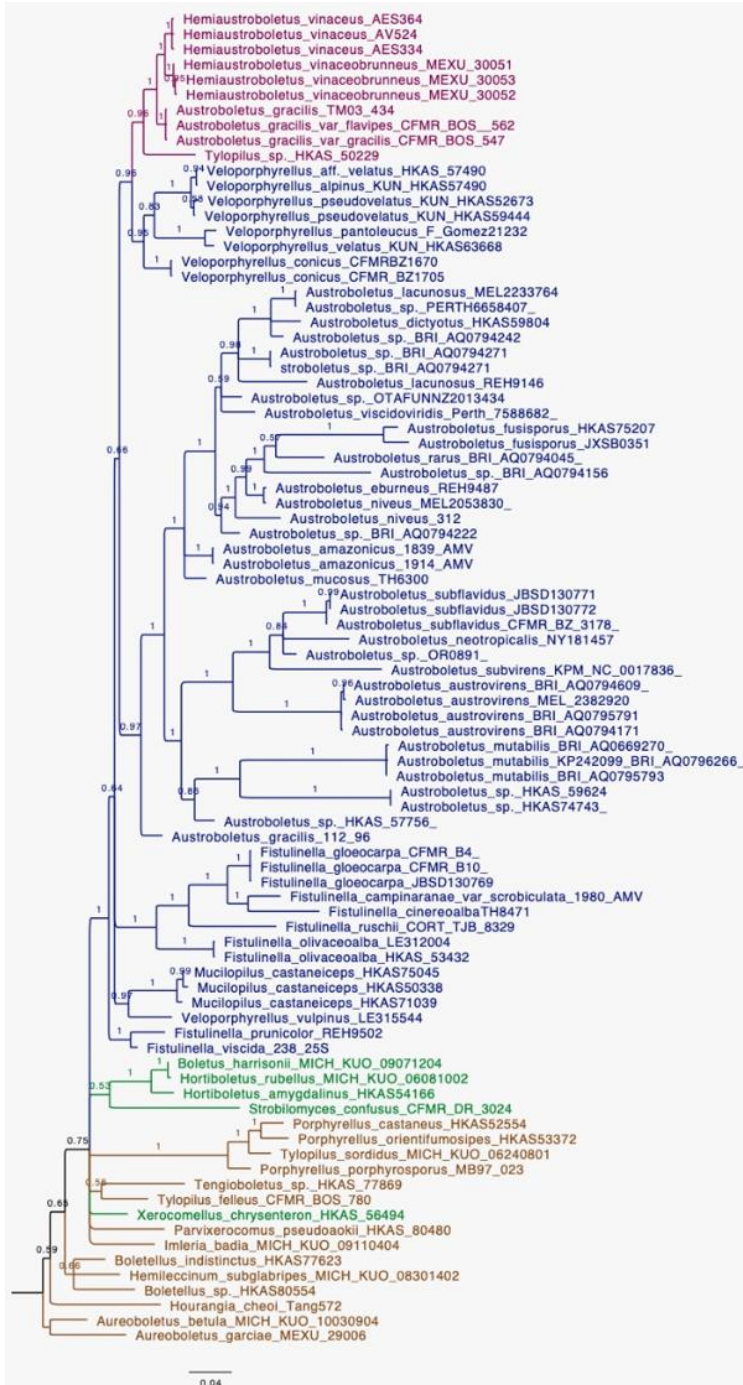
<i>Fistulinella Olivaceoalba</i>	HKAS 53432	Vietnam	MH745969		
<i>Fistulinella Olivaceoalba</i>	LE312004	Vietnam	MH718396		
<i>Fistulinella ruschii</i>	CORT:TJB-8329	USA	MT580907		
<i>Fistulinella viscida</i>	238 25S	New Zealand	AF456826		
<i>Fistulinella cinereoalba</i>	TH8471	Guyana	KT339237	GQ477439	
<i>Hemiaustroboletus vinaceobrunneus</i>	MEXU_30051, Holotype	Mexico	MN178797	MN200222	MT887617
<i>Hemiaustroboletus vinaceobrunneus</i>	MEXU_30052 Isotype	Mexico	MN178798	MN200223	MT887618
<i>Hemiaustroboletus vinaceobrunneus</i>	MEXU_30053 Isotype	Mexico	MN178799		MT887619
<i>Hemiaustroboletus Vinaceus</i>	AV524 Paratype	Mexico	MN178802	MN200225	MT887622
<i>Hemiaustroboletus Vinaceus</i>	AES334 Holotype	Mexico	MN178800	MN200224	MT887620
<i>Hemiaustroboletus Vinaceus</i>	AES364 Isotype	Mexico	MN178801		MT887621
<i>Hemileccinum subglabripes</i>	MICH KUO-08301402	USA		MK601739	MK766301
<i>Hortiboletus rubellus</i>	MICH:KUO-06081002	USA		MK601741	MK766303
<i>Hortiboletus amygdalinus</i>	HKAS54166	China		KT990581	KT990416
<i>Hourangia cheoi</i>	Tang572	China		KP136953	KP136985
<i>Imleria badia</i>	MICH:KUO-09110404	USA		MK601743	MK766305
<i>Mucilopilus castaneiceps</i>	HKAS 75045	China		KF112382	KF112735
<i>Mucilopilus castaneiceps</i>	HKAS50338	China		KT990555	KT990391
<i>Mucilopilus castaneiceps</i>	HKAS71039	China		KT990547	KT990385
<i>Parvixerocomus pseudoaokii</i>	HKAS 80480	China		KP658468	KP658470
<i>Porphyrellus castaneus</i>	HKAS52554	China		KT990697	KT990502

<i>Porphyrellus porphyrosporus</i>	MB97-023	Germany	DQ534643	GU187800
<i>Porphyrellus orientifumosipes</i>	HKAS53372	China	KT990629	KT990461
<i>Tengioboletus sp.</i>	HKAS 77869	China	KT990658	KT990483
<i>Strobilomyces confusus</i>	CFMR:DR-3024	Dominica n Republic	MK601809	MK766365
<i>Tylophilus felleus</i>	CFMR:BOS-780	USA	MK601814	MK766370
<i>Porphyrellus sordidus</i>	MICH:KUO-06240801		MK601815	MK766371
<i>Tylophilus sp</i>	HKAS 50229	China	KF112423	KF112734
<i>Uncultured mycorrhizal</i>	BOLETE1	USA	AY656925	
<i>Uncultured mycorrhizal</i>	clon N_1	South Korea	AB571507	
<i>Uncultured Boletus</i>	isolate: YM490	Japan	LC175482	
<i>Uncultured Boletus</i>	Clon ZE2	China	GU391428	
<i>Veloporphyrillus Alpinus</i>	KUN:HKAS68301	China	JX984537	
<i>Veloporphyrillus pseudovelatus</i>	KUN:HKAS59444	China	JX984542	
<i>Veloporphyrillus pseudovelatus</i>	KUN:HKAS52244	China	JX984531	
<i>Veloporphyrillus conicus</i>	CFMR:BZ1670	Belize	JX984543	
<i>Veloporphyrillus conicus</i>	CFMR:BZ1705	Belize	JX984544	
<i>Veloporphyrillus pantoleucus</i>	F:Gomez21232	Costa Rica	JX984548	
<i>Veloporphyrillus Velatus</i>	KUN: HKAS63668	China	JX984546	
<i>Veloporphyrillus aff. Velatus</i>	HKAS 57490	China	KF112380	KF112733
<i>Veloporphyrillus vulpinus</i>	LE315544	Viet Nam	MN511170	

Resultados

Se recolectaron 606 ejemplares de Boletales y caracterizaron 409 ejemplares de los cuales ocho materiales pertenecen al nuevo género *Hemiaustroboletus*. Tres materiales correspondieron a *H. vinaceus*, tres a *H. vinaceobrunneus*; se secuenciaron los tres marcadores del material tipo de *H. vinaceus* (AES334-IBUG), un isotipo (AES364-IBUG) y un paratipo (AV524-ITCV, MEXU-30103). De *H. vinaceobrunneus* se secuenciaron los tres marcadores del ejemplar tipo (AV868-ITCV, MEXU-30051) y de un isotipo (AV845-ITCV, MEXU-30052), de un segundo isotipo solo se secuenciaron los marcadores ITS y RPB2 (AV1168-ITCV, MEXU-30053).

Se presenta el árbol filogenético concatenado con dos marcadores LSU y RPB2 con probabilidad posterior bayesiana donde se muestra que el género *Hemiaustroboletus* ad. int. es un grupo monofilético bien soportado perteneciente a la Subfamilia *Austroboletoidae* de manera consistente en todos los análisis realizados LSU-RPB2: probabilidad posterior bayesiano BPP = 1 (Figura 96) y su distribución (anexo 4). Con buenos niveles de soporte y caracteres diagnósticos macroscópicos describimos las siguientes dos especies. *Hemiaustroboletus vinaceus* ad. int. (LSU-RPB2: BPP=1) y *H. vinaceobrunneus* ad. int. (LSU-RPB2: BPP=1). Dentro del género, además, se integraron secuencias ambientales o materiales voucher depositadas en GenBank principalmente con el gen ITS.



Hemiaustroboletus

Austroboletoidae

Boletoidae

Xerocomoideae

Figura 96. Análisis filogenético de *Austroboletoidae* basado en un análisis de inferencia Bayesiana de RPB2, se muestran los valores de probabilidad posterior > 0,70. *Hemiaustroboletus* gen. nov. clado es de color vino; los colores de fondo corresponden a subfamilias. Como grupo externo se usó la subfamilia *Boletoidae* y *Xerocomoideae*.

Taxonomía

Hemiaustroboletus ad.int. Ayala-Vásquez, García-Jiménez, Garibay-Orijel

Genbank: MN178797

Etimología. Del latín *hemi* "casi o medio" *Austroboletus* el epíteto genérico se refiere a las afinidades morfológicas con el género.

Diagnosis. Basidioma pileado-estipitado, epigeo. Píleo vináceo rojizo, marrón-violáceo, violeta oscuro, marrón rojizo, marrón anaranjado, marrón, superficie seca, subtomentosa, finamente escamosa a areolada. Himenóforo tubular, blanquecino, rosa-purpúreo, lila, magenta-grisáceo, marrón-violeta, poros circulares a angulares. Contexto blanquecino, rojo pálido. Estípite subclavado, superficie tomentosa, fibrílosa longitudinalmente, micelio basal blanquecino. Basidiosporas ornamentadas, ligeramente verrucosas, agrietadas a perforadas, fusoides, elípticas a subfusoides. Pleurocistidios fusoides-ventricosos, clavados. Queilocistidios clavados, esferopedunculados, subfusoides. Pileipellis formado por un tricoderma con células terminales cistidiodes, cilíndricos, fusoides, ventricoso-rostrados, con o sin incrustaciones en la pared. Stipitipellis con caulocistidios fusoides, cilíndricos a subclavados y caulobasidios tetrasporicos. Se distribuye en bosques templados y subtropicales.

Tipo genérico. *Hemiaustroboletus vinaceobrunneus* ad. int.

Distribución. Canadá, China, Estados Unidos y México.

Nota. El género *Hemiaustroboletus* difiere del *Austroboletus* por el basidioma más pequeño, estípite con superficie furfurácea, tomentosa a longitudinalmente fibrilosa.

Mientras que *Austroboletus* tiene basidiomas con estípites reticulado-alveolado o con un ligero retículo en la superficie del ápice con en el caso de *A. gracilis*.

Hemiaustroboletus vinaceobrunneus ad. int. Ayala-Vásquez, García-Jiménez, Garibay-Orijel

GenBank: MN178797

Figuras 97,98

,101

Etimología. El nombre hace referencia al color del píleo, del latín "*vinosus*" vináceo cuando joven y "*brunneus*" marrón en la madurez.

Holotipo. MEXICO. Estado Oaxaca, Municipio Santa Catarina Ixtepeji, Comunidad La cumbre, Paraje Peña Prieta 17° 11' 11.34" N, 96° 38' 00.0" W, 2800 m, 19 julio 2017, Ayala-Vásquez (AV868-ITCV, MEXU-30051).

Diagnosis. Píleo de color púrpura rojizo, marrón rojizo, marrón anaranjado a marrón oscuro. Himenóforo adherido, tubular, poros redondos a subangulares de color crema a blanquecino cuando joven, rosa a rojo blanquecino en la madurez. Contexto blanquecino a rojo pálido sin cambio de coloración al corte. Estípites subclavados, superficie tomentosa, fribilosa longitudinalmente. Micelio basal blanquecino. Al aplicar KOH en el contexto y el himenóforo se torna violeta pálido, el estípites marrón pálido. Al aplicar NH₄OH el píleo se torna marrón-violeta, himenóforo y contexto de color anaranjado pálido, estípites blanquecino-violeta. Basidiosporas 10–15 (–20) × 4–5 (–7) µm, con una ornamentación muy superficial, ligeramente verrucosas a agrietadas, fusoides, elípticas a subfusoides de color marrón anaranjado en KOH. Pleurocistidios ventricoso-rostrados, fusoides. Queilocistidios clavados con uno a dos septos a esferopedunculados, algunos con ápice mamilados. Pileipellis formado

por un tricodermo con células terminales, cistidioides, cilíndricos, fusoides, ventricoso-rostrados, algunos lanceolados, con incrustaciones en la pared. Stipitipellis formado por caulocistidios fusoides, cilíndricos a subclavados septados, hialinos.

