



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

POSGRADO EN BIOCIENCIAS

**Taxonomía y filogenia del género *Fulvifomes*
(Hymenochaetales, Basidiomycota) en México**

TESIS

Que para obtener el grado de Maestría en Biociencias
Presenta

LIC. EN BIOL. ALFONSO DANIEL GAY GONZÁLEZ

DIRECTORES:

**DR. RICARDO VALENZUELA GARZA
DR. CÉSAR HUGO HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ**



Ciudad de México, octubre 2019



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de México, D.F. siendo las 11:30 horas del día 07 del mes de octubre del 2019 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de la Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas para examinar la tesis titulada:

Taxonomía y filogenia del género *Fulvifomes* (Hymenochaetales, Basidiomycota) en México

Presentada por el alumno:

Gay	González	Alfonso Daniel
Apellido paterno	Apellido materno	Nombre(s)

Con registro:

B	1	7	0	0	6	4
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

aspirante de: **Maestría en Biociencias.**

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISIÓN REVISORA

Directores de tesis


Dr. Ricardo Valenzuela Garza

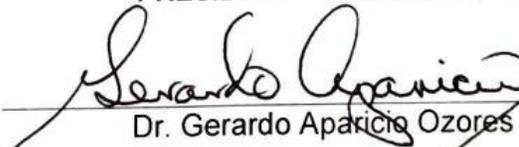

Dr. César Hugo Hernández Rodríguez


Dra. Ángela Catalina Mendoza González


Dra. Tania Raymundo Ojeda


Dra. Patricia Astrid González Ávila

PRESIDENTE DEL COLEGIO


Dr. Gerardo Aparicio Ozores





INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
COORDINACION GENERAL DE POSTGRADO E
INVESTIGACION

CARTA CESION DE DERECHOS

En la Ciudad de México, el día 08 del mes octubre del año 2019, el que suscribe **Alfonso Daniel Gay González** alumno del Programa de **Maestría en Biociencias** con número de registro **B170064**, adscrito a la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del **Dr. Ricardo Valenzuela Garza** y **Dr. César Hugo Hernández Rodríguez** y cede los derechos del trabajo intitulado **“Taxonomía y filogenia del género *Fulvifomes* (Hymenochaetales, Basidiomycota) en México”**, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: **espal_1529@hotmail.com**, **rvalenzg@ipn.mx** y **chdez38@hotmail.com**. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Alfonso Daniel Gay González

Dr. Ricardo Valenzuela Garza
Director de tesis

Dr. César Hugo Hernández Rodríguez
Director de tesis

El presente estudio se realizó en el Laboratorio de Micología del Departamento de Botánica de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional y en el Laboratorio de Biología Molecular de Bacterias y Levaduras del Departamento de Microbiología de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional y fue financiado por los siguientes proyectos:

 Hongos de los bosques templados y tropicales de México su ecología, importancia forestal III.

Director: Dr. Ricardo Valenzuela Garza del Proyecto SIP-20170845.

 Diversidad de hongos en los bosques de Niebla de México, ecosistema en peligro de extinción.
Importancia forestal Fase I.

Directora: Dra. Tania Raymundo Ojeda del Proyecto SIP-20170846.

 Diversidad de hongos de los bosques templados y tropicales de México, su ecología, importancia forestal y médica Fase IV.

Director: Dr. Ricardo Valenzuela Garza del Proyecto SIP-20180243.

 Diversidad de hongos en los bosques de Niebla de México, ecosistema en peligro de extinción.
Importancia forestal Fase II.

Directora: Dra. Tania Raymundo Ojeda del Proyecto SIP-20180244.

 Diversidad de hongos de importancia forestal de los bosques tropicales y templados en México: especies comestibles, tóxicas, medicinales, micorrizógenas y patógenas Fase I.

Director: Dr. Ricardo Valenzuela Garza del Proyecto SIP-20195222

 Diversidad y distribución de Xylariales en la Región Neotropical de México y su importancia en la identificación bioactivos de interés farmacéutico. Fase I.

Directora: Dra. Tania Raymundo Ojeda del Proyecto SIP-20195221.

 Taxonomía, filogenia y extracción de metabolitos secundarios biológicamente activos de los hongos de las familias Xylariaceae e Hymenochaetaceae del bosque tropical caducifolio y del bosque mesófilo de montaña en México.

Director: Dr. Ricardo Valenzuela Garza.

Proyecto CONACYT Ciencia Básica: 252934

Dedico este trabajo.

A mis padres, Alfonso y Matilde que son mi ejemplo, por creer en mi, y ser la causa de mi inspiración, por su amor y dedicación.

A mis hermanos Chuy y Falo por su cariño y por siempre estar conmigo

A Ana Laura por estar conmigo y por compartir muchas cosas en la vida.

Agradecimientos.

Al Dr. Ricardo Valenzuela por su apoyo, consejos, por su extraordinaria paciencia conmigo, por enseñarme de los hongos y por la formación académica, por esas salidas al campo tan divertidas.

A la Dra. Tania Raymundo por invitarme a conocer a los seres vivos más fascinantes del planeta “LOS HONGOS”.

Al Dr. César por sus consejos en el trabajo en laboratorio y apoyo en el equipo para poder realizar parte fundamental de este trabajo.

A la Dra. Catalina por sus recomendaciones en este trabajo.

A la Dra. Astrid por sus observaciones en este trabajo.

A Pamela y Aurora por estos dos años de aventuras en el campo y laboratorio.

A Areli por ayudarme a procesar unas muestras.

A mis compañeros de laboratorio por esos buenos momentos y que de cada uno me llevo grandes cosas no los menciono porque no quiero excluir a nadie.

A mis amigos que me han estimulado a ser mejor persona.

CONTENIDO

RESUMEN.....	10
ABSTRACT	11
I. INTRODUCCIÓN.....	12
II. ANTECEDENTES	16
III. JUSTIFICACIÓN.....	20
IV. HIPÓTESIS.....	21
V. OBJETIVO GENERAL.....	21
VI. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
VII. MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
VII. 1 ÁREA DE ESTUDIO.....	22
VII. 2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	22
VII. 3 REVISIÓN DE HERBARIO.....	23
VII. 4 RECOLECCIÓN DE ESPECÍMENES EN CAMPO	24
VII. 5 IDENTIFICACIÓN DE PLANTAS HOSPEDERAS	27
VIII. 6 MEDIO DE CULTIVO EMA.....	28
VII. 6. 1 MÉTODOS DE AISLAMIENTO Y CULTIVO.	28
VII. 7 PRESERVACIÓN.....	29
VII. 8 CONSERVACIÓN.....	29
VII. 9 IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN	30
VII. 10 TRABAJO EN LABORATORIO	30
VII. 10. 1 PREPARACIÓN DEL AMORTIGUADOR DE EXTRACCIÓN CTAB + PVP-40	31
VII. 10. 2 EXTRACCIÓN DE ADN	31
VII. 10.3 RECTIFICACIÓN DE OLIGONUCLEÓTIDOS.....	32
VII. 10.4 AMPLIFICACIÓN POR PCR.....	32
VII. 10.5 PURIFICACIÓN	34
VII. 11 ANÁLISIS FILOGENÉTICO.....	34
VIII. RESULTADOS	35
VIII. 1. DESCRIPCIONES DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS.....	36
VIII. 2. DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES DE <i>FULVIFOMES</i>	79
VIII. 3. ESPECIES ESTUDIADAS Y SUS PLANTAS HOSPEDERAS	81
VIII. 4. FILOGENIA	82
IX. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	88
IX.1. LAS ESPECIES DE <i>FULVIFOMES</i> EN MÉXICO.	88
IX.2. ÁRBOLES FILOGENÉTICOS	89
IX.3. DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES DE <i>FULVIFOMES</i>	93
X. CONCLUSIONES.....	97
XI. LITERATURA CITADA	98

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1 SITIOS DE RECOLECCIÓN.....	22
CUADRO 2 EXPLORACIONES REALIZADAS	26
CUADRO 3 SECUENCIA DE OLIGONUCLEÓTIDOS UTILIZADOS	32
CUADRO 4 CONTENIDO DE LA MASTER MIX	33
CUADRO 5 PROGRAMA DE PCR PARA EL TERMOCICLADOR.....	33
CUADRO 6 ESPECIES Y SU HOSPEDERO	81

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 <i>Phellinus s. l.</i>	24
FIGURA 2 <i>Fulvifomes con hospedero</i>	27
FIGURA 3 <i>Fulvifomes castilloi comb. nov.</i>	43
FIGURA 4 <i>Fulvifomes centroamericanus</i>	46
FIGURA 5 <i>Fulvifomes fastuosus</i>	49
FIGURA 6 <i>Fulvifomes krugiodendri</i>	51
FIGURA 7 <i>Fulvifomes luteoumbrinus comb. nov.</i>	55
FIGURA 8 <i>Fulvifomes mangrovicus</i>	58
FIGURA 9 <i>Fulvifomes merrilli</i>	62
FIGURA 10 <i>Fulvifomes nilgheriensis</i>	65
FIGURA 11 <i>Fulvifomes rimosus</i>	69
FIGURA 12 <i>Fulvifomes robiniae</i>	72
FIGURA 13 <i>Fulvifomes switeniae</i>	76
FIGURA 14 Distribución del género <i>Fulvifomes</i>	80
FIGURA 15 Filogenia inferida por el método Bayesiano con el marcador ITS	85
FIGURA 16 Filogenia inferida por el método Bayesiano con el marcador nLSU	86
FIGURA 17 Filogenia inferida por el método Bayesiano con los marcadores ITS+nLSU	87

Resumen.

El género *Fulvifomes* fue propuesto por Murrill para incluir hongos con basidiomas perennes de contexto color marrón y consistencia leñosa, himenóforo poroide, basidiosporas pigmentadas, amarillentas, marrón amarillentas a marrón rojizas, ausencia de setas himeniales y fue tipificado con *F. robiniae*. El género ha sido considerado sinónimo de *Fomes* o *Phellinus* por otros autores, no obstante, recientemente ha sido aceptado por varios micólogos como un género distinto y válido en la familia Hymenochaetaceae. Por otro lado, en el estudio de especies de *Fulvifomes*, *Fomitiporella* y *Aurificaria* se han utilizado marcadores moleculares como nLSU e ITS para sus análisis filogenéticos y *Fulvifomes* forma un clado monofilético, al igual que *Fomitiporella* (incluidas algunas especies ubicadas en *Fulvifomes*), no así la especie tipo de *Aurificaria* (*A. indica*) que cae en el clado de *Fulvifomes*. En el presente trabajo se llevaron a cabo ocho exploraciones en matorral xerófilo y bosque tropical caducifolio obteniéndose 42 especímenes de *Fulvifomes*, los cuales fueron caracterizados macro y microscópicamente elaborándose preparaciones temporales con KOH al 5%, determinándose las especies con claves taxonómicas. Adicionalmente, se revisaron 184 especímenes depositados en el herbario ENCB que pertenecieran o fueran afines al género. Del total de ambos tipos de muestras, se determinaron 14 especies del género *Fulvifomes*: *F. badius*, *F. castilloi*, *F. centroamericanus*, *F. fastuosus*, *F. krugiodendri*, *F. luteoumbrinus*, *F. mangroviscus*, *F. merrilli*, *F. nilgheriensis*, *F. porrectus*, *F. rimosus*, *F. robiniae*, *F. sanjani* y *F. switeniae*. *Fulvifomes centroamericanus* y *F. krugiodendri*, se registraron por primera vez en México. Adicionalmente, cinco especies nuevas para la ciencia, reconocieron por análisis molecular de la secuencia de los marcadores ITS y nLSU. Finalmente, cuatro nuevas combinaciones taxonómicas son propuestas en *Fulvifomes*: *F. badius*, *F. castilloi*, *F. luteoumbrinus* y *F. porrectus*.

Abstract

The genus *Fulvifomes* was proposed by Murrill to include fungi with brown perennial and woody consistency basidiome, poroid hymenophore and pigmented, yellowish brown, yellowish brown basidiospores, lack hymenial setae and was typified with *F. robiniae*. The genus has been considered synonymous with *Fomes* or *Phellinus* by other authors. Currently, it has been accepted by several mycologist as a distinct and valid genus in the Hymenochaetales family. Furthermore, the study of species *Fulvifomes*, *Fomitiporella* and *Aurificaria* has used molecular markers as nLSU and ITS for their phylogenetic analyzes and *Fulvifomes* is recover in a monophyletic clade, like as *Fomitiporella* (including some species located in *Fulvifomes*), but not the type species of the genus *Aurificaria* (*A. indica*) falling within the clade of *Fulvifomes* species. In this work, eight explorations were made in the vegetation types of xerophilic scrub and tropical dry forest and 42 specimens of *Fulvifomes* were collected. Specimens of collected fungi were characterized macro and microscopically and temporary preparations were made with KOH at 5%, and determined species with taxonomic keys. Additionally, 184 specimens that belonged to the genus or were related to the genus were reviewed and deposited in the ENCB herbarium. Fourteen species were determined within the genus *Fulvifomes*: *F. badius*, *F. castilloi*, *F. centroamericanus*, *F. fastuosus*, *F. krugiodendri*, *F. luteoumbrinus*, *F. mangroviscus*, *F. merrilli*, *F. nilgheriensis*, *F. porrectus*, *F. rimosus*, *F. robiniae*, *F. sanjani* and *F. switeniaee*. *Fulvifomes centroamericanus* and *Fulvifomes krugiodendri* are registered for first time in Mexico. In addition, five new species for science, recognized by molecular analysis of the sequence of the ITS and nLSU markers. Finally, four new taxonomic combinations are proposed in *Fulvifomes*: *F. badius*, *F. castilloi*, *F. luteoumbrinus* and *F. porrectus*.

I. INTRODUCCIÓN.

El género *Fulvifomes* fue propuesto por Murrill (1914) para referirse a hongos con basidiomas perennes con contexto de color marrón y de consistencia leñosa, himenóforo poroide y basidiosporas pigmentadas, amarillentas, marrón amarillentas a marrón rojizas y fue ubicado en la familia Polyporaceae. Murrill (1914) reconoció a cuatro especies, *F. robiniae*, *F. everhartii*, *F. ribis* y *F. juniperinus* y el género fue tipificado con *F. robiniae* (Murrill) Murrill. Más tarde, Murrill (1915) en su estudio de hongos poliporoides tropicales de México, Centroamérica, sureste de Florida, Bermudas, Indias Occidentales así como las islas entre Norteamérica y Sudamérica incluyó a 18 especies en el género (*F. dependens*, *F. underwoodii*, *F. cedrelae*, *F. cinchonensis*, *F. swieteniae*, *F. troyanus*, *F. hydrophilus*, *F. sublinteus*, *F. extensus*, *F. sarcitus*, *F. yucatanensis*, *F. melleicinctus*, *F. calcitratus*, *F. subpectinatus*, *F. linteus*, *F. jamaicensis*, *F. pseudosenex* y *F. grenadensis*) para un total de 22 especies reconocidas en *Fulvifomes*. No obstante, el género ha sido considerado como sinónimo de *Fomes* Cooke o *Phellinus* Quél por los micólogos desde esa época hasta la actual. (Overholtz, 1953; Lowe, 1957; Cunningham, 1965; Ryvar den y Johansen, 1980; Gilbertson y Ryvar den, 1987; Larsen y Cobb-Poull e, 1990; Ryvar den, 1991, 2004; Núñez y Ryvar den, 2000). Dai (1999), al estudiar las especies de *Phellinus* s.l. del Este de Asia, consideró a *Fulvifomes* como un subgénero de *Phellinus* e incluyó a 19 especies dentro de éste.

Los primeros en reconocer y enmendar nuevamente al género *Fulvifomes* fueron Fiasson y Niemelä (1984) al realizar un análisis fenético y filogenético basado

en caracteres morfológicos de las especies poroides europeas de los Hymenochaetales, lo que los condujo a dividir en dos los subórdenes: Phaeolinae e Hymenochaetinae. El suborden Phaeolinae fue descartado del orden porque ocasiona pudrición marrón en la madera y presenta cistidios himeniales, por lo que actualmente es clasificado en la familia Fomitopsidaceae del orden Polyporales (Parmasto y Parmasto, 1979; Ryvarden y Johansen, 1980; Gilbertson y Ryvarden, 1987). Por otro lado, el suborden de Hymenochaetinae fue subdividido en tres familias: Hymenochaetaceae (*Asterodon*, *Hydnochaete* e *Hymenochaete*), Inonotaceae (*Inocutis*, *Inonotus* y *Phylloporia*) y Phellinaceae (*Fomitiporia*, *Fulvifomes*, *Fuscoporia*, *Inonotopsis*, *Onnia*, *Phellinidium*, *Phellinus* y *Porodaedalea*).