Descripción. **Píleo** de 36–40 mm de diámetro, convexo a plano-convexo, de color vináceo rojizo (13B6) cuando joven, marrón anaranjado (7C8), marrón rojizo (8D8-8E8) a marrón oscuro (7F8) con algunos tonos rubí (12E8) en la madurez, superficie seca, algo subtomentosa cuando joven, rivulosa a areolada en la madurez asomando la carne color blanquecina, margen decurvado. **Himenóforo** ligeramente depresado a subadherido, poros de 1–1.2 mm de diámetro, circulares a subangulares de color blanquecino cuando joven, rosa a rojo blanquecino (11A3-11A2) en la madurez, tubos de 6 mm de longitud, concoloro a los poros, no se mancha al corte, tubos desprendibles del contexto. **Contexto** del píleo de 4–8 mm de grosor de color blanquecino, con algunos tonos de color vináceo en el borde del píleo y en ápice del estípite en la madurez, inmutable al corte; contexto del estípite compacto, blanquecino, sin cambio de coloración al corte. **Estípite** de 65 × 8 mm, subclaviforme de color vináceo rojizo (13B6), marrón anaranjado (7C8) a marrón (7D8-7E8) en el ápice y parte de la base, en la zona media de color anaranjado (6B8) a anaranjado-marrón (6C8), resto de la base blanquecina, superficie furfurácea, fibrilosa longitudinalmente. Micelio blanquecino. Reacciones químicas. Al aplicar KOH el píleo presenta una reacción negativa, el contexto y el himenóforo ligeramente violeta pálido (16A2) y el estípite marrón pálido (6D4). Al aplicar NH₄OH

el píleo se torna marrón-violeta (11F8-11F7), el himenóforo y contexto de color anaranjado pálido (5A2), estípite violeta pálido (16A2).

Basidiosporas de 10–15 (–20) × 4–5 (–7) µm, (n=30, L=12.7, A=5.1 Q=2.4) elipsoides a subfusoides, con una ornamentación muy superficial, ligeramente verrucosa a agrietada, marrón-anaranjada en KOH, inamiloide. **Basidios** de 30–33(49) × 9–11(12) µm, clavados, hialinos en KOH, amarillo pálido en Melzer, con contenido granuloso, tetrásporicos. **Pleurocistidios** de 31–45 × 8–11 µm, ventricoso-rostrados, fusoides, algunos mamilados, hialinos en KOH, amarillento en Melzer con paredes gruesas de 1–1.5 µm. Queilocistidios de 42–70(86) × 9–15(17) µm, clavados con septos (1–2), esferopedunculados, algunos con ápice mamilados, hialinos en KOH, amarillentos en Melzer, pared gruesa de 1–1.5 µm. Trama himenial boletoide con hifas tubulosas de 3–15 µm de diámetro, con pared gelatinosa algunas con paredes lisas hialinas a amarillentas en KOH y Melzer. **Pileipellis** formado por un tricotermo con células terminales de (22–)35–75(105) × 8–14 (21) µm, cilíndricos, a subclavados, hialinos en KOH, amarillento en Melzer, embebido en una sustancia gelatinosa con contenido visible en Melzer, pared gruesa de 1–1.5 µm. **Stipitipellis** formado por caulocistidios de 20–64(140) × 6–14(16) µm, fusoides, cilíndricos a esferopedunculados con uno a dos septos hialinos en KOH amarillento con contenido visible en Melzer. Caulobasidios de 25–30 × 7–8 µm tetrásporicos, concoloros con los caulocistidios.

Distribución y hábitat. MEXICO. Estado Oaxaca. Municipio Santa Catarina Ixtepeji. La Cumbre. Solitario. Elev. 2800–3000 m, bosque mixto (*Abies*

guatemalensis, *Pinus pseudostrobus* y *Quercus laurina*), probablemente asociado *Quercus laurina*.

Material adicional examinado. Estado Oaxaca, Santa Catarina Ixtepeji, Paraje: este de las cabañas de la Cumbre, 17° 11' 30.93" N, 96° 38' 18.63" W, 2903 m, 18 julio 2017, Ayala-Vásquez, (AV845-ITCV, MEXU-30052) (isotipo); Ixtlán de Juárez, Santa Catarina Ixtepeji, Paraje: Cabeza de Vaca, La Cumbre Ixtepeji, 17° 11' 10.94" N, 96° 38' 28.25" W, 3038 m, Ayala-Vásquez, 18 julio 2017 (AV1121-ITCV), Santa Catarina Ixtepeji, Paraje: Cabeza de Vaca, La Cumbre Ixtepeji, 17° 11' 10.94" N, 96° 38' 28.25" W, 3038 m, Ayala-Vásquez, 15 agosto 2018, (AV1168-ITCV, MEXU-30053, isotipo).

Nota. *Hemiaustroboletus vinaceobrunneus* ad. int. difiere de *H. vinaceus* ad. int. por el contexto con tonos vinaceos sobre todo en la madurez, el color blanquecino, rosa a rojo pálido del himenóforo, el himenóforo se desprende facilmente del contexto, estípites de color anaranjado-marrón. Basidiosporas 10–15 (–20) × 4–5 (–7) µm, finamente verrucosas a agrietadas, queilocistidios clavados a esferopedunculados, stipitipellis con caulocistidios fusoides, cilíndricos a esferopedunculados con un septo, mientras que *H. vinaceus* tiene basidiosporas más cortas de 10–14.4 × 4–8 µm, queilocistidios cilíndricos a subclavados, stipitipellis formado por caulocistidios fusoides o clavados. En campo se puede confundir con *Gyroporus purpurinus* por los colores y el tamaño del basidioma, pero al corte *G. purpurinus* tiene hueco el estípites, mientras que *H. vinaceobrunneus* tiene el contexto compacto.



Figura 97. *Hemiaustroboletus vinaceobrunneus*. a, c basidioma (AV868-ITCV - MEXU-30052 holotipo). b, d píleo (MEXU-50053-, isotipo, MEXU-30051-ITCV), e himenóforo (MEXU-30052-ITCV, holotipo). f, g contexto (MEXU-30052- ITCV, holotipo) Escala:10 mm.

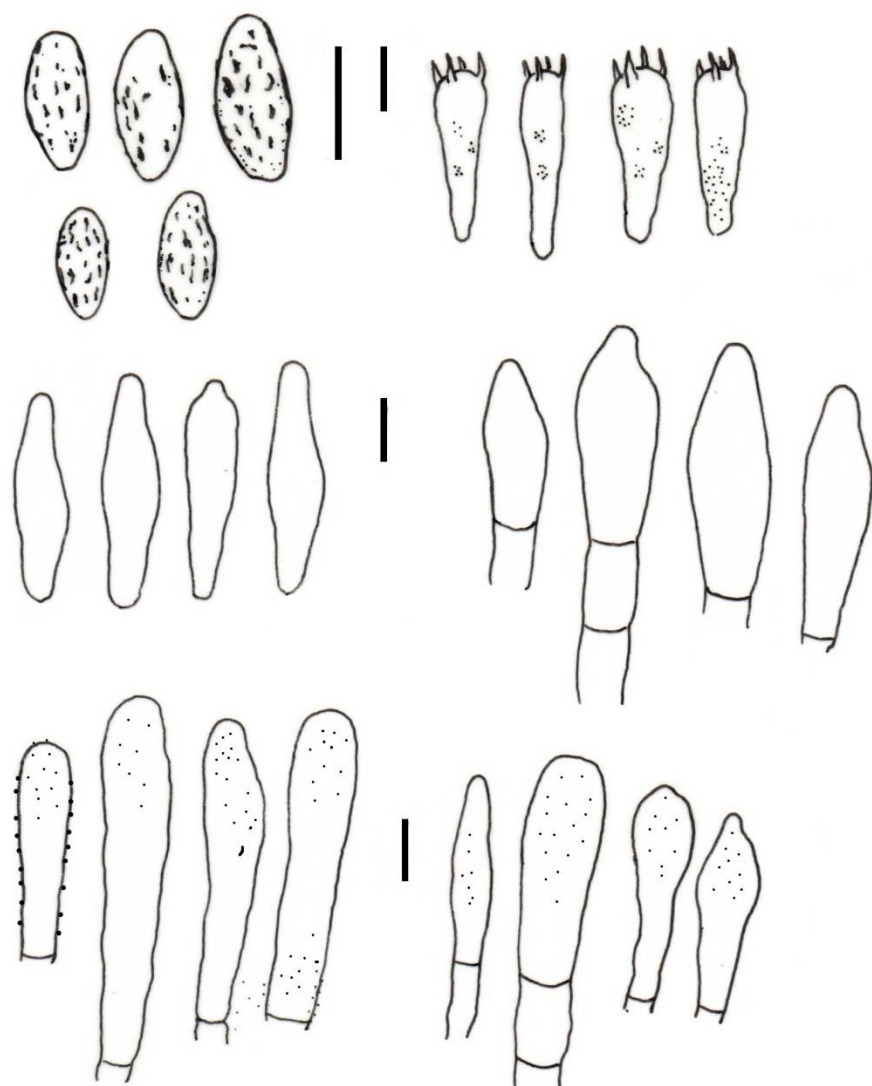


Figura 98. *Hemiaustroboletus vinaceobrunneus* (AV868-ITCV, MEXU-30051, holotipo) a basidia b pleurocystidia c cheilocystidia. d stipitipellis. e caulobasidia. f pileipellis. Escala: = 10 μ m.

Hemiastroboletus vinaceus ad. int. Ayala-Vásquez, Saldivar-Sánchez, García-Jiménez.

Figura 99-101

GenBank: MN178800. **Holotipo.** MEXICO. Estado de Jalisco, Municipio de Tequila, Volcán de Tequila, Km 11 entre 12 km carretera a la estación de las antenas, 20° 48' 35.59" N, 103° 51' 46.75" W, 2144 m, 18 agosto 2017, ÁE. Saldívar (AES334-UbG).

Etimología. El nombre hace referencia al color del píleo del latín "*vinosus*" *vinaceus*.

Diagnosis. Píleo violeta oscuro, marrón-violeta, marrón-anaranjado, con tonos marrón oscuro, superficie seca, finamente escamosa por agrietamiento, areolada en el centro. Himenóforo adherido, tubular, poros angulares, rosa-purpúreo, lila, rubí-grisáceo a violeta-marrón. Contexto blanquecino sin cambio de coloración al corte. Estípite subclavado, superficie tomentosa, fribrilosa longitudinalmente, micelio basal blanquecino. Basidiosporas 9–13 × 4–5 µm µm, perforadas, ápice redondeado a subagudo, con depresión suprahilar. Pleurocistidios fusiforme-ventricosos, algo lanceolados, pared delgada. Queilocistidios cilíndricos a subclavados. Pileipellis formado por un tricotermo con elementos terminales cilíndricos de ápice subagudo algunos subfusoides, de pared delgada. Stipitipellis subclaviformes a claviformes con contenido visible en melzer.

Descripción. Píleo 40-70 mm de diámetro, plano-convexo de color violeta oscuro (16F6-16F4), marrón-violeta (11F5-11F8), marrón-anaranjado (5E7), con tonos marrón oscuro (6F5-6F8) más claro hacia el margen, borde entero, recto, ligeramente apendiculado, superficie seca, finamente escamosa por agrietamiento, ligeramente areolada en el centro. **Himenóforo** adherido, ligeramente depresso, poros de 0.5–2 mm de diámetro, subangulares a angulares, rosa-purpúreo

(14A4), lila (14B4-14C4), magenta-grisáceo (14C4-14D4), rubí-grisáceo (12C4-12D4), invariable al tocar, tubos de 7-10 mm de longitud, concoloro a los poros, invariable al corte. **Contexto** de 7–12 mm de grosor, compacto blanquecino, con ligeros tonos de color marrón-amarillento cerca del epicutis, invariable. **Estípites** de 62–77 × 8–9 mm, central, cilíndrico, ensanchado hacia la base, superficie con estrías longitudinales, de color blanquecino en el ápice, marrón-amarillento (5D5-5E5) con tonos anaranjado-marrón (5C5) en la zona media, base con tonos amarillentos (5B6) a blanquecino; contexto compacto, blanquecino, invariable. Micelio basal blanquecino. Olor agradable. Sabor ligeramente ácido. **Reacciones químicas.** Al aplicar KOH en el píleo se torna café-rojizo, himenóforo café castaño, contexto ligeramente rosa, estípites café-amarillento. Al aplicar NH₄OH superficie del píleo anaranjado con tonos violeta, himenóforo amarillo, contexto amarillo pálido, estípites rojo-anaranjado.

Basidiosporas de 9–13(–14.4) × 4–5 (–8) µm, (n=30, L=12.3, A=4.8, Q=2.2) subfusiformes a elípticas, ligeramente rugosas o punteadas, ápice redondeado a subagudo, con depresión suprahilar, amarillentas. **Basidios** de 27-34 × 7-15.2 µm, claviformes, bispóricos, tetrasporicos, con esterigmas de 2-4 × 0.5-1 µm, con paredes delgadas, hialino en KOH, amarillo en solución Melzer. **Pleurocistidios** de 28-50 × 6.4-11 µm, fusoide-ventricosos, algo lanceolado con un contenido muy fino, hialino en KOH, amarillo en Melzer, con paredes de 0.5 µ. **Queilocistidios** de 25-61 × 6.4-11 µm, subclavado-mamilados, hialinos en KOH, amarillo en solución Melzer, con paredes de 0.5 µm. Trama himenial. bilateral divergente, formado por hifas tubulosas centrales y laterales de 2-6 µm, con septos sin fíbulas, hialinos en

KOH, amarillo en solución Melzer, paredes delgadas. **Pileipellis** formado por un tricoderma de $32-92 \times 5-11 \mu\text{m}$, cilíndricas a claviformes, paredes de $0.8 \mu\text{m}$, hialinos en KOH, amarillo en Melzer. **Stipitipellis** formado por caulocistidios de $29-95 \times 14-17(19) \mu\text{m}$, subclaviformes a claviformes, paredes de $0.8 \mu\text{m}$, con contenido muy fino visible en Melzer, hialinos en KOH, amarillo en Melzer.