Más tarde, sobre la base de las secuencias del gen de la subunidad grande del ADN ribosomal (nLSU o 28S rRNA), Wagner y Fischer (2002) aceptaron a *Fulvifomes* como un género distinto y válido en Hymenochaetaceae e incluyeron a las especies con basidioma pileado, un sistema hifal dimítico, basidiosporas pigmentadas (amarillentas, marrón amarillento a marrón rojizo) y la carencia de setas himeniales. Larsson *et al.* (2006) al analizar el orden Hymenochaetales (o clado Hymenochaetoide) presentaron en su árbol filogenético construido a partir del marcador 28S que *Fulvifomes* es recuperado como clado monofilético con cuatro especies y en un clado cercano se ubicaron *Aurificaria luteoumbrina* e *Inonotus porrectus*, lo que nos indica la necesidad de incluir más especies con secuencias para clarificar los clados. Dai (2010) clasificó algunas especies con basidioma resupinado y/o setas himeniales dentro de *Fulvifomes*, sólo basándose en

caracteres morfológicos. Además, realizó un análisis filogenético con el marcador nLSU con miembros de la familia Hymenochaetaceae de China, y encontró que *F. fastuosus* no se agrupó en ningún clado, por lo que consideró que *Fulvifomes* pudiera ser un género monofilético. Baltazar y Gibertoni (2010) propusieron solo con el análisis de caracteres morfológicos tres nuevas combinaciones en *Fulvifomes* (*F. melleoporus*, *F. membranaceus*, *F. merrillii*), las dos primeras especies resupinadas y la última pileada.

Sakayaroj *et al.* (2012) realizaron una caracterización molecular de los basidiomicetos asociados al mangle *Xylocarpus granatum* encontrando tres especies de *Fulvifomes* únicas en sus caracteres morfológicos y adaptaciones fisiológicas al ambiente marino. Sin embargo, estas especies forman filotipos (ITS, nLSU) y no se agrupan con otras especies conocidas del género, no obstante, los autores no propusieron nuevos taxa, señalando que se requiere de un mayor número de especies tipo secuenciadas podrán ser descritas. Mientras que *Inonotus luteoumbrinus* e *Inonotus porrectus* se agruparon dentro del clado *Fulvifomes*. Más tarde, Hattori *et al.* (2014) dieron los nombres de *F. halophila*, *F. siamensis* y *F. xylocarpicola* a estas especies que crecen en *X. granatum*.

Por otro lado, Zhou (2014) describió a *Fulvifomes hainanensis* basándose en el análisis de las secuencias del gen nLSU (28S) y la región ITS, incluyó *Aurificaria indica*, *Inonotus luteoumbrinus* (solo nLSU) e *I. porrectus* en su árbol filogenético, y encontró que se recuperaban dentro del clado de *Fulvifomes*, por lo que enmendó al género para incluir especies con sistema hifal monomítico y dimítico. Además, propone la nueva combinación a *Fulvifomes indicus* y consideró a *Aurificaria* como

sinónimo de *Fulvifomes*. Por lo contrario, para *Inonotus luteoumbrinus* e *I. porrectus* no los transfirió al género, argumentando que se requieren más secuencias de nLSU e ITS para ambas especies. Más tarde, Drechsler-Santos *et al.* (2016) cuando describieron al género *Phellinotus*, afín a especies de *Fulvifomes* y a *Aurificaria indica*, mantuvieron al género *Aurificaria* separado de *Fulvifomes* a pesar de tener una topología muy similar al árbol de Zhou (2014) que utilizó los mismos marcadores genéticos. Ji *et al.* (2017) describieron las especies *F. centroamericanus* y *F. krugiodendri* utilizando caracteres morfológicos y moleculares (nLSU e ITS), y encontraron los mismos resultados que Zhou (2014) referentes a *Fulvifomes indicus*, *Inonotus luteoumbrinus* e *I. porrectus* que se agruparon dentro del clado de *Fulvifomes*.

II. ANTECEDENTES

En México no existen estudios sobre *Fulvifomes*, y solo encontramos listados de macromicetos donde se han registrado especies de éste. Dicho género ha sufrido cambios a nivel taxonómico, algunos micólogos tanto mexicanos como extranjeros las han citado como pertenecientes a los géneros: *Aurificaria*, *Fomes*, *Fomitiporella*, *Pyropolyporus*, *Phellinus*, entre otros. De este modo los primeros trabajos en reportar especies que ahora pertenecen a *Fulvifomes* son los Patouillard y Hariot (1896) que mencionan a *Fomes rimosus* para Baja California Norte; más tarde, Patouillard (1898) describe a *Xanthochrous igniarioides* del estado de Morelos. Murrill (1912) registra a *Xanthochrous igniarioides* de la misma entidad, basándose en el espécimen de Patouillard y describe a *Pyropolyporus melleincintus* para Tehuacán, Puebla, siendo estos sinónimos de *Fulvifomes rimosus*; además, menciona a *Pyropolyporus pseudosenex* sin precisar localidad, siendo este sinónimo de *F. nilgheriensis*. Murrill (1915) señala *Fulvifomes sublinteus* para Topolobampo, Sinaloa el cuál es sinónimo de *Inonotus luteombrinus*; durante 1950-1970 las especies eran nombradas bajo el género *Fomes*. Dado esto Lowe (1957) reporta a *Fomes fastuosus*, *Fomes robiniae* y *Fomes switaniae* de México sin precisar localidad. Welden y Lemke (1961) mencionan a *Fomes robiniae* lo enlistan de Nuevo León y Veracruz; De la Campa (1966), a *Fomes fastuosus* para Morelos, Hidalgo, Puebla y Yucatán; *Fomes robiniae* Península de Baja California y *Fomes swietaniae* para Yucatán. Castillo *et al.*

(1969) registran a *Fomes robiniae* y *Fomes badius* del estado de Nuevo León; Reyes-Garza (1969) cita para Nuevo León a *Fomes badius*, *Fomes robiniae* y *Fomes switeniae*. Entre los años 1986 y en los 2000's las especies se encuentran bajo el género de *Phellinus*. Ojeda-López *et al.* (1986) lo hace para *Phellinus rimosus* para Guanajuato; Valenzuela y Chacón-Jiménez (1991) a *Phellinus fastuosus* para Tamaulipas; Raymundo y Valenzuela (2003) enlistan a *Phellinus fastuosus*, *Phellinus nilgheriensis*, *Aurificaria luteombrina* y *Phellinus badius* para el estado de Oaxaca; Montañaño *et al.* (2006) a *Phellinus rimosus*, *Phellinus robiniae* y *Phellinus badius* para Sonora; mientras que Valenzuela *et al.* (2007) describe a *Aurificaria castilloi* como nueva especie para Nuevo León; Romero-Bautista *et al.* (2010) a *Phellinus rimosus*, *Phellinus umbrinellus* y *Phellinus badius* para Hidalgo; Raymundo *et al.* (2013) *Phellinus badius*, *Phellinus rimosus*, *Phellinus robiniae*, *Aurificaria luteombrina* para Sonora y Álvarez *et al.* (2016) a *Fomitiporella inermis*, *Fomitiporella melleoporus* y *Fomitiporella umbrinellus* para San Luis Potosí. A continuación se presenta la lista de las especies validas en la página web Indexfungorum.org señalándose en negritas las validadas y sus sinónimos.

Lista de especies de *Fulvifomes* citadas de México

***Aurificaria castilloi* R. Valenz., Raymundo & Cifuentes** Citada por Valenzuela *et al.* (2007), Raymundo *et al.* (2013)

***Fulvifomes fastuosus* (Lév.) Bondartseva & S. Herrera**

=*Phellinus fastuosus* (Lev.) Ryvar den citado por Valenzuela y Chacón-Jiménez (1991), Raymundo y Valenzuela (2003)

=*Fomes fastuosus* (Lev.) Cooke citado por Galván-Villanueva y Guzmán (1977); Lowe (1957).

***Fulvifomes inermis* (Ellis & Everh.) Y.C. Dai**

=*Fomitiporella inermis* Ellis & Everh. Citado por Álvarez *et al.* 2016.

***Fulvifomes melleoporus* (Murrill) Baltazar & Gibertoni**

=*Fomitiporella melleopora* Murrill citado por Álvarez *et al.* 2016

***Fulvifomes nilgheriensis* (Mont.) Bondartseva & S. Herrera**

=*Pyropolyporus pseudosenex* Murrill citado por Murrill (1912)

=*Phellinus nilgheriensis* (Mont.) Cunn. Citado por Raymundo y Valenzuela (2003)

***Fulvifomes rimosus* (Berk.) Fiasson & Niemelä**

=*Phellinus rimosus* (Berk.) Pilát citado por Ojeda-López *et al.* 1986, Montañaño *et al.* (2006). Romero-Bautista *et al.* (2010), Raymundo *et al.* (2013)

=*Fomes rimosus* (Berk.) Cooke citado por Galván-Villanueva y Guzmán (1977) y Patouillard y Hariot (1896).

= *Pyropolyporus melleincinctus* Murrill citado por Murrill (1912 y 1915).

= *Xanthochrous igniarioides* Pat. Citado por Murrill (1912).

***Fulvifomes robiniae* (Murril) Murrill**

=*Fomes robiniae* (Murrill) Sacc. Citado por Castillo *et al.* (1969); De la Campa (1966); Lowe (1957); Reyes-Garza (1969) y Welden y Lemke (1961),
 =*Phellinus robiniae* Montañaño *et al.* (2006). Raymundo *et al.* (2013)

***Fulvifomes sanjanii* (Lloyd) Bondartseva & S. Herrera** citado por Pompa-González *et al.* (2011).

***Fulvifomes umbrinellus* (Bres.) Y.C. Dai**

=*Fomitiporella umbrinella* (Bres.) Murril citado por Álvarez *et al.* (2016).
 =*Phellinus umbrinellus* (Bres.) Ryv. Citado por Valenzuela *et al.* (2002), Romero-Bautista *et al.* (2010).

***Inonotus luteombrinus* (Romell) Ryvardeen**

Aurificaria luteoumbrina (Romell) D. A. Reid Citada por Valenzuela *et al.* (2002, 2007) Raymundo y Valenzuela (2003), Raymundo *et al.* (2013)
 =*Fulvifomes sublinteus* (Murril) Murril citada por Murril (1915).

***Phellinus swietenieae* Murrill**

=*Fomes swietenieae* (Murrill) Rick citado por De la Campa (1966); Lowe (1957); Reyes-Garza (1969).

***Phellinus badius* (Cooke) Cunn.** Citado por Valenzuela *et al.* 2002, Raymundo y Valenzuela (2003), Montañaño *et al.* (2006), Romero-Bautista *et al.* (2010). Raymundo *et al.* (2013), Álvarez *et al.* (2016).

= *Fomes badius* Cooke citado por Castillo *et al.* (1969), Reyes-Garza (1969).

III. Justificación

En la actualidad un estudio sobre la taxonomía y filogenia del género *Fulvifomes* a nivel mundial, solo trabajos aislados donde se registran nuevas especies o se hacen nuevas combinaciones de las especies dentro de los géneros. Algunas de estas propuestas están basadas solo con caracteres morfológicos, mientras que otras incluyen caracteres moleculares y morfológicos. No obstante, el Index fungorum (www.indexfungorum.org), reconoce 24 especies dentro del género *Fulvifomes*, algunas de ellas fueron validadas con caracteres morfológicos, mientras que otras con caracteres morfológicos y moleculares. Por otro lado, en el Index fungorum *Fulvifomes rimosus*, *F. robiniae* (especie tipo del género), *F. fastuosus* y *F. nilgheriensis* no son reconocidas dentro del género, aunque son ubicadas dentro del género *Phellinus*, No obstante, los análisis filogenéticos las agrupan dentro del clado *Fulvifomes*. Otro caso es el del género *Aurificaria* cuya especie tipo (*Aurificaria indica*) fue secuenciada con ITS y nLSU y cae dentro del clado de *Fulvifomes*, cuya nueva combinación ya fue propuesta (*Fulvifomes indicus*). En México fue descrita *A. castilloi* sin embargo será necesario hacer la extracción de ADN y su respectivo análisis filogenético y de esta forma definir su ubicación taxonómica. Sucede algo similar con las especies de *Fomitiporella* que forman un clado monofilético, no obstante, el Index Fungorum sigue validando a *Fulvifomes umbrinellus* (especie tipo), *F. inermis*, y *F. melleoporus*. Ante estas contrariedades o incongruencias, se decidió hacer un estudio taxonómico y filogenético de las especies validadas de *Fulvifomes* de México e incluir especies de los géneros en conflicto taxonómico y

aportar datos que permitan validar las especies que deban ser incluidas, así como también, las que requieran excluirse.

IV. Hipótesis

Las especies del género *Fulvifomes* y afines serán resueltas con ayuda de la filogenia molecular basada en la secuencia del marcador ITS y nLSU para detectar la validez de ellas y sus diferencias.

V. Objetivo general

Describir las especies del género *Fulvifomes* en los tipos de vegetación presentes en las zonas de recolección seleccionadas, mediante el estudio de los caracteres morfológicos y moleculares para analizar las relaciones filogenéticas, entre los taxones de este grupo.

VI. Objetivos específicos

- 1) Describir los especímenes recolectados y del material del herbario ENCB a través de los caracteres macroscópicos y microscópicos del basidioma para determinar las especies.
- 2) Determinar los hospederos de los especímenes recolectados.

Analizar las relaciones filogenéticas de las especies de *Fulvifomes* mediante la secuenciación los marcadores moleculares ITS (primers ITS1, ITS4) y nLSU o 28S (primers LR0R y LR7) para inferir las afinidades entre los géneros y resolver los complejos de especies

VII. Materiales y métodos

VII. 1 Área de estudio.

En el presente trabajo se seleccionaron 9 sitios de recolección en el tipo de vegetación bosque tropical caducifolio (BTC) con ecotonos en matorral xerófilo (M), y 3 con bosque mesófilo de montaña (BMM) con bosque de *Quercus* (BQ) (Cuadro 1).

Cuadro 1.- Sitios de recolección

Sitio de recolección	Vegetación	Coordenadas
Área de Protección de Flora y Fauna (APFF). Sierra de Álamos y Río Cuchujaqui. Sonora	BTC-Matorral Xerófilo	
Reserva de la Biosfera El Cielo. Tamaulipas	BTC, BMM y Bosque de <i>Quercus</i>	LN 23° 05' 05.7", LO 99° 09' 41.8"
Puente de Dios, Municipio de Tamasopo, San Luis Potosí	BTC	LN 21°55'21" LO 99°23'33"
Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán (RBTC). Puebla y Oaxaca	BTC y Matorral Xerófilo	LN 18°11'21.30 LO 97°14' 51.66
Sierra de Picachos, Nuevo León.	Matorral Xerófilo y Bosque de <i>Quercus</i>	LN 25° 56' 37.6", LO 100° 00'
Reserva de la Biosfera de Calakmul, Campeche	BTP/BTC	LN 18°36'43" LO 89°32'53"
La Esperanza, Municipio de Santiago Comaltepec, Oaxaca	BMM (<i>Oreomunnea mexicana</i>)	LN 17°37'58.92 LO 96°21.54.81
Reserva de la Biosfera Isla Cozumel	BTC y manglares	

VII. 2 Revisión bibliográfica

Se realizó la revisión bibliográfica de trabajos que citan especies del género *Fulvifomes* o con el nombre de sus sinónimos. También se revisó literatura referente a los datos geográficos, fisiográficos y climáticos de las zonas propuestas para este proyecto.

VII. 3 Revisión de Herbario

Los especímenes de la Colección de Hongos “Dr. Gastón Guzmán Huerta” del Herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional (ENCB). Fueron revisados para localizar especímenes de *Fulvifomes* y estudiarlos macro y microscópicamente.

A los ejemplares revisados se les tomaron los datos de la etiqueta tales como recolector y número de recolección, localidad, altitud, vegetación, hospedero y fecha y posteriormente se hará el estudio morfológico para ubicar la especie afín, dado que será difícil obtener ADN de ellos.

En total se seleccionaron 184 especímenes de *Phellinus* s.l. (Fig. 1), de los cuales 104 pertenecían al género *Fulvifomes*, 5 al género *Aurificaria*, 33 fueron descartados por pertenecer a otros géneros (*Phellinus*, *Fuscoporia*, *Fomitiporia* e *Inonotus*) por presentar caracteres no relacionadas al género como son esporas hialinas y/o setas himeniales. Sin embargo, dos especímenes de *Inonotus* fueron retomados por sus características como: ausencia de setas, esporas amarillas-rojizas, su consistencia corchosa y ser muy livianos. Y nueve especímenes de *Phellinus* que presentaban características similares a *Fulvifomes*, y con esporas marrón oscuro, se les hizo la extracción de ADN para analizarlos filogenéticamente y ubicarlos en *Fulvifomes* o en otros géneros afines.



Figura 1 A. *Fomitiporia* sp., B. *Phellinus* sp., C., *Fulvifomes* sp.

VII. 4 Recolección de especímenes en campo

Los sitios de seleccionados fueron explorados (Cuadro 1) y los especímenes recolectados que pertenecían o fueran afines al género *Fulvifomes* se les registraron sus características macromorfológicas de importancia taxonómica como:

- Tamaño, textura, ornamentación y consistencia de las diferentes partes del basidioma según las técnicas indicadas por Cifuentes *et al.* (1986) y Valenzuela (2011).
- Tamaño de poros por mm.
- Color del basidioma el cual se describirá de acuerdo con la tabla de colores de Kornerup & Wanscher (1978).
- Color de la esporada.

Además, se tomaron datos de campo como fecha, localidad, tipo de vegetación, hospedero, hábito, hábitat y datos del colector. Asimismo, se tomaron fotografías de los ejemplares *in situ* con cámara Nikon S600, P900 y D5500, D7000, Canon Sx-50HS para una mejor apreciación de las características morfológicas precederas.