Distribución y hábitat. MEXICO, Sierra madre Oriental, Sierra madre del Sur, 1970-2110 m, bosque de *Pinus-Quercus* y bosque de *Quercus*, asociado a *Q. liebmanii*.

Material adicional examinado. MEXICO: Estado Jalisco, Municipio de Tequila, Volcán de Tequila, Km 11-12 del camino a las antenas, $20^{\circ} 48' 14.77''$ N, $103^{\circ} 51' 37.51''$ W, 2144 m.s.l, 18 septiembre 2019, AE. Saldívar (AE364-UBUG) Isotipo. MEXICO, Estado Oaxaca. Municipio San Antonio de la Cal, Paraje al sur de las Peñas, $17^{\circ} 01' 11.45''$ N, $96^{\circ} 40' 33.76''$ W, 2160 m, 4 octubre 2014, Ayala-Vásquez (AV524 ITCV-ENCB, MEXU-30103) Paratipo.

Nota Taxonomica. *Hemiaustroboletus vinaceus* ad. int. difiere de *H. vinaceobrunneus* ad. int. por el píleo de color violeta oscuro, himenóforo lila a violeta, estípites amarillo en la zona basal, ápice blanquecino. Basidiosporas cortas de $9-13(-14.4) \times 4-5 (-8) \mu\text{m}$, perforadas, stipitipellis con caulocistidios fusoides, clavados, pileipellis cilíndricos con pared delgada mientras que *H. vinaceobrunneus* tiene un tricoderma con incrustaciones. *Hemiaustroboletus vinaceus* ad. int. se confunde fácilmente con *Austroboletus gracilis* por sus características macroscópicas y la ornamentación de las basidiosporas, pero *A. gracilis* difiere por tener un retículo

total o parcial en la superficie del estípite, basidiosporas mas largas $10-16 \times 5-5.7$ μm , al igual que los cistidios.



Figura 99. *Hemiaustroboletus vinaceus*. a-b basidioma (AES334-IBUG, holotipo). b- c himenóforo (AES334-IBUG, holotipo). d context del contexto (AES334-IBUG, holotipo). e superficie del píleo. Escala:10 mm.

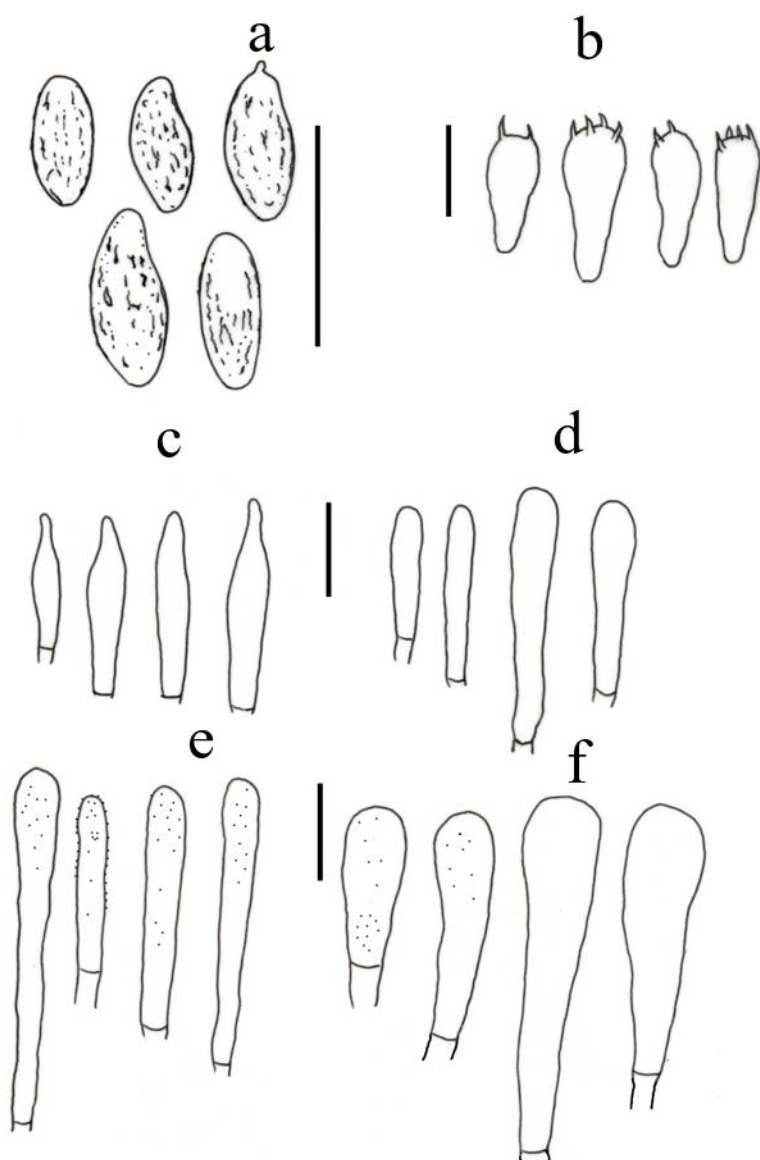


Figura 100 Estructuras microscópicas de *Hemiaustroboletus vinaceus* (MEXU-30103) a basidiosporas. b basidios. c pleurocistidios. d queilocistidios. e pileipellis. f stipitipellis (AES334-UbG) Isotipo. escala:10 μ m.

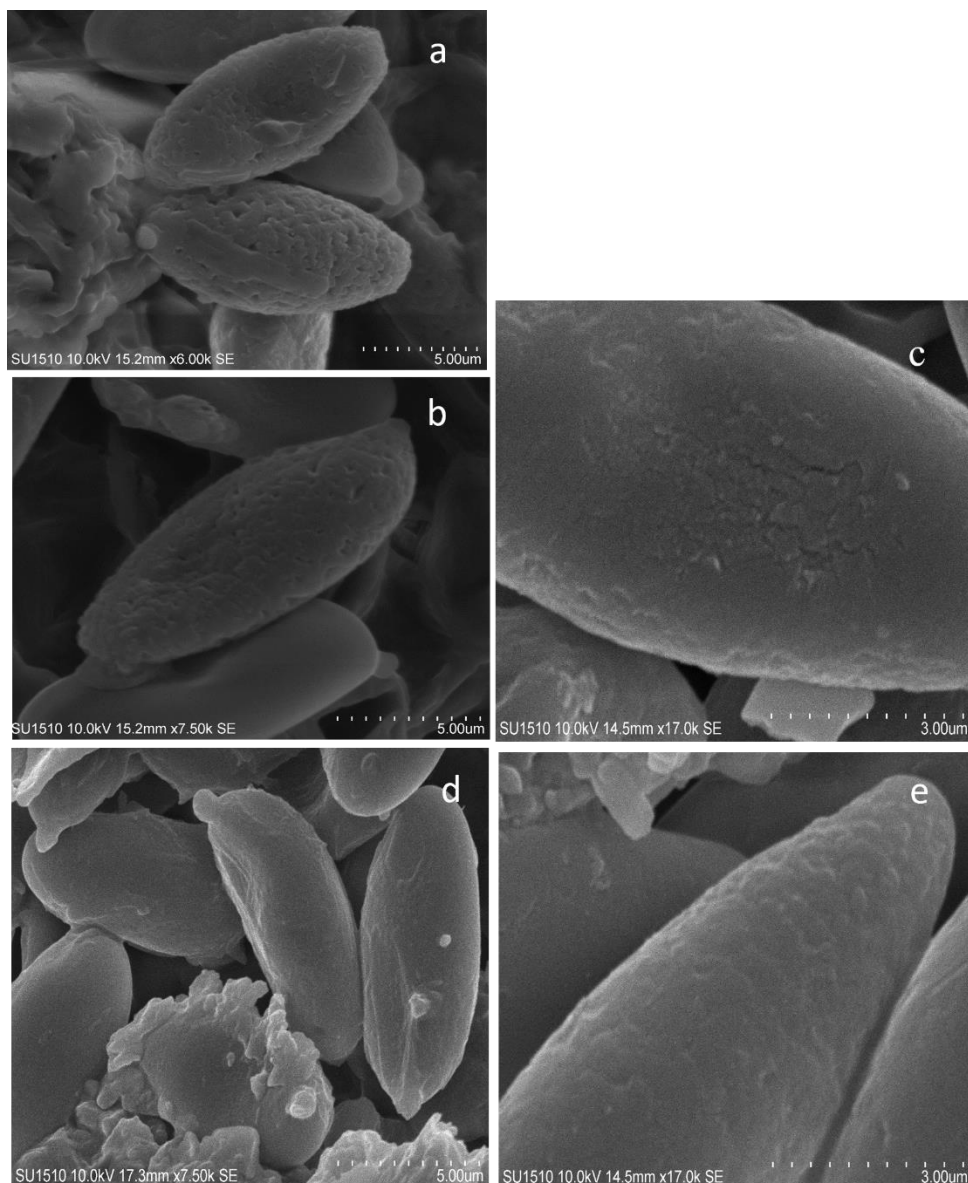


Figura 101. a-b basidiosporas de *Hemiaustroboletus vinaceus* vistas al MEB (MEXU-30103, Paratipo). c-e *H. vinaceobrunneus* al MEB. (AV868-ITCV, MEXU-50053, Holotipo).

Discusión y conclusión

Aplicando las pautas para el establecimiento de nuevos géneros propuestas por Vellinga et al. (2015), el nuevo género *Hemiaustroboletus* es un grupo monofilético respaldado por datos morfológicos y análisis filogenéticos con suficiente apoyo estadístico (LSU-RPB2 BPP = 1 / Figuras 1). El género pertenece a la subfamilia

Austroboletoidae dentro de Boletaceae. En análisis filogenéticos previos de la familia Boletaceae Wu et al. (2014) reconocen 5 clados (30-34) para la subfamilia *Austroboletoidae* mientras que Wu et al. (2016) reconocen 6 clados (32-37). En nuestros análisis, *Hemiaustroboletus* pertenece a la subfamilia *Austroboletoidae* con un soporte 1 con probabilidad posterior bayesiana, y resuelve la parafilia de *Austroboletus* presentada por Wu et al (2014), Wu et al. (2016), Kuo y Ortiz-Santana (2020) Gelardi et al. (2020) en sus análisis filogenéticos.

Hasta ahora, *Hemiaustroboletus* está integrado por dos nuevas especies: *H. vinaceobrunneus* y *H. vinaceus* y con dos clados más; el clado de muestras descritas como *Austroboletus gracilis* son basidiomas identificados como *Austroboletus gracilis* (EU522815) (Porter et al.2008), *A. gracilis* var. *gracilis* (MK601715), *A. gracilis* var. *flavipes* (MK601714) (Kuo & Ortiz-Santana 2020) y el último clado compuesto por una secuencia de *Tylopilus* sp (HKAS50229) (figura 96). El árbol de ITS (anexo 4) nos muestra la distribución del género. *Hemiaustroboletus* se distribuye principalmente en bosques templados y subtropicales formando asociaciones ectomicorrízicas con Fagaceae principalmente con *Quercus*. Porter et al. (2008) describe que "*Austroboletus gracilis*" (*Hemiaustroboletus* sp., EU522815) se asocia a árboles de hojas anchas en la Reserva Científica Koffler, Ontario, Walker et al. (2005) menciona que *Hemiaustroboletus* sp., (AY656925) se asocia con *Quercus* en el bosque montañoso de *Quercus* en las montañas Apalaches. *Hemiaustroboletus vinaceus* está asociado con *Quercus liebmanii* y *Quercus* sp. en bosque de *Quercus* y bosque mixto al oeste y sureste de México en los estados de Jalisco y Oaxaca, mientras que *H. vinaceobrunneus* probablemente esté asociado

con *Q. laurina* en bosque mixto de coníferas (*Abies guatemalensis*, *Pinus pseudostrobus*, *Quercus laurina*), al sureste de México.

Hemiaustroboletus difiere morfológicamente de *Austroboletus* por un basidioma de color marrón púrpura, marrón púrpura, marrón rojizo, marrón anaranjado, estípote superficial tomentosa y fibrilosa longitudinalmente, basidiosporas ligeramente verrugosas a perforadas, fusoides, elípticas a subfusoides. En contraste, *Austroboletus* tiene un margen de píleo que cubre el himenio en basidiomas jóvenes, estipe claramente reticulado, basidiosporas alargadas amigdaliformes, ornamentadas con verrugas, crestas reticuladas o perforaciones poco profundas, pileipellis formado por un tricotermo o ixotricotermo compuesto por hifas de filamentosas, a veces fuertemente entrelazadas, gelatinosas. *Austroboletus gracilis* comparte algunos caracteres con *Hemiaustroboletus*, principalmente con *A. vinaceus*, pero se diferencia por el ápice del estípote reticulado, el color marrón oscuro, el tamaño de las esporas que miden de 10-19-4-7 (-9) el tamaño de cystidia sensu (Wolfe 1979).

La variación morfológica de *Austroboletus gracilis* se ha descrito en diferentes variedades. Wolfe (1979) describió *A. gracilis* var. *gracilis* (Peck) Wolfe, que se diferencia por basidiosporas más cortas que las de *A. gracilis* s.s, también describe *A. gracilis* var. *laevipes*, que se diferencian por el estipe liso. Bessette et al. (2000) describieron dos variedades más, *A. gracilis* var. *pulcherripes* Both & Bessette, que se diferencia por los basidiomas de color marrón oscuro, principalmente el estipe, y

A. gracilis var. *flavipes* T.J. Baroni f, Halling & Both, diferenciándose del resto de variedades por los basidiomas de color marrón amarillento.

El análisis filogenético muestra que las variedades *Austroboletus gracilis* var. *gracilis* (CFMR BOS-547), *A. gracilis* var. *flavipes* (CFMR BOS-562) y la secuencia descrita como *A. gracilis* (TM03 434) pertenecen al género *Hemiaustroboletus*, mientras que *Tylopilus* sp (HKAS 53590) está mal identificado, pertenece al género *Hemiaustroboletus* con un soporte de 0.95 PPB (Figura 1).

Los análisis morfológicos y filogenético (figura 96, anexo 4) apoyan a *Hemiaustroboletus* como un nuevo género en la subfamilia *Austroboletoidae*, tiene una amplia distribución en bosques templados y subtropicales en América del Norte y Asia, y está asociado con la familia Fagaceae.

Referencias

- Ayala-Vásquez O, Valenzuela R, Aguirre-Acosta E, Raymundo T, García-Jiménez J (2018) Species of Boletaceae (Boletales, Basidiomycota) with ornamented spores from temperate forests at the state of Oaxaca, Mexico. *Studies in Fungi* 3:271–292. <https://doi.org/10.5943/sif/3/1/28>
- Bessette A, Roody WC, Bessette AR (2017) North American boletes: a color guide to the flesh and pored mushrooms. Syracuse University Press, New York. pp 20–420.
- Binder M, Hibbett DS (2006) Molecular systematics and biological diversification of Boletales. *Mycologia* 98: 971–983. <https://doi.org/10.1080/15572536.2006.11832626>
- Binder M, Larsson KH, Matheny PB, Hibbett DS (2010) Amylocorticiales ord. nov. and Jaapiales ord. nov.: Early diverging clades of agaricomycetidae dominated by corticioidae forms. *Mycologia* 102:865–880. doi:10.3852/09-288 pmid:20648753
- Chakraborty D, Vizzini A, Das K (2018) Two new species and one new record of the genus *Tylopilus* (Boletaceae) from Indian Himalaya with morphological details and phylogenetic estimations. *MycoKeys* 33:103–124. <https://doi.org/10.3897/mycokeys.33.23703>

- Darriba D, Taboada GL, Doallo R, Posada D (2012) “jModelTest 2: more models, new heuristics and parallel computing”. *Nature Methods* 9: 772-772.
- Davoodian N, Bergemann SE, Hosaka K Raspé O, Bougher NL, Fechner NA, Henkel TW, Gelardi M, Soyong K, Naseer A, Ortiz-Santana B, Baroni TJ, Nagasawa E, Smith ME, Halling RE (2018) A global view of *Gyroporus*: molecular phylogenetics, diversity patterns, and new species. *Mycologia* 110: 985–995. <https://doi.org/10.1080/00275514.2018.1511339>
- Drehmel D, James T, Vilgalys R (2008) Molecular phylogeny and biodiversity of the boletes. *Fungi* 1(4): 17–23. https://www.fungimag.com/winter-08-articles/6_Dennis.pdf
- Farid A, Gelardi M, Angelini C, Franck A, Costanzo F, Kaminsky L, Ercole E, Baroni T, White A, Smith EJG, Matthew, Vizzini A (2018) *Phylloporus* and *Phylloboletellus* are no longer alone: *Phylloporopsis* gen. nov. (Boletaceae), a new smooth-spored lamellate genus to accommodate the American species *Phylloporus boletinoides*. *Fungal Systematics and Evolution* 2: 341–359. doi: 10.3114/fuse.2018.02.10
- Gao C, Shi NN, Liu YX, Peay KG, Zheng Y, Ding Q, Mi XC, Ma KP, Wubet T, Buscot F, Guo LD (2013) Host plant genus-level diversity is the best predictor of ectomycorrhizal fungal diversity in a Chinese subtropical forest. *Molecular Ecology* 22: 3403–3414. <https://doi.org/10.1111/mec.12297>
- García-Jiménez J (1999) Estudio sobre la taxonomía, ecología y distribución de algunos hongos de la Familia Boletaceae (Basidiomycetes, Agaricales) de México. Tesis maestría, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares.
- García-Jiménez J, Singer R, Estrada E, Garza-Ocañas F, Valenzuela R (2013) Dos especies nuevas del género *Boletus* (Boletales: Agaricomycetes) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84:152–62. <https://doi.org/10.7550/rmb.31988>.
- Gelardi M, Vizzini A, Ercole E, Voyron SWG, Liu XZ (2013) *Strobilomyces Echinocephalus* Sp. Nov. (Boletales) from South-Western China, and a key to the genus *Strobilomyces* Worldwide. *Mycological Progress* 12:575-588, <https://doi.org/10.1007/s11557-012-0865-3>
- Gelardi M, Angelini C, Costanzo F, Ercole E, Ortiz-Santana B, Vizzini A (2020): Outstanding Pinkish Brown-Spored Neotropical Boletes: *Austroboletus subflavidus* and *Fistulinella gloeocarpa* (Boletaceae, Boletales) from the Dominican Republic, *Mycobiology*, <https://doi.org/10.1080/12298093.2020.1843221>
- Halling R, Fechner N, Nuhn M, Osmundson T, Soyong K, Arora D, Binder M, Hibbett D (2015) Evolutionary relationships of *Heimioporus* and *Boletellus* (Boletales) with an emphasis on Australian taxa including new species and new combinations in *Aureoboletus*, *Hemileccinum* and *Xerocomus*. *Australian Systematic Botany* 28: 1–22. <https://doi.org/10.1071/SB14049>
- Katoh K, Misawa K, Kuma K, Miyata T (2002) MAFFT: a novel method for rapid multiple sequence alignment based on fast Fourier transform. *Nucleic Acids Research* 30: 3059–3066. <https://doi.org/10.1093/nar/gkf436>

- Kearse M, Moir R, Wilson A, Stones-Havas S, Cheung M, Sturrock S, Buxton S, Cooper A, Markowitz S, Duran C, Thierer T, Ashton B, Meintjes P, Drummond A (2012) Geneious Basic: an integrated and extendable desktop software platform for the organization and analysis of sequence data. *Bioinformatics* 28: 1647–1649. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/bts199>
- Khmelnitsky O, Davoodian N, Singh P, Raspé O, Lee MLS, Fechner N, Bonito G, Lebel T, Halling ER (2019) *Ionosporus*: a new genus for *Boletus longipes* (Boletaceae), with a new species, *I. australis*, from Australia. *Mycological Progress* 18:439–451 <https://doi.org/10.1007/s11557-018-01463-1>
- Kikuchi K, Matsushita N, & Suzuki K (2009) Fruit body formation of *Tylopilus castaneiceps* in pure culture. *Mycoscience* 50:313–316. doi:10.1007/s10267-009-0481-5
- Kornerup A, Wanscher JH (1978) *Methuen and book of color*, 31d ed. Eyre Methuen Ltd. London 1–227.
- Kuo M, Ortiz-Santana B (2020) Revision of leccinoid fungi, with emphasis on North American taxa, based on molecular and morphological data. *Mycologia* 112:197–211. doi:10.1080/00275514.2019.1685351
- Largent DL (1986) *How to identify mushrooms to genus I: macroscopic features*. I, 2nd edn. Mad River Press Inc., Eureka 1–166.
- Li YC, Ortiz-Santana B, Zeng NK, Yang BFZL (2014a) Molecular phylogeny and taxonomy of the genus *Veloporphyrillus*. *Mycologia* 106:291–306. DOI: 10.3852/106.2.291
- Li YC, Li F, Zeng NK, Cui YY, Yang ZL (2014b) A new genus *Pseudoaustroboletus* (Boletaceae, Boletales) from Asia as inferred from molecular and morphological data. *Mycological Progress* 13:1207–1216 doi 10.1007/s11557-014-1011-1
- Lodge DJ, Ammirati JF, O'Dell TE, Müller G (2004) Collecting and describing macrofungi. In: Muller, G., Bills, G., Foster, M. (Eds.), *Biodiversity of fungi inventory and monitoring methods*. California: Elsevier Academic Press 128–158. https://www.fpl.fs.fed.us/documnts/pdf2004/fpl_2004_lodge001.pdf
- Magnago AC, Neves MA, Silveira RMB (2017) *Fistulinella ruschii*, sp. nov., and a new record of *Fistulinella campinaranae* var. *scrobiculata* for the Atlantic Forest, Brazil, *Mycologia*, 109:1003-1013, doi: 10.1080/00275514.2018.1431503
- Miller MA, Pfeiffer W, Schwartz T (2010) Creating the CIPRES Science Gateway for inference of large phylogenetic trees. In: *Proceedings of the Gateway Computing Environments Workshop (GCE)*, 14 November 2010, New Orleans, LA: 1–8.
- Nuhn ME, Binder M, Taylor AFS, Halling RE, Hibbett DS (2013) Phylogenetic overview of the Boletineae. *Fungal Biology* 117:479–511. doi: 10.1016/j.funbio.2013.04.008
- Parihar A, Hembrom EM, Vizzini A, Das K (2018) *Indoporus shoreae* gen. et sp. nov. (Boletaceae) from tropical India. *Cryptogamie, Mycologie* 39: 447–466. <https://doi.org/10.7872/crym/v39.iss4.2018.447>

- Porter TM, Skillman JE, Moncalvo JM (2008) Fruiting body and soil rDNA sampling detects complementary assemblage of Agaricomycotina (Basidiomycota, Fungi) in a hemlock-dominated forest plot in southern Ontario. *Molecular Ecology* 17:3037–3050. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2008.03813.x>
- Ronquist F, Teslenko M, Van der Mark P, Ayres DL, Darling A, Höhna S, Larget B, Liu L, Suchard MA, Huelsenbeck JP (2012) MrBayes 3.2: efficient Bayesian phylogenetic inference and model choice across a large model space. *Systematic Biology* 61: 539–542. <https://doi.org/10.1093/sysbio/sys029>
- Sato H, Hattori T (2015) New Species of *Boletellus* Section *Boletellus* (Boletaceae, Boletales) from Japan, *B. aurocontextus* Sp. Nov. and *B. areolatus* Sp. Nov. *PLOS ONE* 10: e0128184. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0128184>
- Sato H, Hattori T, Lee SS, Murakami N (2011) Two species of *Strobilomyces* (Boletaceae, Boletales), *S. seminudus* and *S. hongoi* sp. nov. from Japan. *Mycologia*, 103:598–609. <https://doi.org/10.3852/10-182>
- Singer R, García J, Gómez LD (1990) The Boletineae of Mexico and Central America. I-II. *Nova Hedwigia*, Beihefte 98:1–72.
- Smith ME, Henkel TW, Uehling JK, Fremier AK, Clarke HD (2013) The Ectomycorrhizal Fungal Community in a Neotropical Forest Dominated by the Endemic *Dipterocarp Pakaraimaea* Dipterocarpaceae. *PLOS ONE* 8:e55160. doi: 10.1371/journal.pone.0055160
- Stamatakis A (2014) RAxML version 8: A tool for Phylogenetic Analysis and Post-Analysis of Large Phylogenies. *Bioinformatics* 30: 1312–1313. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btu033>
- Tedersoo L, May TW, Smith ME (2010) Ectomycorrhizal lifestyle in fungi: global diversity, distribution, and evolution of phylogenetic lineages. *Mycorrhiza* 20:217–263. <https://doi.org/10.1007/s00572-009-0274-x>
- Vadthanarat S, Lumyong S, Raspé O (2019) *Cacaoporus*, a new Boletaceae genus, with two new species from Thailand. *MycoKeys* 54: 1–29. <https://doi.org/10.3897/mycokeys.54.35018>
- Vasco-Palacios AM, López-Quintero C, Franco-Molano AE, Boekhout T (2014) *Austroboletus amazonicus* sp. nov. and *Fistulinella campinaranae* var. *scrobiculata*, two commonly occurring boletes from a forest dominated by *Pseudomonotes tropenbosii* (Dipterocarpaceae) in Colombian Amazonia. *Mycologia* 106:1004–1014. <https://doi.org/10.3852/13-324>
- Vellinga EC, Kuyper TW, Ammirati J, Desjardin DE, Halling RE, Justo A, Læssøe T, Lebel T, Lodge DJ, Matheny PB, Methven AS, Moreau PA, Mueller GM, Noordeloos ME, Nuytinck J, Ovrebo CL, Verbeken A, 2015. Six simple guidelines for introducing new genera of fungi. *IMA fungus* 6: 65–68. <https://doi.org/10.1007/BF03449356>