Para la recolección de los especímenes se utilizó una bolsa de tela, un organizador de plástico, pala de jardinero, un formón, martillo o hacha, papel encerado y bolsas de papel de estraza.

Se recolectaron durante los meses octubre, noviembre de 2017 se buscaron especímenes de *Fulvifomes*, al ser especies perennes que se pueden encontrar durante todo el año.

De las exploraciones realizadas a seis estados de la República Mexicana (San Luis Potosí, Nuevo León, Tamaulipas, Campeche, Quintana Roo y Yucatán) (Cuadro 2). Se obtuvieron 42 especímenes del género *Fulvifomes*, donde se buscaban basidiomas de hongos poliporoides que presentan características macroscópicas a *Fulvifomes* (Fig. 1) como lo son píleos rimosos, quebrados o craquelados con himenoforo de color leonado (color típico), a diferentes tonos de marrón, marcas de la esporadas de color marrón en el sustrato (Fig. 1B, C).

Adicionando los 104 especímenes del herbario obtenemos 146 especímenes del género y 5 especímenes de *Aurificaria* a los cuales se les hicieron su respectivo estudio morfológico. Y aquellos que presentaron problemas de identificación taxonómica o las especies que estén representadas en diferentes estados se procedió hacer extracciones de ADN para analizar su posición, distribución y relación filogenética.

Cuadro 2.- Exploraciones realizadas

Estado	Municipio	Localidad	Vegetación	Altitud	LN	LO	Fecha
Nuevo León	Sabinas Hidalgo	Camino a Sombreretillo	Matorral Xerófilo	375	26.282071	-99.962151	27-oct-17
Nuevo León	Sabinas Hidalgo	A faldas de la Sierra Picachos	Matorral Xerófilo	389	26.27639	-99.961571	27-oct-17
Nuevo León	Sabinas Hidalgo	Rancho "La Sardina"	Bosque de Galería	402	26.270848	-99.961473	27-oct-17
Nuevo León	Sabinas Hidalgo	La Turbina	Matorral Xerófilo	324	26.487325	-100.21532	28-oct-17
Nuevo León	Bustamante	Ojo de agua	Matorral Xerófilo		26 32 59.34	100 34 53.68	29-oct-17
San Luis Potosí	Guadalcázar	Km 26 Carretera Cerritos entronque con Tula	Matorral Xerófilo	1255	22.604852	-100.17062	09-oct-17
San Luis Potosí	Tamasopo	Puente de Dios	Matorral Xerófilo	484	21.929313	-99.415424	03-nov-17
San Luis Potosí	Cerritos	Carretera Querétaro- San Luis Potosí km 98 y 97	Matorral Xerófilo	1599	22.54164	-100.471535	02-nov-17
Tamaulipas	Gómez Farías	Roca "El Elefante"	<i>Pinus pseudostrobus, P. patula, Quercus germana, Q. sartorii, Tejocote y elementos del BMM</i>	1625	23.033641	-99.276185	07-oct-17
Tamaulipas	Gómez Farías	500 metros al norte de la roca "El Elefante"	BMM con <i>Pinus patula</i> y <i>P. montezumae</i>	1662	23.038093	-99.272914	07-oct-17
Tamaulipas	Gómez Farías	Cabañas de San José	Bosque de <i>Quercus, Pinus (Mixto)</i>	1346	23.048792	-99.230819	07-oct-17
Tamaulipas	Gómez Farías	Valle del Ovni	Bosque de <i>Pinus patula</i>	1334	23.0567444	-99.2296472	06-oct-17
Tamaulipas	Gómez Farías	La Florida	Matorral Xerófilo	101	22.989313	-99.143053	05-oct-17
Tamaulipas	Gómez Farías	Hotel Posadas	BTC	366	23.06069	-99.15894	06-oct-17
Tamaulipas	Gómez Farías	El Mirador	Matorral Xerófilo	874	23.051783	-99.18194	06-oct-17
Tamaulipas	Gómez Farías	Ecotono	Matorral Xerófilo/BMM	1162	23.055549	-99.212796	06-oct-17
Tamaulipas	Gómez Farías	2 km antes de la Gloria	Matorral Xerófilo	1575	23.05019	-99.243243	07-oct-17

VII. 5 Identificación de plantas hospederas

Además de las muestras de basidiomas se recolectó un ejemplar de la planta hospedera, cuando se tiene a disposición estructuras como ramas, inflorescencia o frutos se prensaron, y herborizaron para su determinación Fig. 2A, Fig. 5B hospedero *Pithecellobium*, y para el caso de las Fig. 5C y 5E que las dimensiones de la planta son muy grandes para poder alcanzar una rama se tomaron fotos con el telefoto para poder ver la morfología de las hojas y observar el fruto (si es que presenta), ya que este tipo de hongos se pueden encontrar a nivel de raíz, en el tronco desde 20 cm a 10 m de altura, el árbol de la figura 5E (*Enterolobium cyclocarpum*) aproximadamente media 20 m y el hongo se encontraba a unos en este caso a 1.5-1.8 m de altura.

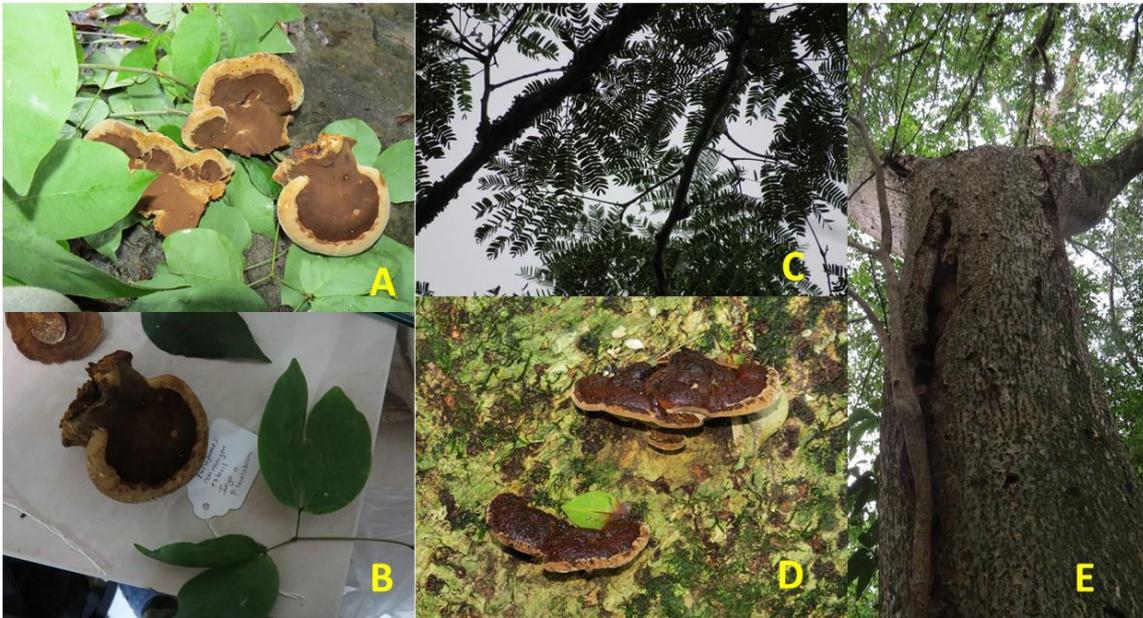


Figura. 2 A. *Fulvifomes*, B *Fulvifomes* con hospedero etiquetado, C. Copa del hospedero, D. *Fulvifomes* en el tronco del hospedero, E. dimensiones del hospedero (*Enterolobium cyclocarpum*)

VIII. 6 Medio de cultivo EMA

Se utilizó Difco™ Extracto de Malta Agar (EMA) suplementado con cloranfenicol y benomilo, el cual se preparó añadiendo 33.6 g de EMA en 1 L de agua destilada, dentro de un matraz de Erlenmeyer se agita frecuentemente y se deja hervir durante cinco min para disolver completamente el polvo. Se esterilizó en una autoclave a 121°C y 15 PSI por 30 min. El medio se dejó enfriar a 40-45°C aproximadamente, se suplementó con cloranfenicol y benomilo a concentraciones finales de 50 y 2 ppm para inhibir la proliferación bacteriana e impedir el crecimiento de hongos anamórficos respectivamente, y se homogenizó y vació en cajas Petri desechables de 100 x 15 mm y 60 x 15 mm.

VII. 6. 1 Métodos de aislamiento y cultivo.

A partir de los especímenes recolectados en campo de *Fulvifomes* se aislaron himenóforo, contexto/subiculum o esporada. De cada ejemplar, se cortó en fragmentos pequeños de 1-2 mm² aproximadamente y se colocaron con pinzas de punta fina en el medio de cultivo EMA suplementado con cloranfenicol y benomilo. Las cajas Petri se incubaron a temperatura ambiente o a 25°C para observar el crecimiento hifal. Una vez que se desarrolló el micelio del hongo, se resembró en otra caja de Petri, sin antibióticos ni benomil. Se repitió el procedimiento hasta obtener cultivos puros del hongo, los cuales se conservaron entre 4-8°C para posteriormente obtener ADN.

VII. 7 Preservación

Los ejemplares se trasladaron al Laboratorio de Micología del Departamento de Botánica de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas I. P. N. en donde fueron herborizados de la siguiente manera. Para la etapa de deshidratación se utilizó una secadora que tiene en la base una parrilla eléctrica, la cual permite que el calor se disperse de una manera más homogénea. Los ejemplares se dejaron durante 48 h a una temperatura de 60°C. Posteriormente, se colocaron en una cámara de desinfección a la que se le añadió cloroformo al 100% por 24-48 h.

VII. 8 Conservación

Los ejemplares recolectados se etiquetaron y anexaron los datos tomados en campo y en algunos casos se incluyeron notas y dibujos de los detalles microscópicos relevantes. Los ejemplares se colocaron en cajas rotuladas con el nombre de la especie, colector, número de colecta y el estado, los cuales serán incorporados a la colección de hongos del herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (ENCB) al finalizar este trabajo.

VII. 9 Identificación y Determinación

La preparación de los especímenes para la examinación microscópica inició con el montaje de cortes a mano alzada en portaobjetos. Se usaron claves dicotómicas para identificar morfológicamente los ejemplares recolectados de acuerdo a los criterios de Murrill (1914, 1915) y Cifuentes *et al.* (1986).

Se describieron los caracteres micromorfológicos de los basidiomas tomando como base las siguientes estructuras:

- Esporas: tamaño, forma color, grosor de paredes, ornamentación según las técnicas indicadas por Valenzuela (2011).
- Basidios: tamaño, forma color, número de esterigmas, longitud de esterigmas.
- Cistidiolos (si están presentes): tamaño, forma color, grosor de paredes.
- Sistemas hifales: tipo de hifas (generativas, conectivas o esqueléticas) presentes, y descripción de ellas en diámetro, ramificadas o no, color, grosor de paredes. El himenóforo, contexto, píleo y corazón granular fueron caracterizados por separado de acuerdo al tipo de hifas que presentaban.
- Trama himenoforal: disposición hifal, grosor, diámetro del poro en micras.

VII. 10 Trabajo en laboratorio

Del material obtenido en fresco y/o del material identificado morfológicamente o con problema de determinación se procedió a extraer material genético.

VII. 10. 1 Preparación del amortiguador de extracción CTAB + PVP-40

Se usó el protocolo CTB de Doyle y Doyle 1987 modificado para este estudio. Brevemente, antes de iniciar la extracción se precalentaron en un baño María 5 mL del amortiguador CTAB acondicionado con 25 µL de PVP-40 a 60°C hasta que el PVP-40 se disolvió.

VII. 10. 2 Extracción de ADN

El proceso de extracción de ADN inició pesando 50 mg de basidioma el cual fue colocado en un mortero con nitrógeno líquido y macerándose hasta pulverizar añadiendo 500 µl del amortiguador de extracción (CTAB + PVP-40), volviendo a macerar nuevamente hasta formar una pasta de color marrón (característico del basidioma) finalmente se transfirió la mezcla a un tubo Eppendorf 1.5 mL estéril.

El tubo con la muestra y amortiguador de extracción incubándose en Thermoblock a 65°C durante 3 h, retirándose la muestra del Thermoblock adicionando 500 µL de cloroformo-alcohol isoamílico 24:1 dejando reposar en hielo durante 30 min. Después, se centrifugó durante 10 min a 13,000 rpm, recuperándose la fase acuosa (aproximadamente 800 µL) y se colocó en un nuevo tubo Eppendorf de 1.5 mL estéril, al cual se adicionaron 500 µL de isopropanol absoluto frío (-20°C). La mezcla se mantuvo en el congelador a -20°C durante toda la noche. Posteriormente, el tubo se centrifugó durante 10 min a 13,000 rpm, se decantó el sobrenadante sin perder el pellet, y adicionaron 300 µL de etanol al 70% frío y para lavar y desalar el "pellet". El tubo se volvió a centrifugar durante 5 min a 13,000 rpm, se decantó el sobrenadante cuidando de no perder el pellet y se secó al vacío en una

centrifugadora al vacío durante 15 min a 23°C. El DNA se resuspendió 50 µL de amortiguador TE.

VII. 10.3 Rectificación de oligonucleótidos.

Los oligonucleótidos reportados para el gen nLSU, LR0R y LR7, (Vilgalys y Hester, 1990) (Moncalvo *et al.*, 2000) y para el marcador ITS el ITS1 e ITS4 (White *et al.*, 1990) (Cuadro 3), se alinearon en el programa SeaView version 4.6.4 (Gouy *et al.*, 2010), con secuencias del género *Fulvifomes*, *Phellinus*, *Fomitiporia* *Fuscoporia* y *Aurificaria* reportados en NCBI (National Center for Biotechnology Information) (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/>).

Cuadro 3. Secuencia de oligonucleótidos utilizados

Oligo	Secuencia	Tamaño del producto (pb)
LR0R	5'-ACC CGC TGA ACT TAA GC-3'	1200-1448
LR7	5'-TAC TAC CAC CAA GAT CT-3'	
ITS1	5'-TCC GTA GGT GAA CCT GCG G-3'	680-750
ITS4	5'-CC TCC GCT TAT TGA TAT GC-3'	

VII. 10.4 Amplificación por PCR.

Las reacciones de amplificación se prepararon de acuerdo para cada gen con un volumen final de 25 µL (cuadro 4), el programa de PCR se ilustra en el cuadro 5. El producto se analizó en geles de agarosa al 1%. La amplificación se realizó en el termociclador Veriti™ 94 Well Thermal Cycler.

Cuadro 4.- Máster mix para los marcadores nLSU e ITS

Marcador	28S rRNA (nLSU)	ITS
Reactivos	(μ L)	(μ L)
Agua	12.85	13.85
Amortiguador (1X)	2.5	2.5
MgCl ₂ (2 mM)	1.5	1.5
dNTPs (0.05 mM de cada DNTP)	1.25	1.25
(Primer) Forward (1 pM)	1	1
(Primer) Reverse (1 pM)	1	1
BSA (10 nM)	0.7	0.7
Betaina (3 M)	2	2
Taq (1U)	0.2	0.2
DNA (10-100 ng)	2	1
Total	25	25

Cuadro 5. Programa del termociclador para la reacción en cadena de la polimerasa

			Temperatura (°C)	
			ITS4	nLSU (28 S rRNA)
Desnaturalización inicial	1 ciclo	5 min	94	94
Desnaturalización	35 ciclos	1 min	94	94
Alineamiento		1 min	58	55
Extensión		1 min	72	72
Extensión final	1 ciclo	10 min	72	72

VII. 10.5 Purificación

Los productos de PCR se purificaron de acuerdo al protocolo del Kit de purificación DNAClean & Concentrato™ -5 (Zymo Research, Ca, USA) y mandaron a secuencias por la tecnología de Sanger en MacroGen® en Seúl Corea.

VII. 11 Análisis filogenético.

Los electroferogramas se examinaron con la ayuda del paquete de cómputo BioEdit 7.0.5.3 (Hall, 1999) y se editaron en el programa SeaView. Con ayuda del programa jModelTest 2.1.7 se eligió el modelo de sustitución nucleotídica por el valor de BIC dando como resultado GTR+I+G. Las secuencias se alinearon, empleando el algoritmo de CLUSTAL y se editaron manualmente hasta obtener el mejor alineamiento. El alineamiento para el marcador ITS quedó con un total de 680 nucleótidos, para el nLSU 1184 pb y para el concatenado del marcador nLSU va de la posición 1-807 y el ITS (ITS1+5.8+ITS2) va de la posición 813-1225. Subsecuentemente se realizaron los análisis filogenéticos por inferencia Bayesiana en el paquete de cómputo MrBayes. 3.2.6 con 200 000 generaciones, burning 25%, temperatura de 0.2 con MCMC (Cadenas de Markov a través del método de Monte Carlo) de 4 cadenas y una frecuencia de muestra de 500.

VIII. RESULTADOS

Fueron determinadas 14 especies dentro del género *Fulvifomes*: *F. badius*, *F. castilloi*, *F. centroamericanus*, *F. fastuosus*, *F. krugiodendri*, *F. luteoumbrinus*, *F. mangroviscus*, *F. merrilli*, *F. nilgheriensis*, *F. porrectus*, *F. rimosus*, *F. robiniae*, *F. sanjani* y *F. switeniae*. De éstas, se registran por primera vez para México a *Fulvifomes centroamericanus* y *Fulvifomes krugiodendri*. Adicionalmente, se describen cinco probables especies nuevas para la ciencia, las cuales se identificaron por análisis molecular, y se proponen cuatro nuevas combinaciones en *Fulvifomes*: *F. badius*, *F. castilloi*, *F. luteoumbrinus* y *F. porrectus*.