- Vilgalys R, Hester M (1990) Rapid genetic identification and mapping of enzymatically amplified ribosomal DNA from several *Cryptococcus* species. *J Bacteriol* 172:4238–4246. DOI: 10.1128/jb.172.8.4238-4246.1990
- Walker JF, Miller OK, Horton JL (2005) Hyperdiversity of ectomycorrhizal fungus assemblages on oak seedlings in mixed forests in the Southern Appalachian Mountains. *Molecular Ecology* 14:829–838. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2005.02455.x>
- White TJ, Bruns T, Lee S, Taylor J (1990) Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenies. In: Innis MA, Gelfand DH, Sninsky JJ, White TJ, eds. *PCR protocols: a guide to methods and applications*. San Diego: Academic Press. 315–322.
- Wolfe Jr CB (1979) *Austroboletus* and *Tylopilus* subgenus *Porphyrellus* with emphasis on North American taxa. *J Cramer, Bibliotheca mycological*, 1–69.
- Wu G, Feng B; Xu J, Zhu XT; Li YC; Zeng NK; Hosen MI; Yang ZL (2014) Molecular phylogenetic analyses re-define seven major clades and reveal 22 new generic clades in the fungal family Boletaceae. *Fungal Diversity* 69:93–115. <http://dx.doi.org/10.1007/s13225-014-0283-8>
- Wu G, Li YC, Zhu XT, Zhao K, Han LH, Cui YY, Li F, Xu JP, Yang ZL (2016) One hundred noteworthy boletes from China. *Fungal Diversity* 81:25–188. <http://dx.doi.org/doi:10.1007/s13225-016-0375-8>

DISCUSIÓN GENERAL

Diversidad de Boletales por Familia y Género

La familia Boletaceae es la más abundante con 29 géneros, seguido por Sclerodermataceae con dos géneros, Boletiniaceae, Calostomataceae, Diplocistidiaceae, Gomphidiaceae, Gyroporaceae, Hygrophoropsidaceae y Suillaceae con un género (Figura 102). En la figura 103 se muestran la abundancia de géneros; *Aureoboletus* y *Suillus* con ocho especies, *Leccinum* y *Tylopilus* con siete especies, *Boletellus* con cinco especies, *Scleroderma* y *Xerocomus* con cuatro especies, *Gyroporus*, *Strobilomyces* con tres especies, los géneros *Boletus*, *Calostoma*, *Erytrophylloporus*, *Hemiaustroboletus*, *Pulchroboletus*, *Porphyrellus*, *Phylloporus*, *Retiboletus* y *Xanthoconium* con dos especies y el resto de los géneros

con una sola especie. En la tabla 12 se muestra la importancia de los Boletales y los hospederos de cada especie.

Los resultados obtenidos en este trabajo coinciden con las especies comestibles reportadas por Garcia y Castillo (1981) del estado de Nuevo León, en cuando a la riqueza específica de la vegetación, varia ellos reportan que el bosque de *Pinus-Quercus* tiene mayor riqueza con 36 especies, seguida por el bosque de *Quercus* con 12 especies, mientras que en este trabajo el bosque con mayor riqueza fue el de bosque de *Quercus-Pinus* con 40 especies, coincidimos que el bosque de *Quercus* ocupa el segundo lugar con 35 especies.

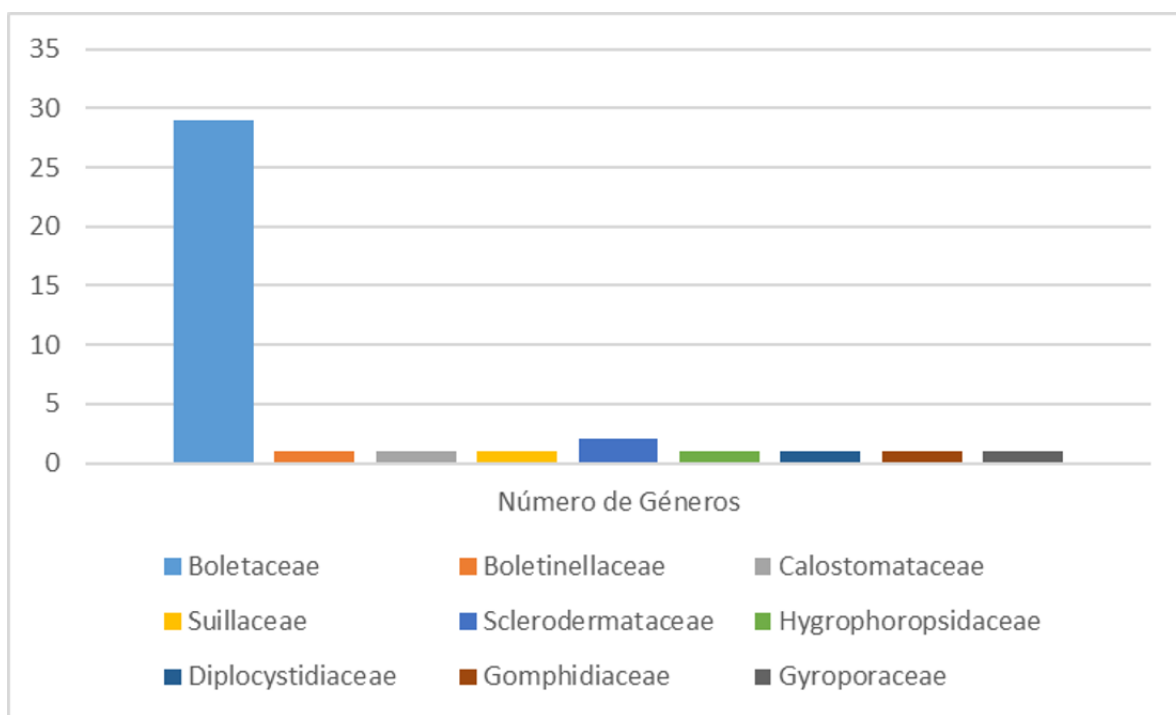


Figura 102. Abundancia de familias de Boletales distribuidos en seis vegetaciones de la SNO.

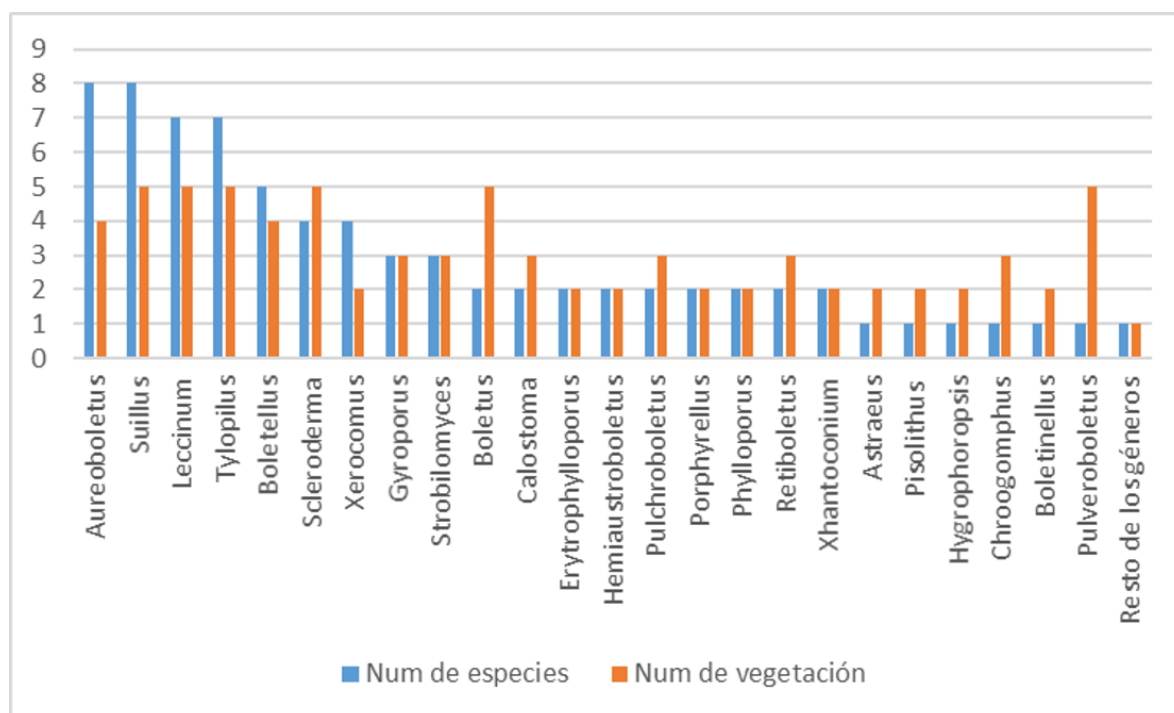


Figura 103. Géneros más abundantes de Boletales en seis tipos de vegetación de la Sierra Norte de Oaxaca.

Tabla 12. Boletales de la Sierra Norte de Oaxaca, su distribución en seis tipos de vegetación y su importancia.

FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	HOSPEDE-RO	VEGETACIÓN	IMPORTA-NCIA
Boletaceae	<i>Aureoboletus</i>	<i>auriporus</i>	<i>Quercus</i>	BQP	C, E
		<i>garciae</i>	<i>Quercus</i>	BQ, BMM	
		<i>betula</i>	<i>Quercus</i>	BQ	C, E
		<i>innixus</i>	<i>Quercus</i>	BQ, BPQ	E
		<i>projectellus</i>	<i>Pinus</i>	BPQ	C, E
		<i>roxanae</i>	<i>Quercus</i>	BMM	C, E
		<i>russellii</i>	<i>Quercus</i>	BQ, BMM, BQP, BPQ	C, E
	<i>Boletellus</i>	<i>Aureoboletus sp</i>	<i>Quercus</i>	BQP	E
		<i>ananiceps</i>	<i>Quercus</i>	BMM	E
		<i>coccineus</i>	<i>Quercus</i>	BQ, BMM	C, E
		<i>chrysenteroides</i>	<i>Quercus</i>	BPQ, BQ	E
		<i>pseudochrysenteroides</i>	<i>Quercus</i>	BQ	E
	<i>Boletus</i>	<i>Boletellus sp</i>	<i>Quercus</i>	BQ, BMM	E
		<i>smithii</i>	<i>Abies</i>	BMC	C, E
		<i>variipes</i>	<i>Quercus</i> , <i>Pinus</i>	BMC, QP, BQ, BMM, BQP	C, E
	<i>Baorangia</i>	<i>baorangia sp</i>	<i>Quercus</i>	BQ	E
	<i>Butyriboletus</i>	<i>frostii</i>	<i>Quercus</i>	BMM,	C, E
	<i>Cacaoporus</i>	<i>mexicanus</i> Ad. prov.	<i>Quercus</i>	BQ	E
	<i>Cyanoboletus</i>	<i>abieticola</i> Ad. prov.	<i>Abies</i> , <i>Quercus</i>	BMC BMM	E
	<i>Chalciporus</i>	<i>rubinellus</i>	<i>Pinus</i>	BPQ	E

	<i>Erytrophylloporus</i>	<i>Chalciporus aurantiacus</i>	<i>Pinus</i> <i>Quercus</i>	BPQ BPQ	E E
	<i>Fistulinella</i>	<i>fagicola</i> <i>wolfeana</i>	<i>Quercus</i> , <i>Pinus</i>	BQP BQP	E C, E
	<i>Harrya</i> <i>Hemiaustroboletus</i>	<i>hromipes</i> <i>vinaceobrunneus</i>	<i>Quercus</i> "Quercus"	BQ, BMM, BMC BMC, BPQ	C, E E
	<i>Hemioporus</i>	<i>vinaceus</i>	<i>Quercus</i>	BQ	C, E
	<i>Hortiboletus</i>	<i>ivoryi</i>	<i>Quercus</i>	BQ	E
	<i>Imleria</i>	<i>hortiboletus</i> sp	<i>Quercus</i>	BQ	E
	<i>Lanmaoa</i>	<i>badia</i>	<i>Abies</i>	BMC	E
	<i>Leccinum</i>	sp	<i>Quercus</i>	BQP	E
		<i>insigne</i>	<i>Actostaphylos</i>	BQ	E
		<i>aff manzanitae</i>	<i>Actostaphylos</i>	BQ	E
		<i>rugosiceps</i>	<i>Quercus</i> , <i>Camarostaphyllum</i>	BQ, BQP, BPQ, BMM, BMC	C, E
		<i>talamancae</i>	<i>Quercus</i>	BMM	E
		<i>Leccinum</i> sp1	<i>Quercus</i>	BQP, BPQ	E
		<i>Leccinum</i> sp2	<i>Quercus</i>	BQP	E
	<i>Leccinellum</i>	<i>albellum</i>	<i>Quercus</i>	BQ, BQP, BPQ, BMM,	C, E
	<i>Porphyrellus</i>	<i>pacificus</i>	<i>Abies</i>	BMC	E
		<i>porphyrosporus</i>	<i>Abies</i>	BMC, BP	E
	<i>Pulveroboletus</i>	<i>ravenelii</i>	<i>Quercus</i>	BMM, BQ, BQP, BPQ	E
	<i>Pulchroboletus</i>	<i>sclerotiorum</i>	<i>Abies</i>	BMC	E
		<i>Pulchroboletus</i> sp1	<i>Quercus</i>	BQ, BMM	E
	<i>Phylloporus</i>	<i>centroamericanus</i>	<i>Quercus</i>	BQ	E
		<i>bellus</i>	<i>Quercus</i>	BMM	E
	<i>Retiboletus</i>	<i>ornatipes</i>	<i>Quercus</i>	BQP, BPQ	E
		<i>retiboletus</i> sp	<i>Quercus</i>	BQ	E
	<i>Tylopilus</i>	<i>aff rubrobrunneus</i>	<i>Quercus</i>	BMM	E
		<i>aff minor</i>	<i>Quercus</i>	BMM, BQ	E
		<i>tabacinus</i>	<i>Quercus</i>	BQP	C, E
		<i>Tylopilus</i> sp2	<i>Quercus</i>	BQ	E
		<i>Tylopilus</i> sp3	<i>Quercus</i>	BQP	E
		<i>Tylopilus</i> sp4	<i>Quercus</i>	BQP, BPQ	E
		<i>Tylopilus</i> sp5	<i>Quercus</i>	BQ	E
	<i>Sutorius</i>	<i>eximius</i>	<i>Quercus</i>	BMM	C, E
	<i>Strobilomyces</i>	<i>confusus</i>	<i>Quercus</i>	BQP, BPQ	C, E
		<i>oaxacanus</i> Ad. int.	<i>Quercus</i>	BQ,	C, E
		<i>Strobilomyces</i> sp	<i>Quercus</i>	BQP	E
	<i>Xanthoconium</i>	<i>affine</i>	<i>Quercus</i>	BQ	C, E
		<i>separans</i>	<i>Quercus</i>	BQP	E
	<i>Xerocomus</i>	<i>tenax</i>	<i>Quercus</i>	BPQ	E
		<i>illudens</i>	<i>Quercus</i>	BQ	C, E
		<i>Xerocomus</i> sp1	<i>Quercus</i> , <i>Pinus</i>	BPQ	C, E
		<i>Xerocomus</i> sp2	<i>Quercus</i> , <i>Pinus</i>	BPQ	C, E
	<i>Xerocomellus</i>	<i>truncatus</i>	<i>Quercus</i>	BMC	C, E
Boletinellaceae	<i>Boletinellus</i>	<i>monticola</i>	<i>Alnus</i>	BMM, BQ	E
Calostomataceae	<i>Calostoma</i>	<i>cinnabarinum</i>	<i>Quercus</i>	BMM	C, E
		<i>calostoma</i> sp	<i>Quercus</i>	BPQ	C, E
Diplocystidiaceae	<i>Astreus</i>	<i>smithii</i>	<i>Quercus</i>	BQP	E
Sclerodermata	<i>Scleroderma</i>	<i>hypogaeum</i>		BQP	E

Ceae		<i>aff. polyrrizum</i>		BQP, BPQ	E
		<i>aff. citrinum</i>		BPQ	E
		<i>texense</i>		BPQ	E
Gomphidiaceae	<i>Phisolitus</i>	<i>arhizus</i>		BMM, BQ	E
	<i>Chroogomphus</i>	<i>jamaicensis</i>	<i>Abies, Pinus</i>	BMC, BQP, BP	C, E
Gyroporaceae	Gyroporus	<i>castaneus</i>	<i>Quercus</i>	BMM, BQ	E
		<i>Gyroporus</i> sp1	<i>Quercus</i>	BQ	E
Hygrophoropsidaceae	<i>Hygrophoropsis</i>	<i>Gyroporus</i> sp2	<i>Quercus</i>	BPQ	E
		<i>aurantiaca</i>	<i>Pinus</i>	BMC, BP	C, E
Suillaceae	<i>Suillus</i>	<i>americanus</i>	<i>Pinus</i>	BMC	C, E
		<i>cothurnatus</i>	<i>Pinus</i>	BBC, BPQ, BQP	C, E
		<i>granulatus</i>	<i>Pinus</i>	BP, BMC, BMM	C, E
		<i>aff hirtellus</i>	<i>Pinus</i>	BMM	E
		<i>spraguei</i>	<i>Pinus</i>	BPQ, BQP	C, E
		<i>pseudobrevipes</i>	<i>Pinus</i>		C, E
		<i>tomentosus</i>	<i>Pinus</i>	BMM, BQP, BPQ, BP	C, E
		<i>Suillus</i> sp	<i>Pinus</i>	BMM	E

Diversidad de especies de Boletales

La Sierra Norte de Oaxaca cuenta con una gran diversidad de Boletales debido a la compleja topografía y orografía compleja, por lo tanto, alberga una biota diversa (García-Mendoza *et al.* 2004, Meave *et al.* 2017). De acuerdo con la revisión de literatura para el estado de Oaxaca, este trabajo presenta un número elevado de especies de Boletales reportadas en comparación con trabajos previos (Figura 104). La mayor aportación fue hecha por Ayala-Vásquez, 2016, reportó 60 especies de la familia Boletaceae asociada a bosques de *Quercus*. El resultado de esta tesis muestra que el estado de Oaxaca tiene una gran diversidad de Boletales (Figura 105), sobre todo si se compara con el estado de Tamaulipas que ha sido estudiado por 35 años, así lo menciona, García-Jiménez (2014).

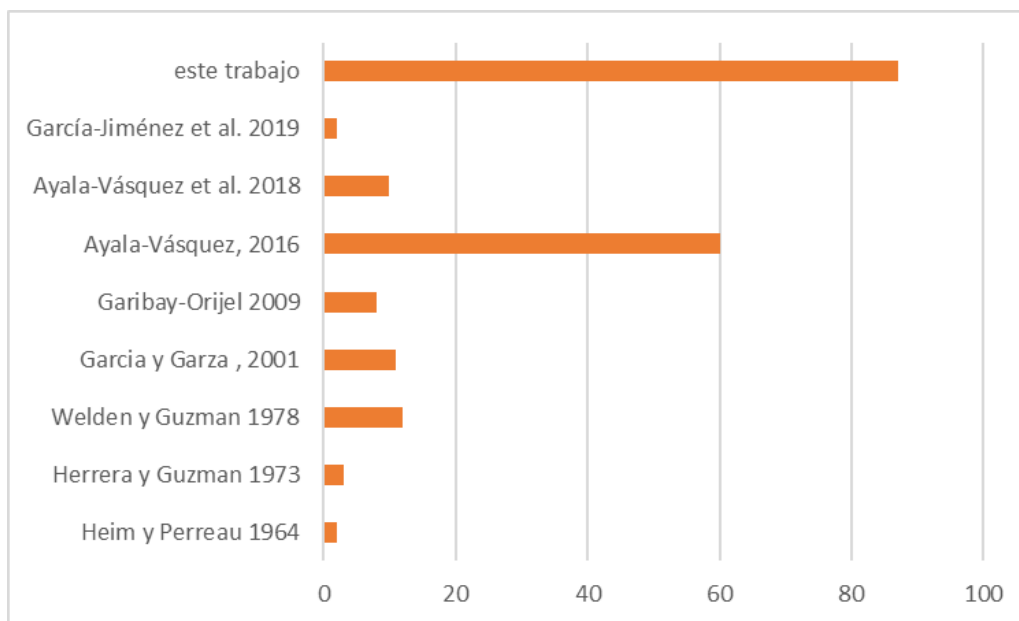


Figura 104. Especies de Boletales citadas en trabajos previos.

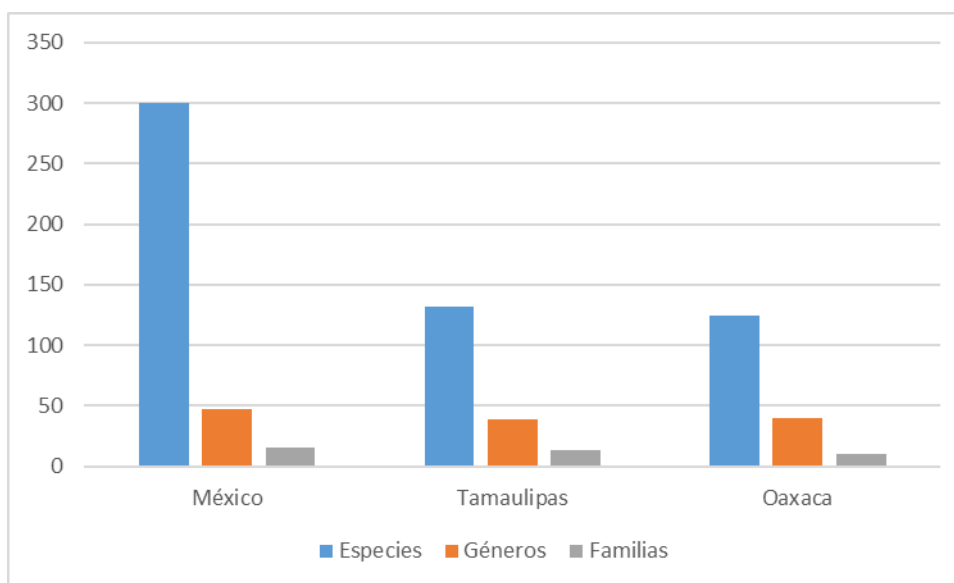


Figura 105. Diversidad de Boletales de México con respecto a Oaxaca y Tamaulipas estado más estudiado.

Se registra por primera vez para México 4 especies, 20 especies más para Oaxaca y 25 especies nuevas para la ciencia, el género *Cacaoporus* se describe por primera vez para México. *Aureoboletus roxanae*, *A. innixus*, *Pulchroboletus sclerotiorum* y

Xerocomus tenax se registran por primera vez para México, mientras que *Astraeus smithii*, *Boletus smithii*, *Chalciporus pseudorubellus*, *Imleria badia*, *Leccinum aff. manzanitae*, *Porphyrellus porphyrosporus*, *P. pacificus*, *Scleroderma aff. citrinum*, *S. texense*, *S. aff. polyrrizum*, *Suillus americanus*, *S. spraguei*, *S. aff. hirtellus*, *Tylopilus aff. minor*, *T. aff. rubrobrunneus* se registran por primera vez para Oaxaca.

Riqueza de especies y preferencia de hábitat de los Boletales

La distribución por tipos de vegetación se presenta en la tabla 8 de las 87 especies estudiadas. El bosque de *Quercus-Pinus* presenta mayor riqueza, seguido el bosque de *Quercus*, bosque de *Pinus-Quercus*, bosque mesófilo de montaña, bosque mixto de coníferas y bosque de *Pinus*; la riqueza de las vegetaciones estudiadas coincide con trabajos anteriores, García y Castillo, 1981 mencionan que los Boletaceos y Gonfidiaceos conocidos de Nuevo León se distribuyen principalmente en bosque de *Quercus* y bosque mixto (*Quercus-Pinus*); Ayala y Guzmán, (1984) mencionan que los Boletaceos de la Península de Baja California se desarrollan en los BQ y BMC; González-Velázquez y Valenzuela (1993) reporta que los BPQ y BMC tienen mayor riqueza de Boletaceos para estado de México, por su parte García-Jiménez (2014) menciona que el BQ y el BMM son los más diversos de los estados de Tamaulipas, Coahuila y Nuevo León. Especies como *Aureoboletus russellii*, *Boletus variipes*, *Leccinellum albellum*, *Leccinum rugosiceps*, *Pulveroboletus ravenelli*, *Retiboletus griseus*, *Scleroderma hypogaeum*, *Strobilomyces confusus*, *S. oaxacanus* Ad. prov. tienen una amplia distribución a una altitud de 1590 a 2800 m en BPQ, BQP, BMM y BQ; El *Suillus* es el género con una amplia distribución, por la distribución de su hospedero *Pinus* spp., Por ejemplo

S. tomentosus se distribuye en cinco de las seis vegetaciones estudiadas, , mientras que *Suillus spraguei* tiene una distribución muy restringida, solo se asocia con *Pinus chiapensis*, y en el Norte de México se asocia con *Pinus strobiformis*, principalmente en en la Sierra del Carmen al norte de Coahuila García-Jiménez (2014). Las especies que se distribuyen en el BMC en su mayoría son exclusivas de esta vegetación tales como, *Chroogomphus jamaicensis*, *Cyanoboletus abieticola* Ad. prov., *Hemiaustroboletus vinaceobrunneus* sp. nov., *Imleria badia*, *Porphyrellus pacificus*, *Pulchroboletus sclerotiorum*, *Suillus americanus* y *Xerocomellus truncatus*.

Análisis molecular de algunas especies nuevas de Boletales

El resultado de este trabajo muestra la gran diversidad de Boletales que aún no se han estudiado, esto coincide con lo mencionado por Aguirre-Acosta *et al.* (2014), el conocimiento de la diversidad de hongos en México es aún incipiente, sobre todo el estado de Oaxaca no tiene un listado de macrohongos conocidos. En los últimos años diversos micólogos de todo el mundo han descrito nuevos géneros y especies de Boletales de manera integral, tomando en cuenta las caracteres morfológicos y moleculares (Wu *et al.* 2014, wu *et al.* 2016, Kuo y Ortiz-Santana 2020).

Análisis molecular de la subfamilia *Austroboletoidae*

En el capítulo II se propone a *Hemiaustroboletus* como género nuevo para la ciencia con dos especies *H. vinaceus* y *H. vinaceobrunneus*. El género es soportado con tres genes y discutido ampliamente en el capítulo. *Hemiaustroboletus vinaceus* a sido citado para México como *Austroboletus gracilis* S.I. en México, Singer *et al.* (1991), describe el género *Austroboletus* en dos secciones, la sección *Austroboletus*

donde describe las especies típicas, según la diagnosis genérica y la sección *Graciles*; en la sección *Graciles* describe a *A. heterospermus*, que se distingue por un basidioma blanco sucio a gris oscuro, basidiosporas de (12.7) 13.5-16(17.5) $\times$ 5.8-6.2 μ m, fusoide, elíptica a cilíndrica, lisas raramente ornamentada; asociado a *Abies religiosa*, en el estado de México. La especie no se ha vuelto a recolectar la especie. La segunda especie descrita de la sección es *A. gracilis* que se describe y discute en el capítulo II.