Las especies se enlistan en orden alfabético y se indica el estado, provincia (solo para Oaxaca), distrito (solo para Oaxaca), municipio, localidad, altitud, vegetación, fecha, nombre del recolector y número de recolecta, con su descripción morfológica los colores se mencionan de acuerdo con la tabla de colores de Kornerup & Wanscher (1981). Además de hábitat, distribución, material revisado y observaciones.

Los ejemplares fueron depositados en la colección de Hongos “Gastón Guzmán” del herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, mientras que las secuencias se depositarán en el Genbank una vez que se elabore la versión final de la publicación.

VIII. 1. Descripciones de las especies estudiadas

1. *Fulvifomes badius* (Cooke) Gay, Raymundo, Hernández & R. Valenz comb. nov.

Basidioma de 40-60 x 30-50 x 20-40 mm, perenne, pileado-sésil, dimidiado, aplanado a ungulado, leñoso, de solitario a gregario. Píleo conchado, superficie seca, zonada, rimosa, surcada, con protuberancias irregulares alrededor de la base, agrietada en forma irregular, en los especímenes jóvenes es aterciopelado y de color amarillento y en los adultos es casi glabro y de color ámbar, marrón oscuro, casi negro. Margen redondo, grueso, estéril, en los especímenes en crecimiento de color marrón claro, aterciopelado y tomentoso, en los adultos casi negro, rimoso y maderable. Himenóforo de color marrón amarillento y en los adultos de color marrón ferruginoso con poros circulares, de 2-4 por mm, en los especímenes jóvenes es, tubos estratificados, de 3-5 mm de longitud en cada capa, en ejemplares jóvenes de color marrón ferruginoso y en los adultos concoloro con los poros, de paredes gruesas. Contexto hasta de 10 mm de grosor, con corazón granular hacia el base bien desarrollado, de fibroso radialmente a leñoso, de color marrón amarillo a marrón rojizo, zonado. Sistema hifal dimítico con hifas generativas septadas, con septos simples, de hialinas a amarillentas, inamiloides, algunas ramificadas, de paredes gruesas, de 1.6-3.2 μm de diámetro en el himenio, de 4-0-4.8 μm de diámetro en el contexto y de 2.4-4.0 μm de diámetro en el píleo, abundantes. Hifas esqueléticas de color marrón amarillento a marrón rojizo, inamiloides, no ramificadas de paredes gruesas (hasta 0.8 μm de grosor) a sólidas, con un lumen

amplio, de 2.4-4.0 μm de diámetro en el himenio, de 3.2-4.8 μm de diámetro en el contexto y de 2.4-4.8 μm de diámetro en el píleo, dominan en el cuerpo fructífero. Setas himeniales ausentes. Basidios de 15-20 X 6-8 μm , hialinos, de claviformes, tetraspóricos, esterígmata de 2.4-5.6 μm de longitud. Esporas de 4.8-6.4 (-7.2) x 3.2-4.8 μm , de color marrón rojizo, inamiloides, de ampliamente elipsoidales a elipsoidales, con un lado plano, de paredes gruesas, lisas.

Hábitat: Crece sobre leguminosas en matorral xerófilo y en bosque tropical caducifolio y causa una pudrición blanca.

Distribución: se ha citado de Estados Unidos (Gilbertson y Ryvarden 1987) y de México por Valenzuela.

Material estudiado: **Guanajuato**, municipio Xichú, Cerro del Bernalejo 2050 msnm, matorral xerófilo-bosque tropical caducifolio 26-ocutbre-1984 S. Ojeda 72. **Jalisco**, agosto 27, 1986, M. Arreola; municipio San Martín de Bolaños, El Cosme, Km 14 al SW de la cabecera municipal, 1300 msnm, Bosque de encino perturbado /matorral xerófilo, enero 03, 1986, A. Flores s/n. **Michoacán**, municipio Uruapan, Uruapan a Playa Azul, 400 msnm, Bosque tropical perturbado, julio 19, 1980, G. Guzmán 18072; 18073. **Nayarit**, municipio Del Nayar, Huaynamota, 710 msnm, Bosque tropical caducifolio, noviembre 04, 1991, 33546 J. Mier y Téran S. 2. **Nuevo León**, R. Valenzuela 6526; R. Valenzuela 6537; R. Valenzuela 6905; municipio Agualeguas, alrededores de Agualeguas, 192 msnm, matorral xerófilo, junio 15, 1967, C. Reyes 1146; municipio Bustamante, 2 km al Este de Bustamante, 495 msnm, matorral xerófilo, septiembre 16, 1967, Abel G. Leal y V.V Velazco 175; Cañón de Bustamante, 474 msnm, matorral xerófilo, junio 10, 1978, F. García de León S/N; Ojo de agua, 520 msnm, matorral xerófilo, octubre 29, 2017, A. Gay 1223;

1226; 1 Km al O de Bustamante, 460 msnm, matorral xerófilo, agosto 25, 1968, C. Reyes S/N; municipio Mina, Rancho San Antonio, SW de Candela, 620 msnm, matorral xerófilo, S/F, J. R. Gimete S/N; Alrededores de Mina, 595 msnm, matorral xerófilo, julio 26, 1967, C. Reyes S/N; municipio Dr. Arroyo, Estanque Carranza, 1954 msnm, matorral xerófilo, marzo 12, 1971, C. Reyes y J. Castillo S/N; municipio General Treviño, 20 km al Este de General Treviño, por la carretera a Reynosa, 123 msnm, matorral xerófilo, junio 18, 1967, C. Reyes 1155; municipio Los Ramones, F. González, 190 msnm, matorral xerófilo, junio 02, 1963, C. Reyes S/N; municipio Montemorelos Cerca del arroyo El Encadenado, Carretera Montemorelos a Linares 642 msnm, matorral xerófilo, junio 07, 1973, G. Guzmán 11141A, agosto 09, 1973 G. Mendiola 303, 306; municipio Pesquería, El Arenal, 318 msnm, matorral xerófilo, S/F, C. Reyes S/N. municipio Sabinas Hidalgo, matorral xerófilo, R. Valenzuela 6906; , La Cuchilla, 5 km al NO de Sabinas Hidalgo, 325 msnm, matorral xerófilo, julio 13, 1986, A. González-Velázquez 558; municipio Sabinas Hidalgo, La Cuchilla, 5 km al NO de Sabinas Hidalgo, 325 msnm, matorral xerófilo, julio, 13, 1986, R. Valenzuela 5447, 5448; Presa Sombreretillo, 407msnm, matorral xerófilo, agosto 04, 1985, R. Valenzuela 5189, alrededores de Sombreretillo, 375 msnm, matorral xerófilo, octubre 27, 2017, A. Gay 1116; 1117, 1118, R. Valenzuela 4336; municipio Santiago, Potrero Redondo. Bosque de encino, marzo 24, 1979, R. E. Coronado S/N; Cola de Caballo, 773msnm, bosque de *Quercus*, octubre 01, 1977, A. Espinoza B. S/N.; Laguna de Sánchez, 1898msnm, matorral xerófilo, abril, 01, 1977, Nora Olivia Olvera S/N.

Material adicional: Honduras Carretera Panamericana de Honduras cerca de Nicaragua, 60msnm, bosque tropical caducifolio, S/F, G. Guzmán 371.

Discusión: Esta especie se caracteriza por presentar basidiomas medianos a grandes con una superficie rimosa, por su corazón granular y por el tamaño y forma de las esporas. Otras especies afines son: *F. rimosus* y *F. robiniae* que presentan basidiomas con corazón granular y sus caracteres microscópicos son muy similares, separándose solo por el número de poros por mm, siendo más pequeños en la primera de 4-6 y en la segunda de 7-9 por mm y son más grandes en *P. badius* de 2-3 por mm.

2. *Fulvifomes castilloi* (R. Valenz., Raymundo & Cifuentes) Gay, Hernández, Raymundo & R. Valenz, comb. nov. (Fig. 3)

Basónimo: *Aurificaria castilloi* R. Valenz., Raymundo & Cifuentes

Basidioma de 70-220 x 60-140 x 10-40 mm, anual, pileado-sésil a subestipitado, simple a imbricado, de consistencia corchosa a leñosa, quebradizo cuando seco. Píleo dimidiado y aplanado en algunos especímenes, irregular y grueso en otros, en ejemplares con estípite excéntrico el píleo es deprimido, de color amarillo ocre (5C7) a marrón dorado (5D7) en ejemplares jóvenes, de marrón canela (6D6), marrón cacao (6E6) a marrón oscuro (6F4) o casi negro por una cutícula que se forma desde la base hacia el margen en los ejemplares maduros o viejos, la cutícula está bien desarrollada en los ejemplares grandes y viejos, escasa o nula en los jóvenes, aterciopelado a finamente tomentoso en especímenes jóvenes, glabrescente en la madurez, agrietado en los viejos, de azonado a zonado, sulcado, rugoso, en algunos pruinosos, con el polvo de color amarillo ocre (5C7) en ejemplares jóvenes marrón (6E8) en los maduros. Margen agudo y fértil, de color amarillo ocre (5C7) en especímenes jóvenes y marrón canela (6D6) a marrón oscuro (6F4) en ejemplares viejos. Himenóforo con poros de 2-4 por mm, angulares, de color marrón amarillento (5F7), marrón grisáceo (6D3) a marrón (6E4) cuando joven, después gris marrón (6F8), marrón rojizo (8F8) a marrón oscuro (7F8, 7F5, 8F4), con los bordes lacerados. Tubos concoloros con los poros hasta 12 mm de profundidad. Estípite poco desarrollado, lateral o excéntrico, amorfo, muy granuloso, rugoso o escruposo, formado por tejido fúngico y material inerte o sustrato. Contexto hasta 30 mm de grosor, simple, zonado concéntricamente, fibroso, de color marrón amarillento

(5E5), marrón dorado (5D7) a marrón (6E5). Sistema hifal monomítico o pseudodimítico, con hifas generativas de septos simples, septos muy frecuentes en algunas hifas o muy espaciados en otras, hialinas, amarillentas, marrón amarillentas a marrón rojizas en KOH, de paredes delgadas a gruesas, simples a ramificadas; con algunas hifas esqueletizadas sin septos o con septos muy espaciados, de marrón amarillentas, marrón rojizas a marrón oscuras en KOH, de paredes gruesas a muy gruesas (hasta 3.2 μm de grosor), no ramificadas, presentes en el contexto de los ejemplares grandes, no observadas en los jóvenes, muy escasas en la trama. En la trama himenoforal las hifas son subparalelas a ligeramente entrelazadas, simples a ramificadas, de paredes delgadas a ligeramente engrosadas de 3.2-5.6 μm de diámetro; en el contexto las hifas están dispuestas radialmente, subparalelas a ligeramente entrelazadas, simples a poco ramificadas, de paredes delgadas a muy gruesas 3.2 μm -5-8 μm de diámetro. Setas ausentes. Cistidiolos escasos, de 14-17 x 4- 5.6 μm , lageniformes a subfusoides, hialinos a amarillentos en KOH. Basidios de 14-22 x 6.4-9.6 μm , hialinos a amarillentos en KOH, tetraspóricos, claviformes a elipsoides, esterigmas de 3-4 μm de largo. Basidiosporas de 6.4-8 x 4.8-6.4 μm , globosas, subglobosas a ampliamente elipsoides, marrón amarillentas en agua, de color marrón oliváceo en KOH, inamiloides, lisas, de paredes gruesas 1.0 μm .

Hábitat. Solitario a gregario, en el suelo o sobre la base de árboles vivos de *Quercus* en bosque de encinos. Causa una pudrición blanca en la madera y pudrición de cuello que ocasiona la muerte de los árboles.

Distribución.

Material revisado. Nuevo León, municipio de Agualeguas, El Nogalar, noviembre 21, 1967, J. Castillo 217 (Holotipo ENCB, Isotipo FCME, UNL).

Discusión. *Aurificaria castilloi* se define por la forma, tamaño y color de sus basidiomas, el tamaño de los poros y por sus esporas grandes, caracteres que la separan fácilmente de las demás especies del género *Aurificaria*. Una especie afín es *A. indica*, pero se distingue por tener de 4-6 poros por mm y esporas más pequeñas de 5-6 x 4.5- 5.5 μm según Corner (1991) y de (4)5-7 x (4)4.5-6 μm según Ryvarden y Johansen (1980). Esta especie ha sido confundida con *Pseudoinonotus dryadeus* (Pers.: Fr.) Murrill, que también ocasiona pudrición de cuello en encinos, pero se diferencia por presentar setas himeniales y esporas hialinas o amarillentas en KOH y dextrinoides.

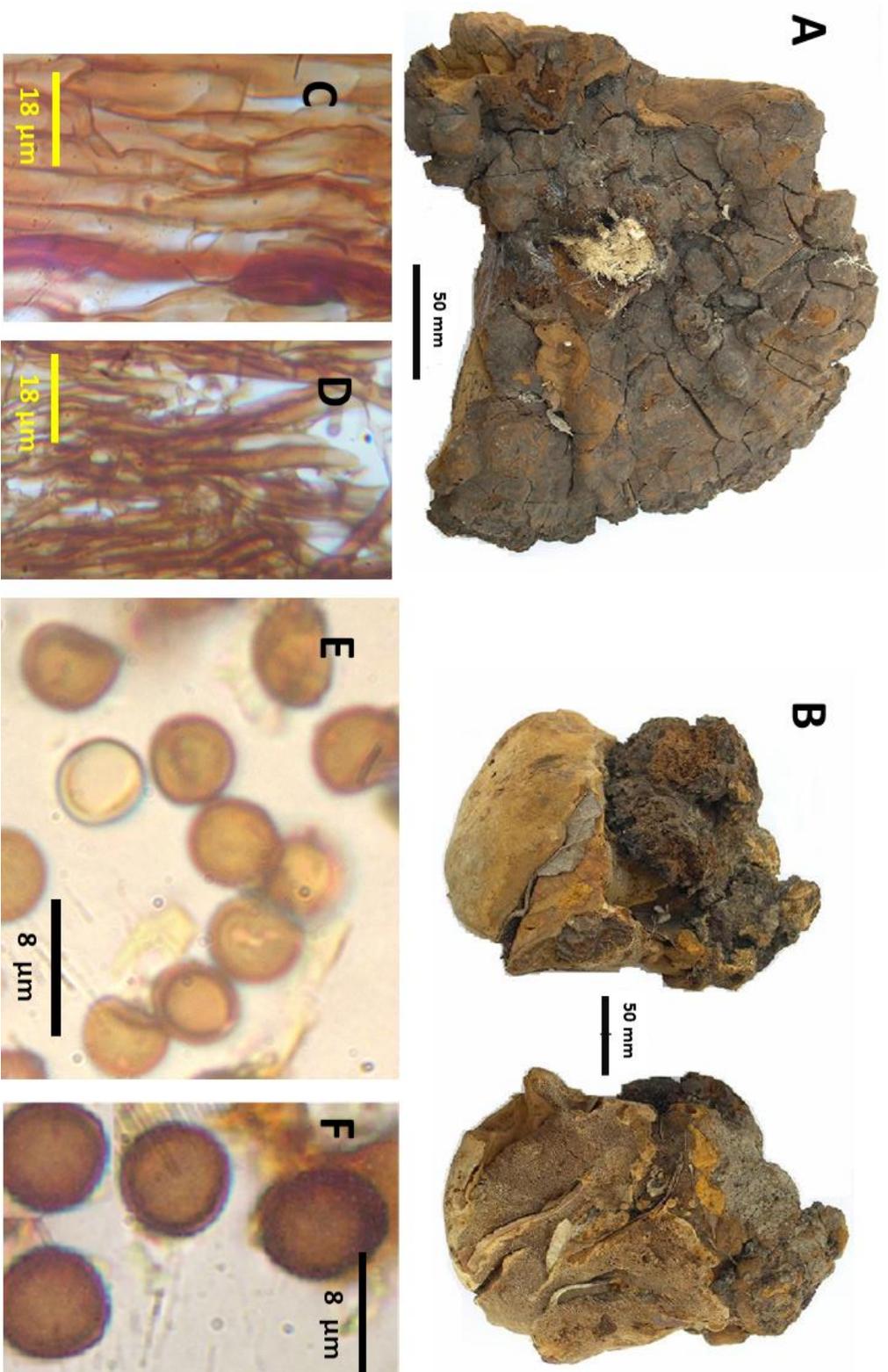


Figura 3. A. pileo de *Fulvitromes castilloi*. B. Vista lateral del basidioma. C. Hifas del contexto, D. hifas de la trama. E. esporas verdes oliváceas en agua. F. esporas marrón en KOH al 5%.