Análisis molecular de algunas especies de la subfamilia *Boletoidae*

Tylopilus es un género poco estudiado en Oaxaca, (Singer *et al.* 1991, García-Jiménez, 1999, Ayala-Vásquez, 2016), es un género que necesita ser estudiado con mucho detalle desde su recolección en campo. Para tener un estudio puntual es necesario contar con el estudio molecular y morfológico.

Análisis molecular de algunas especies de la subfamilia *Xerocomoidae*

El género *Aureoboletus* a sido ampliamente estudiado en los cinco últimos años, describiendo la mitad de las especies existentes hasta ahora (Zhang *et al.* 2015, Wu *et al.* 2016, Zhang *et al.* 2017, Zhang *et al.* 2019, Fang *et al.* 2019), García-Jiménez *et al.* (2019) describe por primera vez para México, tres especies de *Aureoboletus*. En este trabajo se describen dos *Aureoboletus* nuevas para la ciencia. *Aureoboletus garciae* difiere del resto de las especies, por el color azul, azul-violeta a azul pálido del píleo, en el árbol filogenético (figura 60) muestra que esta un clado distinto al de las especies descritas de china con un soporte de 1PPB y en el anexo 1 se incluye el artículo. *Aureoboletus* sp pertenece al clado de *A. roxanae* (figura 60) se muestra el árbol con un soporte de 1de probabilidad posterior bayesiano, morfológicamente

comparten caracteres por el color miel del basidioma, pero *Aureoboletus* sp, difiere de *A. roxanae* por el píleo cónico, superficie con escamas triangulares, contexto concoloro al basidioma, basidiosporas más cortas y anchas $7-12 \times 4-6 \mu\text{m}$, *A. roxanae* tiene basidiosporas de $9-12 \times 4-5 \mu\text{m}$, son de diferentes hábitats, *Aureoboletus* sp distribuye en BQ, asociado a *Q. scytophylla*, mientras que *A. roxanae* se distribuye en el BMM, asociado a *Q. laurina*.

Halling *et al.* (2015), hace una comparación filogenética y los tipos de ornamentaciones de *Boletellus* y *Hemiaustroboletus* de América, Asia y Australia, las especies de América difieren de las especies de Australia. El árbol filogenético (figura 60) muestra a *Boletellus* sp como una especie nueva para la ciencia con un soporte de 1PPB, difiere del resto de las especies descritas por el tamaño diminuto del basidioma. *Boletellus* sp se puede confundir en campo con *B. chrysenteroides* por el color marrón oscuro del píleo, pero difiere por el tamaño, *Boletellus* sp mide de 10–34 mm, mientras que *B. chrysenteroides* mide 56-80 mm de diámetro, microscópicamente difieren por la ornamentación *Boletellus* sp tiene basidiosporas con estrías longitudinales no tan marcadas como *B. chrysenteroides*, con apariencia verrucosa en algunas basidiosporas.

CONCLUSIONES GENERALES

Esta es la primera tesis que hace un estudio de hongos Boletales, al tratarse del primer trabajo exploratorio de la Sierra Norte de Oaxaca. El trabajo confirma la hipótesis planteada, la Sierra Norte de Oaxaca cuenta con una alta diversidad de Boletales. Para tener resultados más completos en esta tesis se hace una

descripción detallada de cada especie, los análisis moleculares y la ecología de cada especie.

Se describe por primera vez el género *Cacaoporus* y *Pulchroboletus* para México; se propone *Hemiaustroboletus* como un genero nuevo para la ciencia. Para Oaxaca se describe por primera vez la familia Diplicistidiaceae con la especie *Astraeus smithii*, de la familia Boletaceae se describe los géneros *Butyriboletus*, *Cyanoboletus*, *Cacaoporus*, *Erytrophylloporus*, *Lanmaoa* y *Pulchroboletus*.

La familia Boletaceae tiene mayor riqueza de especies nuevas para la ciencia y son las siguientes: *Aureoboletus garciae*, *Aureoboletus* sp, *Boletellus* sp, *Hemiaustroboletus vinaceus* y *H. vinaceobrunneus*, *lanmaoa* sp, *Leccinum* sp1, *Leccinum* sp2, *Pulchroboletus* sp, *Strobilomyces* sp, *Tylopilus* sp2, *Tylopilus* sp3, *Tylopilus* sp4, *Tylopilus* sp5, *Xerocomus* sp1, *Xerocomus* sp2. *Gyroporus* sp1 y *Gyroporus* sp2 son nuevas especies de la familia Gyroporaceae, y *Calostoma* sp es una especie nueva de Calostomataceae. Las especies *Scleroderma aff. hypogaeum*, *S. aff. citrinum*, *S. polyrizum* y *S. texense* de la familia Sclerodermataceae son nuevos registros para el estado.

Actualmente Oaxaca cuenta con un total de 84 especies, en este trabajo se aportan 46 especies más, teniendo un total de 130 especies para el estado de Oaxaca.

Las variables que más influyen en la distribución de los hongos Boletales de la Sierra Norte de Oaxaca son el uso de suelo y vegetación, altitud, la precipitación media anual.

Sin duda el trabajo integrativo (molecular, morfológico y biogeográfico) de los Boletales es el mejor camino para lograr con éxito la descripción de la gran biodiversidad que existe en Oaxaca.

REFERENCIAS GENERALES

- Ayala-Vásquez O (2016) Estudio taxonómico de la familia Boletaceae en bosque de Quercus del estado de Oaxaca, México. ENCB-Instituto Politécnico Nacional
- Ayala-Vásquez O, R Valenzuela, E Aguirre-Acosta, T Raymundo, J García-Jiménez (2018) Species of Boletaceae (Boletales, Basidiomycota) with ornamented spores from temperate forests at the state of Oaxaca, Mexico. *Studies in Fungi* 3:271–292.
- Ayala N, G Guzmán (1984) Los hongos de la Península de Baja California Boletín de la sociedad Mexicana de Micología 19: 73-91.
- Aguirre-Acosta E, M Ulloa, S Aguilar, J Cifuentes, R Valenzuela (2014). Biodiversidad de hongos en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85: 76-81
- Bessette A, WC Roody, AR Bessette (2000). North American boletes: a color guide to the fleshy pored mushrooms. Syracuse University Press, New York . Pp 20-320.
- Binder M, DS Hibbett (2006) Molecular systematics and biological diversification of Boletales. *Mycologia* 98(6): 971-981.
- de la Fuente JI, Ayala-Vásquez O, Garza-Ocañas F, López CY, García-Jiménez J (2018a) some interesting Boletales (Basidiomycota) from the state of Quintana Roo, México. *Scientia Fungorum* 48: 77-86.
- de la Fuente JI, García-Jiménez J, López CY, Oros-Ortega I, Vela-Hernández RY, Guevara-Guerrero G, Garza-Ocañas F, Chay-Casanova JA, Ibarra-Garibay LE, Bandala-Muñoz VM (2020) An annotated checklist of the macrofungi (Ascomycota, Basidiomycota, and Glomeromycota) from Quintana Roo, Mexico. *Check List* 16 (0): 000–000. <https://doi.org/10.15560/16.0.000>
- Feng B, Yang Z (2018) Studies on diversity of higher fungi in Yunnan, southwestern China: A review. *Plant Diversity* 40 (2018) 165e171
- Fang J, Wu G, Zhao K (2019) *Aureoboletus rubellus*, a new species of bolete from Jiangxi Province, China. *Phytotaxa* 420: 72-78.
- García-Jiménez J, y Castillo J (1981) Las especies de Boletáceos y Gomfidiáceos conocidos en el Estado de Nuevo León. *Bol. Soc. Mic.* 15: 121-197.
- García-Jiménez J (1999) Estudio sobre la taxonomía, ecología y distribución de algunos hongos de la Familia Boletaceae (Basidiomycetes, Agaricales) de México. Tesis de Maestría (Biología). Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León. Pp 12-270.
- García-Jiménez & Garza Ocaña F (2001) Conocimiento de los hongos de la familia Boletaceae de México. *Ciencia UANL* 4: 336-343.
- García-Jiménez J, Garza-Ocañas F, de la Fuente JI, Saldivar AE, Ayala-Vásquez O (2019) Three new records of *Aureoboletus* Pouzar (Boletaceae, Boletales) from Mexico. *Check list* 15: 759-765.
- García-Jiménez J (2014) Diversidad de macromicetos en el estado de Tamaulipas, México. Tesis de Doctorado, Universidad Autónoma de Nuevo León.

- García-Jiménez J (2013) Diversidad de macromicetos en el estado de Tamaulipas, México. Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Ciencias Forestales Subdirección de Posgrado. Pp:60-138.
- García Jiménez J, Singer R, Estrada E, Garza-Ocañas F, Valenzuela R (2013) Dos especies nuevas del género *Boletus* (Boletales: Agaricomycetes) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 84:152-162. <http://dx.doi.org/10.7550/rmb.31988>.
- García-Jiménez J (2018) Actualizaciones taxonómicas del orden de los Boletales (Basidiomycetes, Agaricomycotina) en México. XII Congreso Nacional de Micología Xalapa, Veracruz del 15 al 19 de octubre. pp. 13
- García J, Gaona G, Castillo J, Guzmán G (1986) Nuevos registros de Boletaceos en México, *Revista Mexicana de Micología*. 2:343-366.
- García-Jiménez y Garza Ocaña F (2001) Conocimiento de los hongos de la familia Boletaceae de México. *Ciencia UANL* 4: 336-343.
- García-Jiménez J, Garza Ocañas, F, de la fuente, JI, Saldivar, AE, O (2019) Three new records of *aureoboletus* Pouzer (Boletaceae, Boletales) from Mexico. *Check list* 15: 759-765. <https://doi.org/10.5560/15.5.759>
- García-Mendoza AJ (2004) Integración del conocimiento florístico del estado. En: García-Mendoza A. J., Ordoñez-Díaz M. J. y Briones-Salas M. A. Eds. *Biodiversidad de Oaxaca*, pp.305-325. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Fondo Oaxaqueña para la Conservación de la Naturaleza, World Wildlife Fund. México D.F.
- Garibay-Orijel R, Martínez-Ramos M, y Cifuentes J (2009) Disponibilidad de esporomas de hongos comestibles en los bosques de pino-encino de Ixtlán de Juárez, Oaxaca. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, vol. 80:2. 2009, pp. 521-534.
- González-Velázquez A, y R Valenzuela (1993) Los boletáceos y gonfidíáceos del Estado de México I. *Revista Mexicana de Micología* 9:35-46.
- González-Velázquez A, y R Valenzuela (1995) A new species of *Boletellus* (Basidiomycota, Agaricales: Boletaceae) from México. *Mycotaxon* 55: 399 -404.
- González-Velázquez A, y R Valenzuela (1996) Los Boletáceos y Gonfidíáceos del Estado de MéxicoII. *An. Escuela Nacional Ciencias Biológicas*. 41: 119 - 196.
- Gonzalez-Chicas E, Capello S, Cifuentes J, Torres- De La Cruz M (2019) NEW RECORDS OF BOLETALES (BASIDIOMYCOTA) IN A TROPICAL OAK FOREST FROM MEXICANSOUTHEATH. *Botanical sciences* 97 (3): 423-432. DOI: 10.17129/botsci.2099
- Halling ER, Nigel Fechner N, Nuhn Osmundson T, Soyong K, Arora D, Binder M, Hibbett D (2015) Evolutionary relationships of *Heimioporus* and *Boletellus* (Boletales), with an emphasis on Australian taxa including new species and new combinations in *Aureoboletus*, *Hemileccinum* and *Xerocomus*. *Australian Systematic Botany*:28 1–22. <http://dx.doi.org/10.1071/SB14049>
- Heim R, & Perreau J (1964) Les genres *Porphyrellus* et *Strobilomyces* au Mexique. *Bull. Soc. Mycol.Fr.* 80: 88-101.
- Jarosch M (2001). Zur molekularen Systematik der Boletales: Coniophorineae, Paxillineae und Suillineae. *Bibl Mycol* 191:1–158.
- Jiménez Ruiz M, Pérez-Moreno J, Almaraz-Suárez JJ, & Torres-Aquino M (2013) Hongos silvestres con potencial nutricional, medicinal y biotecnológico comercializados en Valles Centrales, Oaxaca. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 4(2), 199-213.
- Kuo M, Ortiz-Santana B (2020) Revision of leccinoid fungi, with emphasis on North American taxa, based on molecular and morphological data, *Mycologia*. DOI: 10.1080/00275514.2019.1685351
- Larsson KH, Larsson E, Koljalg U (2004) High phylogenetic diversity among corticioid homobasidiomycetes. *Mycol Res* 108:983–1002.