3. *Fulvifomes centroamericanus* Y.C. Dai, X.H. Ji & Vlasák, in Ji, Wu, Dai & Vlasák, MycoKeys 22: 4 (2017)

Basidioma perenne, solitario, de 150-200 x 80-120 x 6-40 mm, pileado-sésil, completamente adherido al substrato, de consistencia leñosa. Píleo semicircular, dimidiado, unglado color marrón oscuro (7F4), marrón claro (7E5, 6E7, 6D5), por lo general las zonas de color negro que presenta se forman con los bordes de cada una de las capas del píleo que se han ido desarrollando durante su crecimiento; se forma desde la base una costra de color marrón oscuro (6F3), casi negro, escabrosa, y muy ramosa. Margen estéril, agudo. Himenóforo con poros de color marrón oscuro (7F4, 7E5), amarillo oscuro (5D7 a 6E8), brillantes, redondos, de bordes gruesos y enteros, de 8-10-poros por mm. Tubos de 5-7 capas, cada una de ellas separadas por una pequeña porción de contexto que llega a medir más de 25 mm de grosor, concoloro al himenóforo. Contexto de color amarillo ocre (5D7) a marrón claro (6D7), presenta una línea negra que separa el contexto de la superficie costrosa, esta mide menos de 1 mm de grosor, la costra llega a medir hasta 20 mm en la base. Sistema hifal dimítico, hifas generativas con septos simples hialinas hasta marrón amarillentas en KOH miden 1.6-3.2 μm de diámetro, de paredes delgadas hasta 1.6 μm de grosor, rectas a sinuosas, ramificadas, abundantes en la trama de los tubos y contexto, entrelazadas. Hifas esqueléticas dominantes de color marrón rojizo en KOH, inamiloides, miden 4.2 μm de diámetro, sus paredes miden hasta 1.6 μm de grosor, con lumen estrecho, rectas, abundantes y entrelazadas en la trama de los tubos. Setas no observadas. Basidios no observados. Basidiosporas amarillas a marrón amarillentas en KOH, con la edad llegan a ser hasta marrón

rojizas, inamiloides, miden 4.0-5.2 x 4.8-6.4 μm , globosas a subglobosas, las paredes miden hasta 0.8 μm de grosor, son abundantes y aparecen en conjuntos.

Distribución. Gilbertson y Ryvardeen (1987) de la reporta para Guatemala sobre una angiosperma en este trabajo se reporta por primera vez para México en el estado de Campeche

Material estudiado: Campeche municipio Calakmul, Reserva de la Biosfera Calakmul, 226msnm, noviembre 17, 2006, Raymundo y Valenzuela 1483.

Discusión: Esta especie se caracteriza por presentar basidiomas grandes con una superficie ramosa, y el himenio en sentido convexo, puede confundirse con *F. robianie*, pero se diferencia del número de poros este presenta de 7-9 por mm y *F. centroamericanus* 8-10 por mm *Ji, et al* 2017, además presenta esporas más pequeñas 4.0-5.2 x 4.8-6.4 μm y *F. robiniae* 5–6 x 4.5–5 μm .

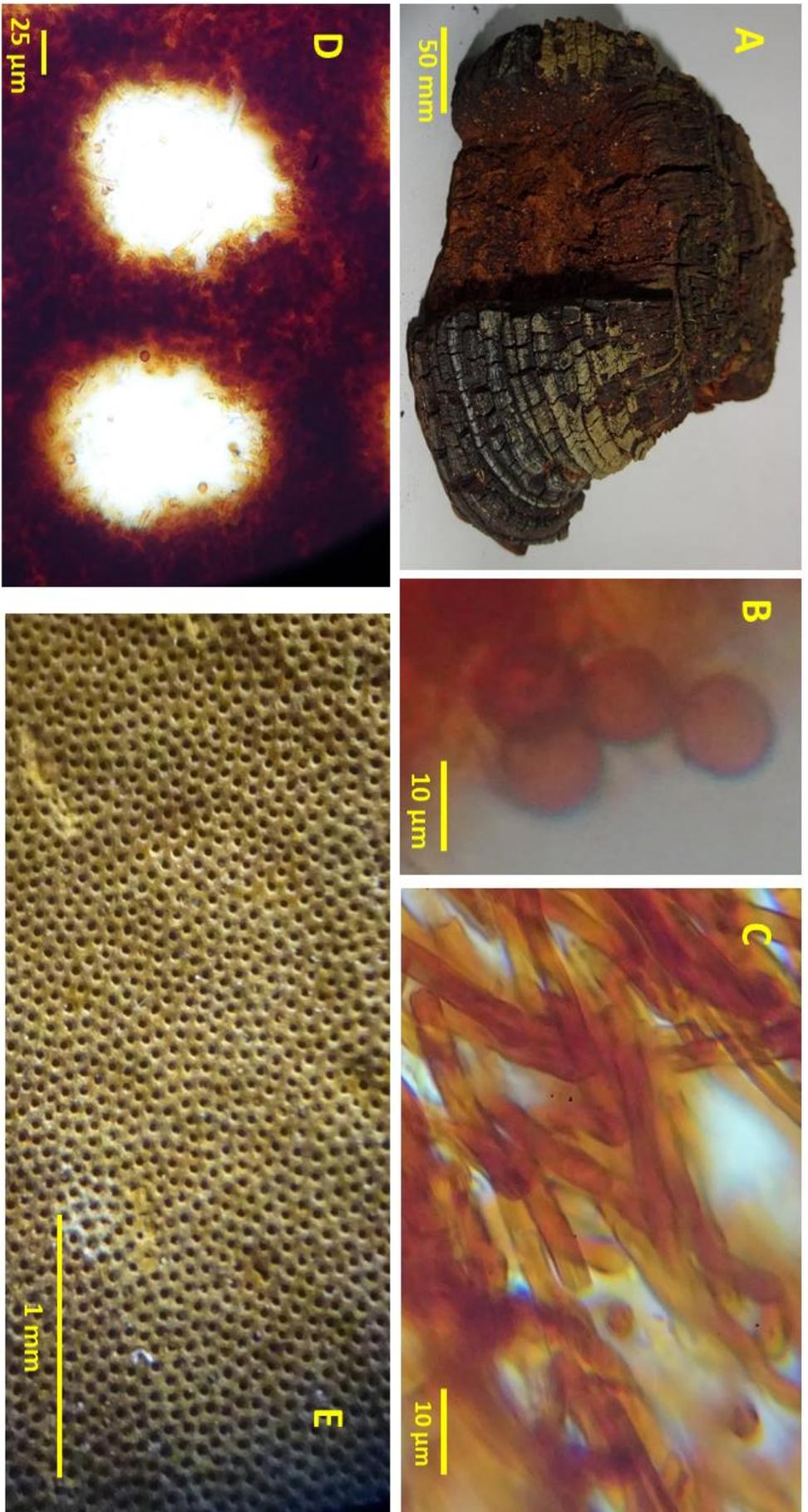


Figura 4. A. pileo de *Fulviformes centroamericanus*. B. basidiosporas en KOH al 5%, C. Hifas de la trama. D. Poros y diseipimento. E. Himenoforo.

4. *Fulvifomes fastuosus* (Lév.) Bondartseva & S. Herrera, Mikol. Fitopatol. 26(1): 13 (1992)

Basidioma perenne, de 50-80 X 35-55 X 10-20 mm, pileado-sésil, aplanado a dimidiado, solitario o imbricado, de consistencia leñosa. Píleo de color marrón amarillento cuando joven, marrón rojizo a marrón oscuro a negro en ejemplares más viejos, velutinoso a tomentoso, glabrescente, surcado a zonado. Margen delgado, velutinoso, de marrón amarillento, estéril, de obtuso a agudo. Himenóforo de color marrón amarillento a marrón rojizo, con poros circulares, de 7-9 por mm, con los bordes enteros; tubos de hasta 2.5 mm de longitud, concoloros con los poros. Contexto delgado, hasta 3 mm de grosor, simple, fibroso, de marrón amarillento. Sistema hifal dimítico con hifas generativas de septos simples, hialinas a amarillentas en KOH, simples a ramificadas, de pared delgada, de 4-6.4 μm de diámetro; hifas esqueléticas de color marrón rojizo a marrón oscuro en KOH, de paredes gruesas, de 5.6-8 μm de diámetro. Setas ausentes. Cistidiolos ausentes. Basidios no observados. Esporas 5.0-6.4 X 4-4.8 μm , ampliamente elipsoide a elipsoidales, amarillentas a marrón amarillentas en KOH, inamiloides, lisas, de paredes gruesas.

Hábitat: Crece sobre madera muerta o viva de angiospermas y viva de leguminosas en matorral xerófilo y bosques tropicales y ocasiona pudrición blanca.

Distribución: Esta especie se ha reportado en la Península de Yucatán como *Fomes fastuosus* (Guzmán, 1983).

Material estudiado: Baja California Sur municipio Loreto, La Mantancita-Arroyo León, Sierra de La Giganta, 30msnm, bosque tropical caducifolio, enero 30, 1958,

G. Guzmán 1788, febrero 01, 1958, G. Guzmán 1791, S/F, G. Guzmán m-327-cp1792, municipio Mulegé, Sierra de Mulegé, Región de los Guerivos, San Sebastián, 94 msnm, febrero 05, 1958, G. Guzmán H-381. **Hidalgo** municipio Zacualtipán de Ángeles, SE de Zacualtipán al camino del bosque de Haya, 1961msnm, bosque mesófilo de montaña, julio 10, 1960, G. Guzmán 2397. **Michoacán de Ocampo** municipio Huatamo, 3 km al W de La Eréndira (La desviación de Núñez), 674msnm, noviembre 06, 1977, J. Tena 13. **Nuevo León** municipio San Nicolas de los Garza, Campo experimental de Agronomía " El Canadá", matorral xerófilo, enero 03, 1978, Salvador. Hernández S/N., Alrededores de Montemorelos, matorral xerófilo, marzo 28, 1978, S. Torres S/N., **Tamaulipas**, municipio Hidalgo, Hidalgo, 335 msnm, matorral xerófilo, marzo 24, 1978, E. Sánchez S/N., **Tamaulipas**, Presa de Valles, bosque tropical caducifolio, febrero 25, 1970, E. Yado C. 192. **Yucatán** municipio Mérida, Zona arqueológica de Dzibilchaltún, 9msnm, bosque tropical perennifolio, noviembre 18, 1981, G. Guzmán 21230. municipio Tinum, Ruinas de Chichen-Izta, cerca de la pirámide, 1963msnm, bosque tropical caducifolio, mayo 19, 1955, G. Guzmán YP-84-A

Discusión: Esta especie se caracteriza por presentar basidiomas pileado sésiles aplanados, por lo general grandes, surcados en zonas concéntricas y por el color, forma y tamaño de las esporas y carece de setas himeniales. Una especie afín es *F. nilgheriensis* que crece en el mismo tipo de hábitat, pero presenta basidiomas más grandes, alargados y gruesos y las esporas son ovoides a subglobosas, ligeramente más pequeñas y de color marrón rojizas (Ryvarden y Johansen, 1980).

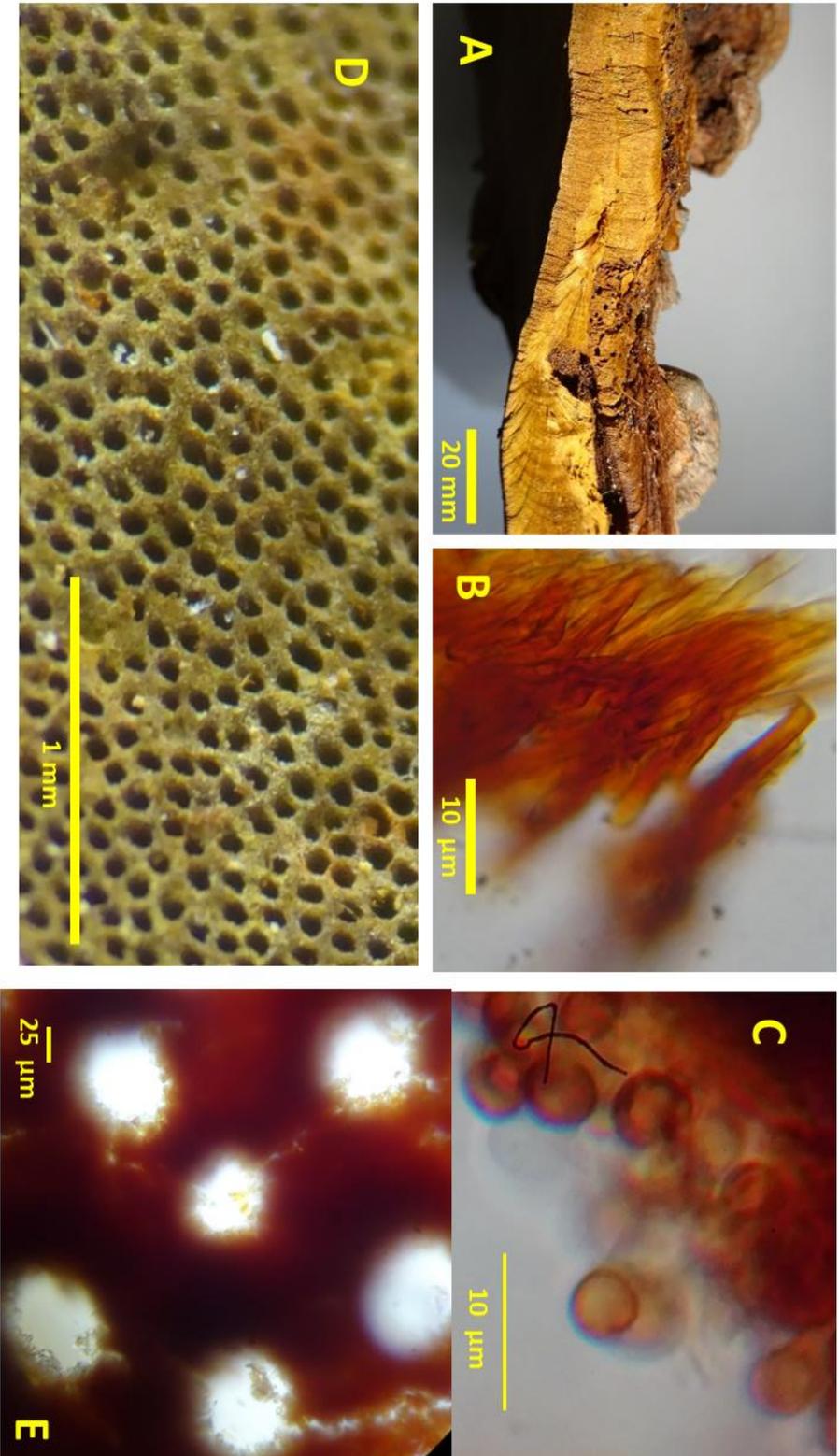


Figura 5. A. Vista lateral del basidioma de *Fulviformes fastuosus*. B. Hifas de la trama. C. esporas en KOH 5%. D himenóforo. E. poros y diseppimento.

5. *Fulvifomes krugiodendri* Y.C. Dai, X.H. Ji & Vlasák, in Ji, Wu, Dai & Vlasák, **MycoKeys 22: 8 (2017)**

Basidioma perenne, de 100-150 X 58-72 X 30-60 mm, aplanado-sésil a dimidiado, solitario o imbricado, de consistencia leñosa. Píleo de color marrón amarillento cuando joven, amarillo oro en ejemplares más viejos, velutinoso a tomentoso, glabrescente, surcado a zonado. Margen delgado, velutinoso, de marrón amarillento, estéril, de obtuso a agudo. Himenóforo de color marrón amarillento a marrón rojizo, con poros circulares, de 7-9 por mm, con los bordes enteros; tubos de hasta 2.5 mm de longitud, concoloros con los poros. Contexto delgado, hasta 3 mm de grosor, simple, fibroso, de marrón amarillento. Sistema hifal dimítico con hifas generativas de septos simples, hialinas a amarillentas en KOH, simples de pared delgada, de 1.6-4.8 μm de diámetro; hifas esqueléticas dominantes de color marrón rojizo a marrón oscuro en KOH, de paredes gruesas, de 3.2-4.0 μm de diámetro. Setas ausentes. Esporas de 4.0-4.8 X 4.0-4.8 μm , subglobosas a globosas, amarillentas a marrón rojizas en KOH, inamiloides, lisas, de paredes gruesas de 0.8 μm de grosor

Hábitat: Crece sobre madera viva de *Lysiloma latisiluquum* en bosque tropical caducifolio y ocasiona pudrición blanca.

Distribución:

Material estudiado: Campeche municipio Champotón, Km 180 de la Carretera 180D Champotón-Campeche, 81msnm, enero 2018, A. Gay ID105.

Discusión: Esta especie se caracteriza por presentar basidiomas aplanados-sésil se puede confundir con *F. nilgheriosis*, pero esta última se caracteriza por la

presencia de la línea negra y el píleo es negro rojizo y esta especie es amarillenta dorado a amarillenta-ocre.



Figura .6 A. Corteza del hospedero *Lysiloma latisiliquum*, B Píleo de *Fulvifomes krugiodendri* C. himenoforo

6. *Fulvifomes luteoumbrina* (Romell) D.A. Reid, Kew Bull. 17(2): 279 (1963)

Basidioma de 35-110 30-70 x 3-15 mm, anual, pileado-sésil a subestipitado, con una base constreñida, simples a imbricados, de consistencia corchosa en fresco y duro cuando seco. Píleo dimidiado, flabeliforme o conchado, aplanado, de color amarillo brillante (3A5), amarillo naranja (4A7, 4A8), amarillo rojizo (4B7) o amarillo grisáceo (4C7) cuando joven, después marrón oliváceo (4D5, 4E5) a marrón amarillento (5F5, 5E5) a marrón canela (6D6), marrón cacao (6E6) y marrón oscuro (6F6), finalmente llegando a ser negro en los ejemplares viejos, por una cutícula que se forma desde la base hacia el margen, aterciopelado a tomentoso en los jóvenes, glabro con la edad y con una delgada cutícula negra en los maduros y viejos, zonado, sulcado concéntricamente y radialmente arrugado. Margen delgado, estéril, agudo, de color amarillo (3A6) a amarillo naranja (4A7). Himenóforo con poros de color marrón ligero (5D5), marrón dorado (5D7), marrón amarillento (5E5) a marrón (6E7, 6E8), de 6-8 por mm, circulares a angulares. Tubos concoloros con el himenóforo, hasta 5 mm de profundidad. Contexto hasta 10 mm de grosor, simple, zonado, fibroso, de color amarillo brillante (3A5), amarillo naranja (4A7, 4A8), amarillo rojizo (4B7), amarillo grisáceo (4C7) y amarillo dorado viejos. Sistema hifal monomítico, con hifas generativas de septos simples, de frecuentes a espaciados, hialinas, amarillo rojizas, marrón amarillentas a marrón rojizas en KOH, de paredes delgadas a gruesas, en la trama himenoforal las hifas son subparalelas a ligeramente entrelazadas, simples a poco ramificadas, de paredes delgadas a ligeramente engrosadas (hasta 0.8 μm de grosor), de 3.2-5.6 μm de diámetro; en el contexto las hifas están dispuestas radialmente, subparalelas a ligeramente

entrelazadas, simples a ramificadas, de paredes delgadas a gruesas 1.5 μm . Setas ausentes. Cistidiolos escasos, de 10.4-13.6 x 3.2-4 μm , lageniformes a subfusoides, hialinos en KOH. Basidios de 12-20 x 5.5-8 μm , subglobosos a elipsoides tetraspóricos, hialinos en KOH, esterígmata de 1.6-3.2 μm de largo. Basidiosporas de 4-5.6 x 3.5-4.4 μm , subglobosas a ampliamente elipsoides, marrón amarillentas en agua, marrón oliváceas en KOH, inamiloides, lisas, de paredes ligeramente engrosadas (hasta 0.5 μm de grosor).

Hábitat: Solitario a gregario sobre la base de árboles de angiospermas, algunas leguminosas, cerca del suelo en bosque tropical caducifolio, bosque tropical perennifolio y matorral xerófilo con elementos tropicales. Causa una pudrición blanca en la madera y una pudrición de cuello que ocasiona la muerte en los árboles.

Material estudiado: Sonora, R. Valenzuela 16080, T. Raymundo 5548. Michoacán, municipio Huetamo, Balneario Quenchendio, 606msnm, agosto 22, 1975, Servín 32. Oaxaca, R. Valenzuela 15950.

Observaciones. Discusión: *Aurificaria luteoumbrina* se caracteriza por tener en el basidioma colores amarillo-brillantes en los especímenes jóvenes y se van tornando más oscuros en la madurez, sobre todo en el píleo, presenta una cutícula en los ejemplares maduros y viejos, además, por el tamaño de los poros y de las esporas que son más pequeñas, separándose fácilmente de las demás especies del género. Esta especie puede confundirse en el campo con especies del género *Inonotus*, especialmente con *I. porrectus* Murrill e *I. splitbergeri* (Mont.) Ryvarden que tienen coloraciones amarillo brillantes en sus basidiomas, pero sus esporas no cambian a marrón oliváceo con KOH, como ocurre en las especies de *Aurificaria*. Este parecido con *I. porrectus* fue señalado también por Wagner y Fischer (2002) quienes lo

confirmaron con caracteres anatómicos, morfológicos y moleculares, además mencionan que estos últimos deben ser estudiados y analizados más a fondo para resolver esta afinidad. Ryvardeen (2004) incluyó a esta especie en el género *Inonotus*, sin hacer ninguna observación o aclaración. Valenzuela *et al.*, 2007 registran por primera vez en los estados de Chiapas, Campeche, Jalisco, Michoacán, Veracruz y Zacatecas.

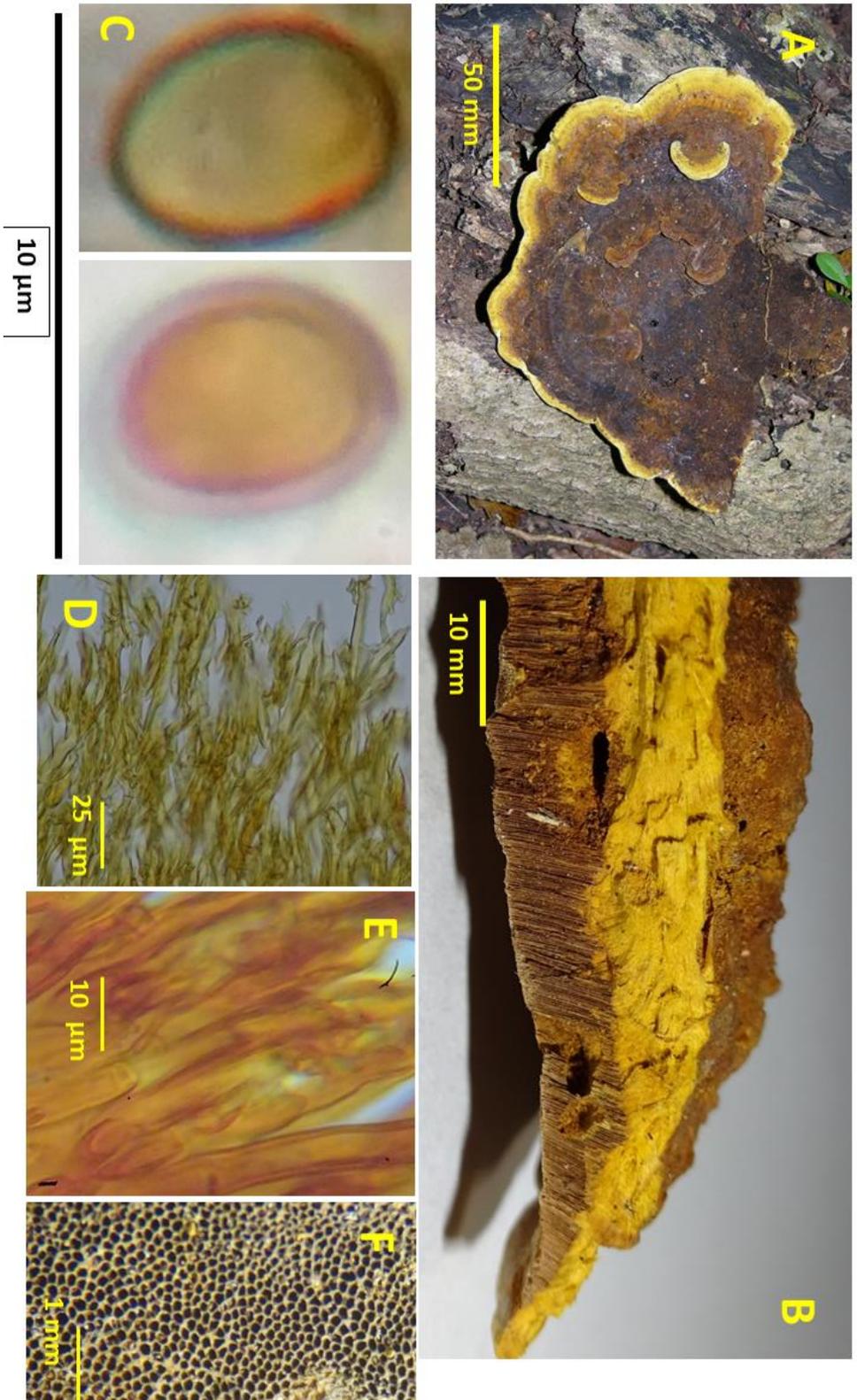


Figura 7. A. Pileo del basidioma de *Fulviformes luteoumbrina*. B. Vista lateral del basidioma se observa el contexto y los tubos. C. Izquierda basidiospora en KOH al 5%, Derecha basidiospora en agua. D. Hifas del contexto. E. Hifas del contexto. F. himenoforo.

7. *Fulvifomes aff. mangrovicus* (Imazeki) T. Hatt., in Hattori, Sakayaroj, Jones, Suetrong, Preedanon & Klaysuban, *Mycoscience* 55(5): 347 (2014)

Basidioma de 220-290 x 180-200 x 80 mm, perenne, sésil, semicircular aplanado a convexo, superficie del píleo ampliamente sulcada con depresiones fibrosas y glabras, protuberancias marrones grisáceo, cerca del margen marrón oscuro (6D6). Pileado aplanado de color marrón concolor al margen el cual es estéril. Contexto suave corchosos, fibroso a polvoso cuando se somete a frotas con la navaja o uña, los tubos presentan micelio blanquecino a marrón anaranjado (4A7), línea negra muy evidente cerca de la superficie del píleo. Sistema hifal dimítico, con hifas generativas de septos simples con un diámetro de 2-3 μm e hifas esqueléticas engrosadas (hasta 1 μm de grosor), de 3 μm de diámetro, Basidios de 12-18 x 4.0-8.0 μm , hialinos, de claviformes a subglobosos, tetraspóricos, esterígmata de 2.4-5.6 μm de longitud. Esporas de 4.8-6.4 (-7.2) x 3.2-4.8 μm , de color marrón rojizo, inamiloides, de ampliamente elipsoidales a elipsoidales (subglobosas), de paredes gruesas (de 0.8-1.6 μm de grosor), lisas y algunas apiculadas.

Hábitat: En manglar con ecotonos del bosque tropical caducifolio sobre *Conocarpus* sp. Imazeki (1941) y Gilbert *et al.* (2008) lo reportan sobre *Rhizophora mangle* y *Rhizophora apiculata* en Brasil y Hattori *et al.* (2014), lo reportan sobre *Xylocarpus granatum* en Tailandia.

Material estudiado: Colima municipio Armería, 9 Km al SW de Armería cerca de Cuyutlán, 6 msnm, Manglar con ecotonos del bosque tropical caducifolio, agosto 19, 1977, G. Guzmán 16749.

Discusión. Esta especie puede ser confundida con *Fulvifomes rimosus*, sin embargo, su sistema hifal psedodímico y la consistencia fibrosa. Hatorri *et al.* (2014), hacen una nueva combinación al género *Fulvifomes* de acuerdo a la enmendación de Zhou (2014), sin embargo, sugerimos sugiriere una revisión exhaustiva debido a que podría pertenecer a *Phellinotus*, genero propuesto por Dreshler-Santos (2016).

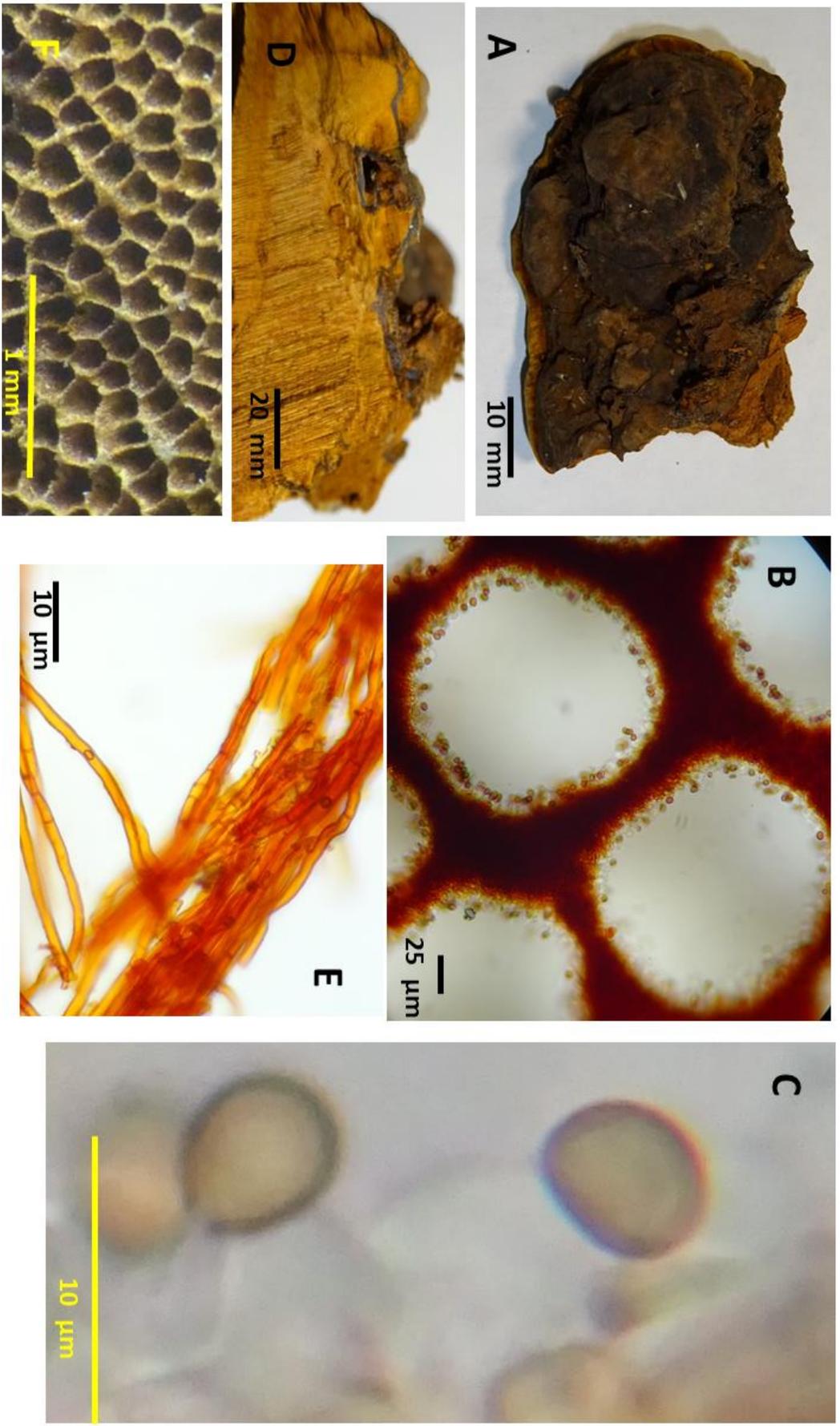


Figura 8. A. Pileo del basidioma de *Fulviformes aff. mangrovicus*. B. poros y disipamiento, C. basidiospora en KOH al 5%. D. Vista lateral del basidioma con una línea negra evidente entre el pileo y el contexto. E. Hifas del contexto. F. Himenoforo.

8. *Fulvifomes merrilli* (Murrill) Baltazar & Gibertoni, Mycotaxon 111: 206 (2010).

Basidioma perenne, solitario a imbricado, de 62-280 x 34-197 x 6-40 mm, pileado sésil, completamente adherido al substrato, algunas veces disminuido en una pequeña porción de la base, de consistencia leñosa cuando seco. Píleo semicircular, dimidiado, algunas veces aplanado, unglado a conchado, los especímenes jóvenes son de color marrón oscuro (7F4), marrón claro (7E5, 6E7, 6D5), con la edad cambian a tonos marrón claro (6F6), (6F4), marrón oscuro (6F3) a casi negro, marrón claro (6F6-2), marrón (6E5, 6E4), por lo general las zonas de color negro y los surcos concéntricos que presenta se forman con los bordes de cada una de las capas del píleo que se han ido desarrollando durante su crecimiento; superficie glabra en especímenes viejos, se forma desde la base una costra de color marrón oscuro (6F3), casi negro, escabrosa, agrietada en algunas partes, pero no llega a ser ramosa. Margen estéril, agudo, de curvado a recurvado, en especímenes viejos de color negro y en los jóvenes (6C5) a (6F5) y velutinoso. Himenóforo con poros de color (5D6), (5D7), marrón claro (5D8), (5E7), marrón oscuro (7F4, 7E5), amarillo oscuro (5D7 a 6E8), brillantes, redondos, de bordes gruesos y enteros, de 6-9 poros por mm. Tubos de 8-17 capas, cada una de ellas separadas por una pequeña porción de contexto que no llega a medir 1 mm de grosor, concoloro al himenóforo. Contexto de color amarillo ocre (5D7) a marrón claro (6D7), presenta una línea negra que separa el contexto de la superficie costrosa, esta mide menos de 1 mm de grosor, la costra llega a medir hasta 20 mm en la base. Sistema hifal dimítico, hifas generativas con septos simples, hialinas hasta marrón amarillentas en KOH pasando por colores intermedios como el

amarillo pálido, inamiloides, miden 1.6-5.6 μm de diámetro, de paredes delgadas hasta 1.6 μm de grosor, rectas a sinuosas, ramificadas, abundantes en la trama de los tubos y contexto, entrelazadas. Hifas esqueléticas de color marrón rojizo en KOH, inamiloides, miden 4.0 μm de diámetro, sus paredes miden hasta 1.6 μm de grosor, con lumen estrecho, rectas, abundantes y entrelazadas en la trama de los tubos. Setas no observadas. Basidios no observados. Basidiosporas amarillas a marrón amarillentas en KOH, con la edad llegan a ser hasta marrón rojizas, inamiloides, miden 6.0-7.0 x 5.0-7.0 μm , globosas a subglobosas, las paredes miden hasta 0.8 μm de grosor, son abundantes y aparecen en conjuntos.