- Liu H-Y, Li Y-C, Bau T (2020) New species of *Retiboletus* (Boletales, Boletaceae) from China based on morphological and molecular data. *MycKeys* 67: 33–44. <https://doi.org/10.3897/mycokeys.67.51020>
- Meave JA, Rincón-Gutiérrez A, Ibarra-Manríquez G, Gallardo-Hernández C, Romero-Romero MA (2017) Checklist of the vascular flora a portion of the hyper-humid región of La Chinantla, Northern Oaxaca Range, México. *Botanical Sciences* 95 (4): 722-759. DOI: 10.17129/botsci.1812.
- Singer R (1945b) The Boletineae of Florida with Notes on Extralimital Species II. The Boletaceae (Gyroporoideae). *Farlowia* 2: 223-303.
- Singer R (1945c) The Boletineae of Florida with Notes on Extralimital Species IV. The lamellate families (Gomphidiaceae, Paxillaceae and Jugasporaceae). *Farlowia* 2: 527-567.
- Singer R (1947) The Boletoidae of Florida. The Boletineae of Florida with Notes on Extralimital Species III. *American Midland Naturalist* 37:1-135.
- Singer R, García-Jiménez J, and Gómez LD (1991) The Boletineae of México and Central America. III. *Beih. Nova Hedwigia* 102: 1-99.
- Singer R, García-Jiménez J, and Gómez LD (1992) The Boletineae of México and Central America. América IV. *Nova Hedwigia, Beihefte* 105:1-62.
- Snell WH, & Dick EA (1970) The Boleti of northeastern North America. Germany: J. Cramer. 115 pp.
- Tedersoo L, May TW, Smith M. (2010) Ectomycorrhizal lifestyle in fungi: global diversity, distribution, and evolution of phylogenetic lineages. *Mycorrhiza* 20:217–263.
- Vásquez-Mendoza S (2008) Ecología de Comunidades de Macromicetos a lo largo de un Gradiente Altitudinal en Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca. Tesis de maestría de Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Nacionales, Instituto Politécnico Nacional.
- Wu G, Feng B, Xu J, Zhu X, Li Y, Zeng N, Hosen I, y Yang Z (2014). Molecular phylogenetic analyses redefine seven major clades and reveal 22 new generic clades in the fungal family Boletaceae. *Fungal Diversity* DOI 10.1007/s13225-014-0283-8
- Wu G, Li YC, Zhu XT, Zhao K, Han LH, Cui YY, Li F, Xu JP, Yang ZL (2016) One hundred noteworthy boletes from China. *Fungal Diversity* 81:25–188. <http://dx.doi.org/doi:10.1007/s13225-016-0375-8>
- Welden AL, y Guzmán G (1978) Lista preliminar de los hongos, líquenes y mixomicetos de las regiones de Uxpanapa, Coatzacoalcos, Los Tuxtlas, Papaloapan y Jalapa (parte de los estados de Veracruz y Oaxaca). *Bol. Revista Mexicana de Micología*. 12:5-12.
- Zhang M, Li TH, Xu J, Song B (2015) A new violet brown *Aureoboletus* (Boletaceae) from Guangdong of China. *Mycoscience* 56: 481-485.
- Zhang M, Li TH, Nuhn ME, Tserin T, Song B (2017) *Aureoboletus quercus-spinosae*, a new species from Tibet of China. *Mycoscience* 58: 192-196.
- Zhang M, Li TH, Wang CQ, Zeng NK, Deng WQ (2019) Phylogenetic overview of *Aureoboletus* (Boletaceae, Boletales), with descriptions of six new species from China. *MycKeys* 61: 111–145. <https://doi.org/10.3897/mycokeys.61.47520>

ANEXOS

Portada de artículos ya publicados y árbol filogenético ITS.

Fungal Systematics and Evolution: FUSE 6

Danny Haelewaters^{1,2,3,4,*}, Bálint Dima⁵, Abbas I.I. Abdel-Hafiz⁶, Mohamed A. Abdel-Wahab⁶, Samar R. Abul-Ezz⁶, Ismail Acar⁷, Elvira Aguirre-Acosta⁸, M. Catherine Aime¹, Suheda Aldemir⁹, Muhammad Ali¹⁰, Olivia Ayala-Vásquez¹¹, Mahmoud S. Bakhit⁶, Hira Bashir¹⁰, Eliseo Battistin¹², Egil Bendiksen¹³, Rigoberto Castro-Rivera¹⁴, Ömer Faruk Çolak¹⁵, André De Kesel¹⁶, Javier Isaac de la Fuente^{17,18}, Ayten Dizkırıcı⁵, Shah Hussain¹⁹, Gerrit Maarten Jansen²⁰, Oguzhan Kaygusuz²¹, Abdul Nasir Khalid¹⁰, Junaid Khan¹⁹, Anna A. Kiyashko²², Ellen Larsson²³, César Ramiro Martínez-González²⁴, Olga V. Morozova²⁵, Abdul Rehman Niazi¹⁸, Machiel Evert Noordeloos²⁵, Thi Ha Giang Pham^{26,27}, Eugene S. Popov²², Nadezhda V. Psurtseva²², Nathan Schoutteten³, Hassan Sher¹⁹, Ibrahim Türkekul²⁸, Annemieke Verbeken³, Habib Ahmad²⁹, Najam ul Sehar Afshan¹⁰, Philippe Christe³⁰, Muhammad Fiaz³¹, Olivier Glaizot^{30,32}, Jingyu Liu¹, Javeria Majeed¹⁰, Wanda Markotter³³, Angelina Nagy³⁴, Haq Nawaz¹⁹, Viktor Papp³⁵, Áron Péter³⁶, Walter P. Pfliegler³⁷, Tayyaba Qasim¹⁰, Maria Riaz¹⁰, Attila D. Sándor^{28,38}, Tamara Szentiványi^{30,32}, Hermann Voglmayr^{39,40}, Nousheen Yousaf⁴¹ & Irmgard Krisai-Greilhuber⁴²

¹ Department of Botany and Plant Pathology, Purdue University, West Lafayette, Indiana 47907, USA

² Department of Zoology, University of South Bohemia, 370 05 České Budejovice, Czech Republic

³ Research Group Mycology, Department of Biology, Faculty of Sciences, Ghent University, 9000 Ghent, Belgium

⁴ Operation Wallacea Ltd, Wallace House, Old Bolingbroke, Lincolnshire, PE23 4EX, UK

⁵ Department of Plant Anatomy, Institute of Biology, Eötvös Loránd University, 1117 Budapest, Hungary

⁶ Department of Botany and Microbiology, Faculty of Science, Sohag University, Sohag 82524, Egypt

⁷ Department of Organic Agriculture, Başkale Vocational School, Van Yüzüncü Yıl University, 65080 Van, Turkey

⁸ Departamento de Botánica, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, CP 04510 Ciudad Universitaria, Ciudad de México, México

⁹ Department of Molecular Biology and Genetics, Van Yüzüncü Yıl University, 65080 Van, Turkey

¹⁰ Fungal Biology and Systematic Research Laboratory, Department of Botany, Quaid-e-Azam Campus, University of the Punjab, Lahore 54590, Pakistan

¹¹ Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, CP 87010 Ciudad Victoria, Tamaulipas, México

¹² Natural History Museum, 36078 Valdarno VI, Italy

¹³ Norwegian Institute for Nature Research, 0855 Oslo, Norway

¹⁴ Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada, Unidad Tlaxcala, CP 90700 Tepetitla de Lardizábal, Tlaxcala, México

¹⁵ Vocational School of Health Services, Süleyman Demirel University, 32260 Isparta, Turkey

¹⁶ Meise Botanic Garden, 1860 Meise, Belgium

¹⁷ División de Ciencias de la Salud, Universidad de Quintana Roo, CP 77039 Chetumal, Quintana Roo, México

¹⁸ Instituto Wozniak, Colonia del Bosque, CP 77019 Chetumal, Quintana Roo, México

¹⁹ Center for Plant Sciences and Biodiversity, University of Swat, 19200 Saidu Sharif, Pakistan

²⁰ 6703 JC Wageningen, The Netherlands

²¹ Department of Plant and Animal Production, Atabey Vocational School, Isparta University of Applied Sciences, 32670 Isparta, Turkey

²² Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences, 197376 Saint-Petersburg, Russia

²³ Department of Biological and Environmental Sciences, Gothenburg Global Biodiversity Centre, University of Gothenburg, 405 30 Göteborg, Sweden

²⁴ Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, CP 04510 Ciudad Universitaria, Ciudad de México, México

²⁵ Naturalis Biodiversity Center, 2300 RA Leiden, The Netherlands

²⁶ Saint Petersburg State Forestry University, 194021 Saint Petersburg, Russia

²⁷ Joint Russian-Vietnamese Tropical Research and Technological Center, Hanoi, Vietnam

²⁸ Department of Biology, Faculty of Science and Arts, Gaziosmanpaşa University, 60010 Tokat, Turkey

²⁹ Department of Genetics, Hazara University, 21300 Mansehra, Pakistan

³⁰ Department of Ecology and Evolution, University of Lausanne, 1015 Lausanne, Switzerland

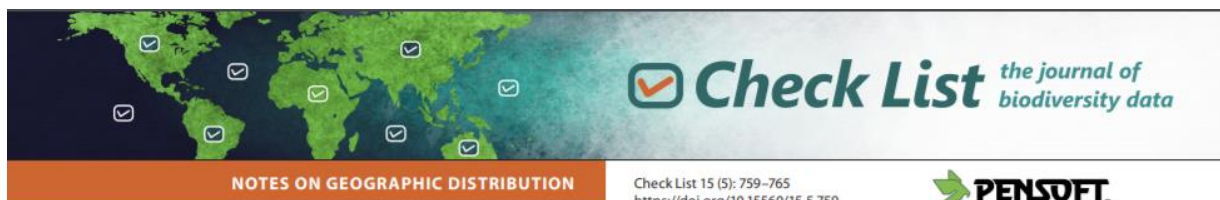
³¹ Department of Botany, Hazara University, 21300 Mansehra, Pakistan

³² Museum of Zoology, Palais de Rumine, 1005 Lausanne, Switzerland

³³ Centre for Viral Zoonoses, Department of Medical Virology, University of Pretoria, Pretoria 0001, South Africa

³⁴ Hungarian Mycological Society, 1121 Budapest, Hungary

Anexo 2 Tres nuevos registros para México de *Aureoboletus* Pouzar (Boletaceae, Boletales)



Three new records of *Aureoboletus* Pouzar (Boletaceae, Boletales) from Mexico

Jesús García-Jiménez¹, Fortunato Garza-Ocañas², Javier Isaac de la Fuente¹, Ángel Emmanuel Saldivar³, Olivia Ayala-Vásquez²

¹ Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria. Boulevard Emilio Portes Gil # 1301 Poniente, Ciudad Victoria, Tamaulipas, Apartado postal 175, Código postal 87010. Mexico. ² Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Forestales, Campus Linares, Carretera Nacional Km 145, Linares, Nuevo León, Código postal 41 67700, Mexico. ³ Universidad de Guadalajara, Departamento de Botánica y Zoología. Zapopan, Jalisco, Código postal 1-139, 45101, Mexico.

Corresponding author: Olivia Ayala-Vásquez, yootspooj@gmail.com

Abstract

In this paper, *Aureoboletus auriflammeus* (Berk. & M.A. Curtis) G. Wu & Zhu L. Yang, *A. innixus* (Frost) Halling, A.R. Bessette & Bessette and *A. roxanae* (Frost) Klofac are described as new records from Mexico. These species are distributed in temperate montane cloud forest and mixed forests and may grow associated forming mycorrhizas with *Fagus grandifolia* Ehrh. subsp. *mexicana* (Martínez) E. Murray, *Quercus laurina* Humb et Bonpl., *Q. sartorii* Liebm. and *Q. scytophylla* Liebm. Descriptions, distribution, photographs and a key for the species of *Aureoboletus* from Mexico are presented.

Anexo 3 Especies de Boletaceae (Boletales, Basidiomycota) con esporas ornamentadas de los bosques tempados del estado de Oaxaca, México



Studies in Fungi 3(1): 271–292 (2018) www.studiesinfungi.org ISSN 2465-4973

Article

Doi 10.5943/sif/3/1/28

Copyright © Institute of Animal Science, Chinese Academy of Agricultural Sciences

Species of Boletaceae (Boletales, Basidiomycota) with ornamented spores from temperate forests at the state of Oaxaca, Mexico

Ayala-Vásquez O^{1,2}, Valenzuela R¹, Aguirre-Acosta E³, Raymundo T¹, García-Jiménez J^{2*}

¹Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Departamento de Botánica. Esq. Carpio. Plan de Ayala s/n Col. Casco de Santo Tomás, Miguel Hidalgo, zip code 11340 Mexico, D. F.

²Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, Boulevard Emilio Portes Gil #1301 Pte. A.P. 175 C.P. 87010 Cd. Victoria, Tamaulipas, México.

³Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria, C.P. 70-233, 04510 Cd de Mexico.

Correspondence author: jgarjim@yahoo.com.mx

Ayala-Vásquez O, Valenzuela R, Aguirre-Acosta E, Raymundo T, García-Jiménez J 2018 – Species of Boletaceae (Boletales, Basidiomycota) with ornamented spores from temperate forests at the state of Oaxaca, Mexico. Studies in Fungi 3(1), 271–292, Doi 10.5943/sif/3/1/28

Abstract

Ten species of Boletaceae with ornamented basidiospores are described and illustrated from temperate forests in the state of Oaxaca, Mexico. *Boletellus ananiceps* is recorded for the first time in Mexico, and *Austroboletus gracilis*, *Boletellus flocculosipes*, *B. chrysenteroides*, *B. pseudochrysenteroides* and *Heimioporus ivoryi* are first records from Oaxaca. While *Aureoboletus russellii*, *B. coccineus*, *H. betula*, *Strobilomyces confusus* only increase distribution in Oaxaca state. All species are described and illustrated and identification keys for the described genera are provided. The studied specimens were deposited in the national herbaria ENCB, ITCV and MEXU-UNAM.

Anexo 4. Análisis filogenético de *Austroboletoidae* basado en una inferencia Bayesiana de ITS, se muestran valores de probabilidad posterior > 0,70. Grupo externo *Boletellus dicymbophilus* (KC155373).