Hábitat: Crece solitario o imbricado en pequeños grupos, en residuos de madera de angiospermas; Gilbertson y Ryvardeen (1987) lo citaron de Tennessee sobre *Tsuga*. En este trabajo se reporta sobre la raíz de una angiosperma y en la base de *Lonchocarpus cruentus* (palo sangre).

Material estudiado: **Veracruz** municipio Totutla, El Mirador, 1438msnm, bosque de encino, febrero 07, 1973, F. Ventura 7811. municipio Jalcomulco, 1 Km de la desviación a Jalcomulco, carretera Xalapa-Huatusco, 550msnm, bosque tropical caducifolio, septiembre 26, 1985, S. Chacón 3085. **Campeche** bosque tropical perennifolio, junio 24, 1905, R. Valenzuela 10468. **Yucatán** municipio San Felipe, 5 km del entronque de la carretera que va de Rio Lagartos a San Felipe, 689msnm, bosque tropical caducifolio, mayo 18, 1989, E. Teniente S/N.

Discusión: Macroscópicamente esta especie se caracteriza por que presenta surcos concéntricos y zonas de color negro, especialmente en los márgenes; microscópicamente las esporas subglobosas de color marrón amarillento, el tamaño de estas y la ausencia de setas himeniales e hifas setales son caracteres

diagnósticos para esta especie. Lowe (1957) lo reportó como *Fomes merrillii* de Cuba y las Filipinas; Gilbertson y Ryvarde (1987) lo mencionaron como *Phellinus merrillii* aparentemente en el Sureste de los Estados Unidos, Florida a Tennessee originalmente descrito de las Islas Filipinas. En este trabajo se reporta para Campeche, Veracruz y Yucatán.

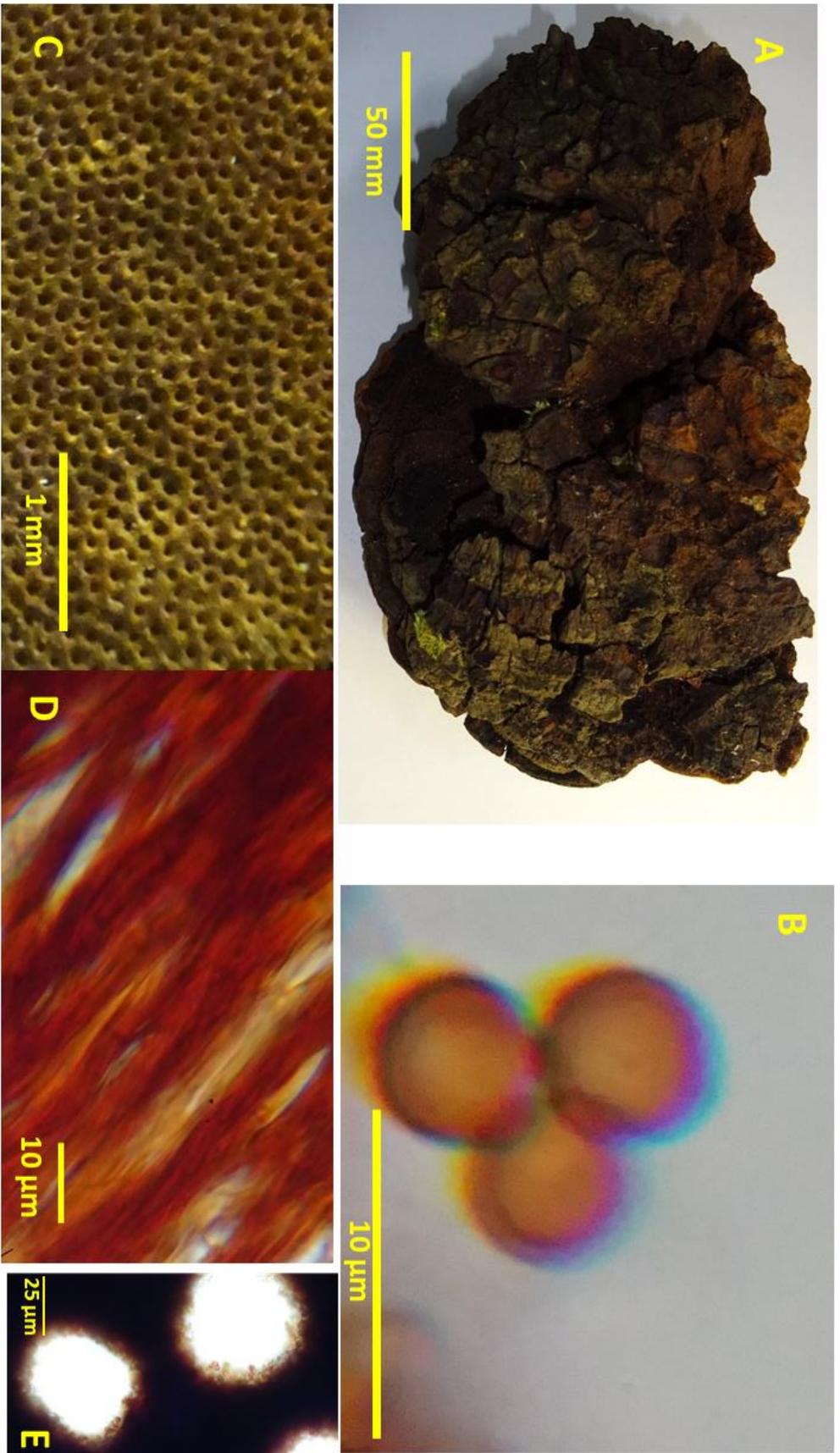


Figura 9. A. pileo del basidioma de *Fulviformes merrilli*. B. basidiosporas en KOH al 5%. C. Himenoforo. D. Hifas de la trama. E. poros y disepimiento.

9. *Fulvifomes nilgheriensis* (Murrill) Baltazar & Gibertoni, Mycotaxon 111: 206 (2010).

Basidioma perenne, de 70-120 X 42-63 X 25-35 mm, plano, pseudoestipitado a oblicuo, coriáceo, con una costra frágil, solitario o imbricado de consistencia leñosa. Píleo de color marrón amarillento a marrón rojizo en ejemplares más viejos, velutinoso a glabrescente, surcado a zonado. Margen delgado, velutinoso, de marrón amarillento, estéril, de obtuso a agudo. Himenóforo de color marrón amarillento a marrón rojizo, con poros circulares, de 7-9 por mm, con los bordes enteros; tubos de hasta 2.5 mm de longitud, concoloros con los poros. Contexto delgado, separado por línea negra esta de 1mm de grosor hasta 3 mm de grosor, simple, fibroso, de marrón amarillento. Sistema hifal dimítico con hifas generativas de septos simples, entrelazadas hialinas a amarillentas en KOH, simples de pared delgada, de 1.6-3.2 μm de diámetro; hifas esqueléticas dominantes de color marrón rojizo a marrón oscuro en KOH, de paredes gruesas, de 2.4-3.2 μm de diámetro. Setas ausentes. Esporas de 4.0-5.2 (-5.8) x 4.0-4.8 μm subglobosas elipsoides, amarillentas a marrón rojizas en KOH, inamiloides, lisas con una depresión ventral.

Hábitat: Crece imbricado en pequeños grupos, a nivel del suelo debido a que ataca las raíces para este trabajo se reporta para *Manilkara zapota*.

Material estudiado: Campeche municipio Calakmul, Km 24 del Camino a la zona arqueológica de Calakmul, Reserva de la Biosfera Calakmul, 300msnm, noviembre 17, 2006, Raymundo y Valenzuela 1444, 1449, municipio Calakmul, Carretera Federal 180 Km 24, 226msnm, bosque tropical perennifolio, noviembre 17, 2006, Raymundo y Valenzuela 1478; municipio Escárcega, Campo Experimental El

tormento, 50msnm, bosque tropical perennifolio, S/F, R. E. Chío 37. Sin localidad, colector ID 137.

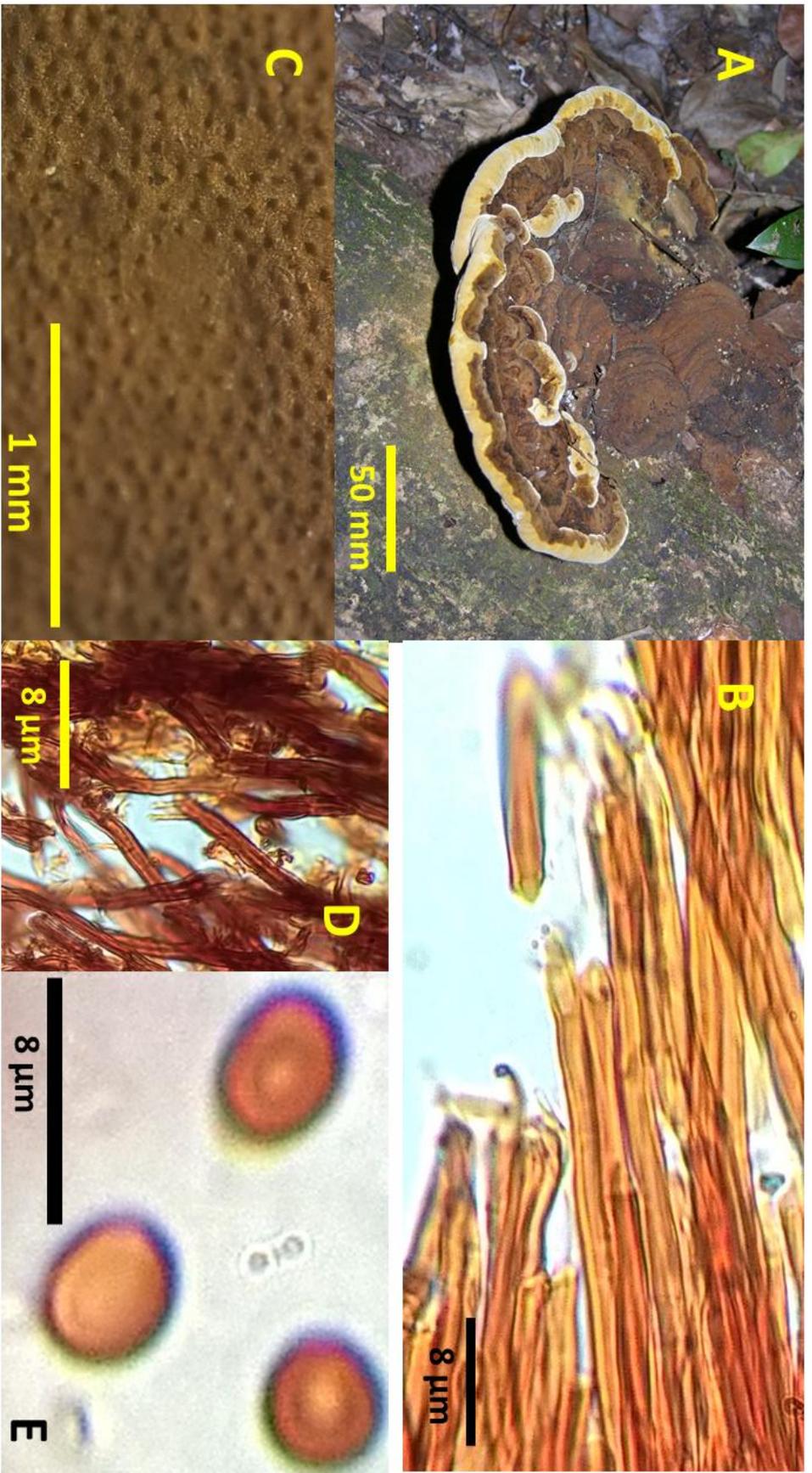


Figura 10. A. Basidioma de *Fulviformes nigheriensis*. B. Hifas del contexto. C. Himenoforo. D. Hifas de la trama. E. basidiosporas en KOH al 5%.

10. *Fulvifomes rimosus* (Berk.) Fiasson & Niemelä, *Karstenia* 24(1): 26 (1984)

Basidioma de 30-50 x 25-30 x 16 mm, perenne, sésil, leñoso, de solitario a gregario. Píleo en forma de repisa semicircular, dimidiado, aplanado, unglado, conchado, superficie seca, zonada, rimoso, estrigosa, surcada, con protuberancias irregulares alrededor de la base, agrietada en forma irregular, en los especímenes jóvenes es aterciopelado y de color amarillento y en los adultos es casi glabro y de color ámbar, marrón oscuro, casi negro, margen redondo, grueso, estéril, en los especímenes en crecimiento de color marrón claro, aterciopelado y tomentoso, en los adultos casi negro, rimoso y maderable. Himenóforo con poros circulares, en los especímenes jóvenes es de color marrón amarillento y en los adultos de color marrón ferruginoso, de 4-6 por mm, tubos estratificados de 3-5 mm de longitud en cada capa, en ejemplares jóvenes de color marrón ferruginoso y en los adultos concoloro con los poros, de paredes gruesas. Contexto hasta de 10 mm de grosor, suave, de fibroso radialmente a leñoso, de color marrón amarillo a marrón rojizo, zonado. Sistema hifal dimítico con hifas generativas septadas, sin fíbulas, de hialinas a amarillentas, inamiloides, algunas ramificadas, de paredes gruesas (de 0.8 μm de grosor), de 1.6-3.2 μm de diámetro en el himenio, de 4-0-4.8 μm de diámetro en el contexto y de 2.4-4.0 μm de diámetro en el píleo, abundantes. Hifas esqueléticas de color marrón amarillento a marrón rojizo, inamiloides, no ramificadas de paredes gruesas de 0.8 μm , con un lumen amplio, de 2.4-4.0 μm de diámetro en el himenio, de 3.2-4.8 μm de diámetro en el contexto y de 2.4-4.8 μm de diámetro en el píleo, dominan en el cuerpo fructífero. Cistidios ausentes; pero cistidiolos de 12.0-24.0 x 1.6-3.2 μm , hialinos, inamiloides, aciculares a lageniformes, de paredes delgadas y gruesas de

0.8 μm , lisos, escasos. Basidios de 12-18 x 4.0-8.0 μm , hialinos, de claviformes a subglobosos, tetraspóricos, esteríngmas de 2.4-5.6 μm de longitud. Esporas de 4.8-6.4 (-7.2) x 3.2-4.8 μm , de color marrón rojizo, inamiloides, de ampliamente elipsoidales a elipsoidales (subglobosas), de paredes gruesas (de 0.8-1.6 μm de grosor), lisas y algunas apiculadas.

Hábitat: Crecimiento solitario y gregario en arboles vivos causando pudrición blanca.

Material estudiado: **Edo. de México** municipio Ixtapaluca/ Amecameca Parque Nacional Zoquiapan (Llano Grande), cerca de Río Frío/ 3000msnm bosque de coníferas, septiembre 11, 1970, C. Castrellón-Montelongo 31A, **Jalisco** municipio La Barca, Inmediaciones del Cerro El Cóndiro, 1741msnm, bosque tropical caducifolio, octubre 22, 1981, Héctor Luquín Sánchez IBUG 344. municipio Autlán, A los alrededores de Autlán de Navarro, 900msnm, matorral xerófilo, enero 06, 1985, E. Fanti 471, **Nuevo León**, municipio San Pedro Garza García, Cerca de la Meseta de Chipinque ,1100-1300msnm, agosto 03, 1973, G. Guzmán 11107. municipio Cadereyta , Rio San Juan, 326msnm, abril 17, 1978, F. Villalobos S/N, municipio Sabinas Hidalgo , Sombreretillo, 375msnm, matorral xerófilo octubre 27, 2017, A. Gay 1112, A. Gay 1107, municipio Sabinas Hidalgo , La Turbina, 700msnm matorral xerófilo, octubre 28, 2017, A. Gay S/N, **Oaxaca** Región florístico-fisiográfica Sierra Madre de Oaxaca Distrito Ixtlán municipio Santiago Comaltepec , La Esperanza, 1600msnm, bosque mesófilo de montaña, mayo 22, 2017, T. Raymundo 6622, R. Valenzuela 17254. Región florístico-fisiográfica Istmo de Tehuantepec Distrito Yautepec municipio Asunción Tlacolulita, alrededores de Asunción Tlacolulita, bosque tropical caducifolio, octubre 01, 2014 T. Raymundo S/N. **Puebla** municipio

Teziutlán, Puente Colorado, Carretera Teziutlán a Tlapacoyan, 1450msnm, bosque mesófilo de montaña, enero 24, 1970, F. Ventura 455. **Sonora** municipio Altar, Monte El Vilma, 2 km al NE de Altar al margen del Río, 451msnm, matorral xerófilo, S/F, E. García 70. Sin localidad, matorral xerófilo, octubre 05, 2010, T. Raymundo 6510., La Primavera, R. Valenzuela 13763, municipio Altar, Monte El Vilma, 3 Km E del Altar, 453msnm, matorral xerófilo, septiembre 01, 1968, Araiza 7. **Veracruz** municipio Chiconquiaco, El Huérfano, 1660msnm, bosque de encino, marzo 02, 1973, F. Ventura 7937. municipio Actopan, Estación Biológica del INEREB, "El Morro de la Mancha" 9msnm bosque tropical caducifolio, septiembre 24, 1985 L. Montoya 354.

Discusión: Esta especie se caracteriza por presentar cuerpos fructíferos pequeños con una superficie ramosa, por la longitud de los tubos, por el tamaño y forma de las esporas y por el hospedero. Otra especie afín es *Phellinus robustus* se diferencia por presentar cuerpos fructíferos muy grandes (de 50-150 x 100-300 x 50-100 mm), por el píleo agrietado y con protuberancias, por las esporas más grandes (de 6-0-8.5 x 5.5-7.5 μm), de forma subglobosa y muy dextrinoides, por presentar como hospedero más común *Quercus*. *Phellinus igniarius* se diferencia por tener cuerpos fructíferos muy grandes (de 25 x 120 mm hacia la base), por presentar un píleo de color marrón rojizo con tonos grisáceos, por las setas abundantes y por las esporas globosas y gutuladas.

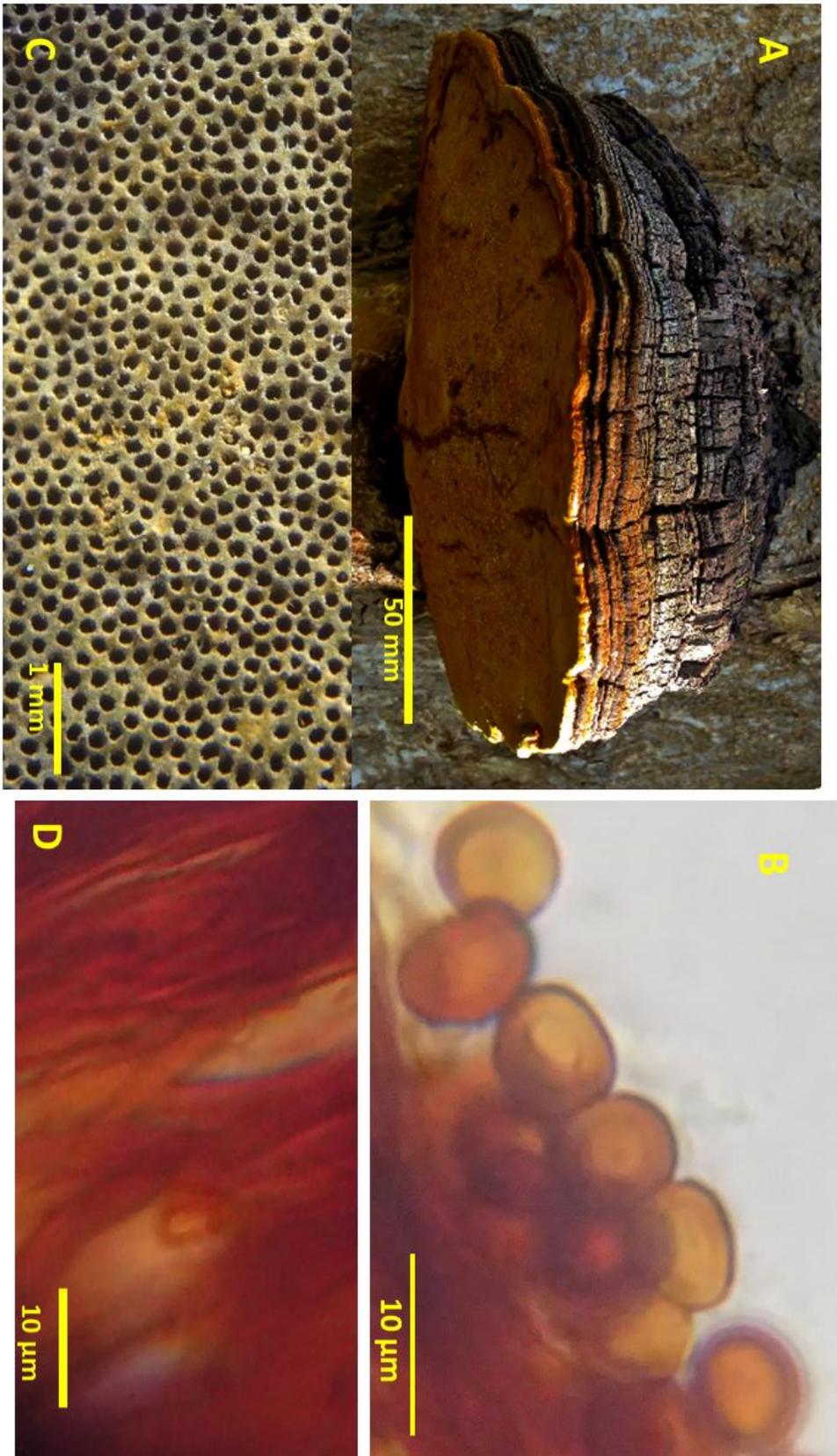


Figura 11. A. Basidioma de *Fulvitomes rimosus*. B. Basidiosporas en KOH al 5%. C. Himenoforo. D. Hifas de la trama.

11. *Fulvifomes robiniae* (Murrill) Murrill, North. Polyp.: 49 (1914)

Basidioma de 50-70 x 30-50 x 20-50 mm, perenne, pileado-sésil, unglado, leñoso. Píleo de color marrón rojizo a marrón oscuro a casi negro, superficie aterciopelada cuando joven, glabrescente, zonado a surcado, agrietado a rimoso, con protuberancias irregulares alrededor de la base. Margen redondo, grueso, estéril, en los especímenes en crecimiento de color marrón amarillento a marrón rojizo y en los adultos casi negro, aterciopelado a tomentoso, llegando a ser rimoso. Himenóforo de color marrón amarillento a marrón rojizo, poros circulares, de 7-9 por mm, con los bordes enteros; tubos estratificados, de 30-50 mm de profundidad, en ejemplares jóvenes de color marrón ferruginoso y en los adultos concoloro con los poros. Contexto hasta de 20 mm de grosor, con corazón granular bien desarrollado hacia la base, de fibroso radialmente a leñoso, de color marrón amarillo a marrón rojizo, zonado. Sistema hifal dimítico con hifas generativas septadas, con septos simples, de hialinas a amarillentas, inamiloides, algunas ramificadas, de paredes gruesas, de 1.6-3.2 μm de diámetro en el himenio, de 3.2-5.6 μm de diámetro en el contexto y de 4-7.2 μm de diámetro en el píleo, abundantes. Hifas esqueléticas de color marrón amarillento a marrón rojizo, inamiloides, no ramificadas, de paredes gruesas a sólidas, de 3.2-6.4 μm de diámetro en el himenio, de 4-8 μm de diámetro en el contexto y de 4-7.2 μm de diámetro en el píleo. Setas himeniales ausentes. Basidios de 12-16 X 4.8-8.8 μm , hialinos, de claviformes a subglobosos, tetraspóricos, esterígmata de 2.4-5.6 μm de longitud. Esporas de 4.8-6.4 (-7.2) x 3.2-

4.8 μm , de color marrón rojizo, inamiloides, de ampliamente elipsoidales a elipsoidales, con un lado plano, de paredes gruesas, lisas.

Hábitat: Crece sobre *Robinia* principalmente, pero ha sido encontrado en *Lysiloma divaricata*, *Acacia* y otras angiospermas en matorral xerófilo y causa una pudrición blanca.

Material estudiado: **Baja California Sur** municipio Los Cabos, Sierra de la Laguna, Región de El Cabo, 1793msnm, bosque tropical caducifolio con cactáceas, enero 01, 1958, G. Guzmán 1790. **Colima** municipio Comala, La Laguna La María, Exhacienda de San Antonio, 1258msnm, diciembre 11, 1982, R. Valenzuela 1055. **Guerrero**, Rincón de La Vía, camino a Zacapacteatli, 754msnm, bosque tropical caducifolio, abril 05, 1971, Humbert Kruse S/N, municipio Taxco de Alarcón, Cascada de las Granadas a 25 Km antes de Taxco 1600msnm, diciembre 01, 1974, M Diaz Betancourt S/N, **Nuevo León** municipio Sabinas Hidalgo, La cuchilla, 5 km al NO de Sabinas Hidalgo, 325msnm, matorral xerófilo, julio 13, 1986, R. Valenzuela 5449. **Sonora**, Rosario, 557msnm, bosque tropical caducifolio, abril 29, 1982, Irene García S/N.

Material adicional: **Estados Unidos de América**, Maryland, Harpers, Ferry, 158msnm, agosto 01, 1917, C. H. Kauffman S/N.

Discusión: Esta especie se caracteriza por presentar basidiomas ungulados con una superficie ramosa, por su corazón granular y por el tamaño y forma de las esporas. Otras especies afines son: *F. badius* y *F. rimosus* que presentan basidiomas con corazón granular y sus caracteres microscópicos son muy similares, separándose solo por el número de poros por mm, siendo más grandes en la

primera de 2-3 y en la segunda de 4-6 por mm y en esta *F. robiniae* que tiene de 7-9 poros por mm.

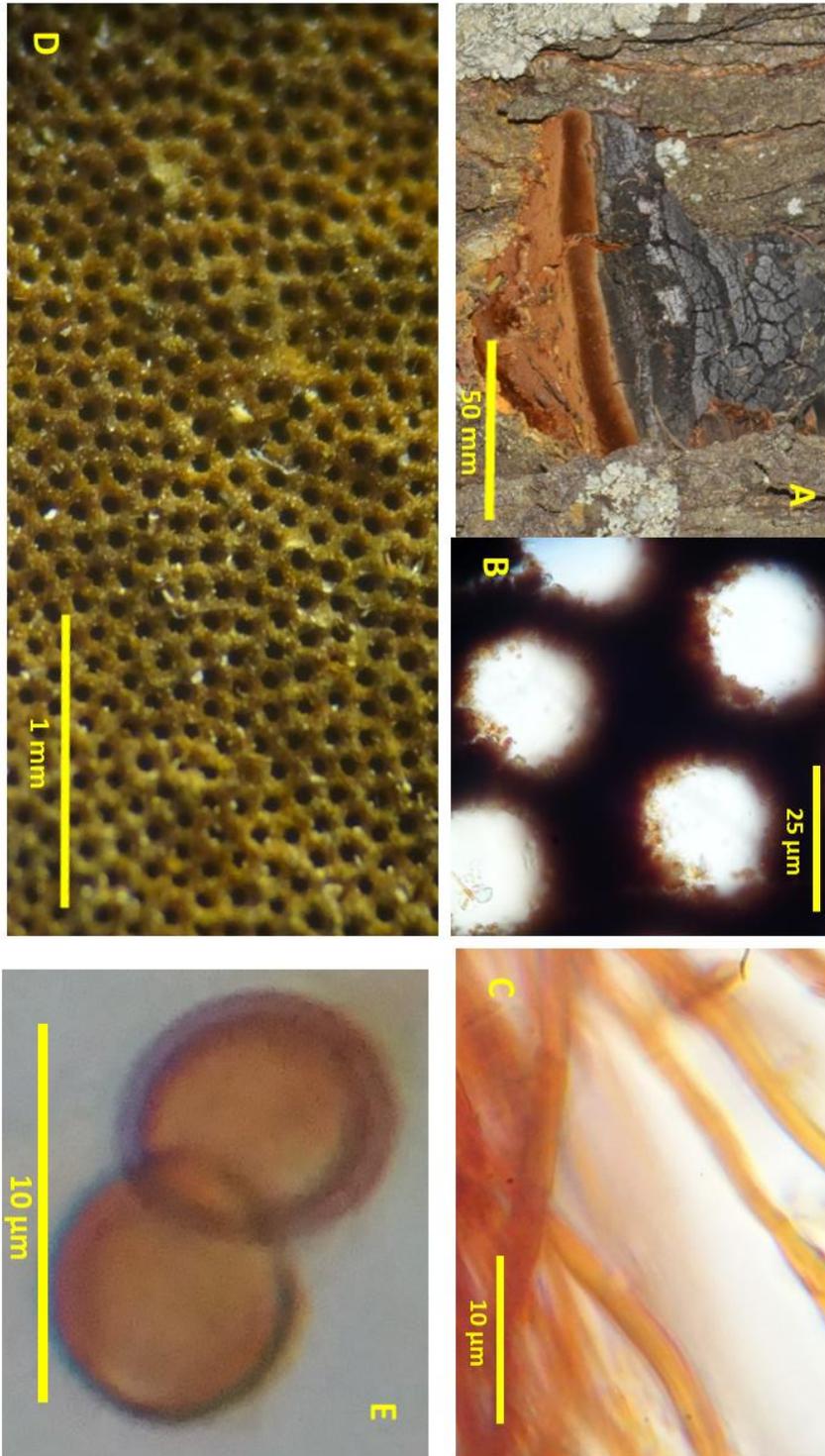


Figura 12. A. pileo de *Fulviformes robiniae*. B. poros y diseipimento. C. Hifas de la trama. D. Himenoforo. E. Basidiosporas en KOH al 5%.

12. *Fulvifomes sanjani* (Lloyd) Bondartseva & S. Herrera, Mikol. Fitopatol. 26(1): 13 (1992).

Basidiocarpo perenne, pileado-sésil, de hábito solitario, de convexo a ungulado, de consistencia leñosa con un tamaño de 40 x 30 x 25 mm. Píleo semicircular a dimidiado, de color café oscuro a negro, con una costra de 0.5 mm de grosor, superficie glabra, lisa a rugosa, zonada, con surcos concéntricos; margen obtuso, fértil, de color café amarillento. Himenóforo poroide, de color café amarillento a color café; poros circulares a angulares, de 1-2 por mm, tubos estratificados, hasta 3 mm de profundidad, concoloros al himenóforo. Contexto de color marrón amarillento, azonado, de hasta 20 mm de grosor, simple, con una línea negra en la superficie del píleo.

Hábitat: Crece sobre madera viva o muerta y causa pudrición blanca. Datos microscópicos: Sistema hifal dimítico, esporas ampliamente elipsoides a elipsoides, de 4.8-5.6 x 4-4.8 μm , lisas, de color café rojizo, de pared gruesa.

Observaciones: Esta especie se caracteriza por tener un basidiocarpo ungulado, zonado y surcado con una costra negra y delgada y poros muy grandes. Se distingue de *F. rimosus* y *F. robiniae* en que éstas tienen los poros más pequeños.

13. *Fulvifomes swieteniae* Murrill, Tropical Polypores: 87 (1915).

Basidioma anual a perenne, efuso reflejo a pileado sésil, unglado, triangular, imbricado, de 135 x 88 x 56 mm y de consistencia leñosa. Píleo en forma de repisa semicircular, de 11-42 x 4.28 mm, fusionándose lateralmente, concéntricamente zonado, hacia el borde es velutinoso a pubescente, de colores marrón (6D7, 6E7) a marrón oscuro (7F6), alternándose con zonas delgadas de color marrón oscuro (7F3), posteriormente es tomentoso, de colores marrón (7E4) a marrón oscuro (7F4) y finalmente, hacia la unión con el sustrato, se torna escruposo o con costras duras y más o menos rectangulares, de colores marrón grisáceo (8F3) a gris pardo (8F2), casi negro, esta última es la porción más ancha del píleo. Margen entero a ondulado, obtuso a agudo, de colores naranja claro (5A4), a naranja grisáceo en varios tonos (5B4, 5C4, 5C5), pubescente, estéril, de hasta 1 mm de ancho (de curvado). Himenóforo poroide, de color marrón oscuro, en varios tonos (7F6, 7F7, 8F4), en la superficie con tonos marrón grisáceos (5D3) a gris pardos (6D3, 6E3), poros circulares a angulares, de (4)5-6 por mm. Tubos de color marrón, también en varios tonos (6E4, 6E5, 6E6), más grisáceos en el interior (6E3), dispuestos en 4 a 5 capas, miden de 1-2 mm de longitud y son denticulados y canescentes en los bordes, tal que la superficie del himenio se siente aterciopelada y presenta su coloración más grisácea en la madurez. Las esporas son muy abundantes en este espécimen tal que, debido al hábito imbricado varios píleos presentan una esporada polvorienta, abundante, de color marrón (6D8). Sistema hifal dimítico, con hifas generativas marrón amarillentas en KOH, de 2.0-2.8 μm de diámetro, de paredes gruesas (pero menos de 0.4 μm de grosor), son poco evidentes, están dispuestas de manera

entrelazada en la trama y el contexto, mezclándose con las hifas esqueléticas que les enmascaran. Hifas esqueléticas de color marrón amarillento pálido y rojizas en KOH de 2.4-3.2 μm de diámetro, dominantes en todo el basidioma, en el contexto son entrelazadas y subparalelas en la trama. Cistidios ausentes. Basidios clavados, hialinos, de 16.8-20.0 x 4.8-5.6 μm . Basidiosporas elipsoidales a anchamente elípticas, inamiloides, de 4.8-5.6 x 4.0-4.4 μm , marrón amarillentas a marrón o marrón rojizas en KOH.

Hábitat: Esta especie se ha reportada sobre madera de angiospermas (Larsen y Cobb-Pouille, 1990), El material estudiado para trabajo se reporta para Veracruz sobre una Lauraceae.

Material estudiado: Veracruz municipio Túxpam, Cercanías de la Laguna de Tampamachoco al Este de Túxpam 10msnm, manglar, mayo 02, 1968, P. Huerta 8b

Discusión: Se ha citado para Yucatán (Guzmán, 1982), Oaxaca (Welden y Guzmán, 1978), Estado de México en bosque de pino (Valenzuela, 2011).

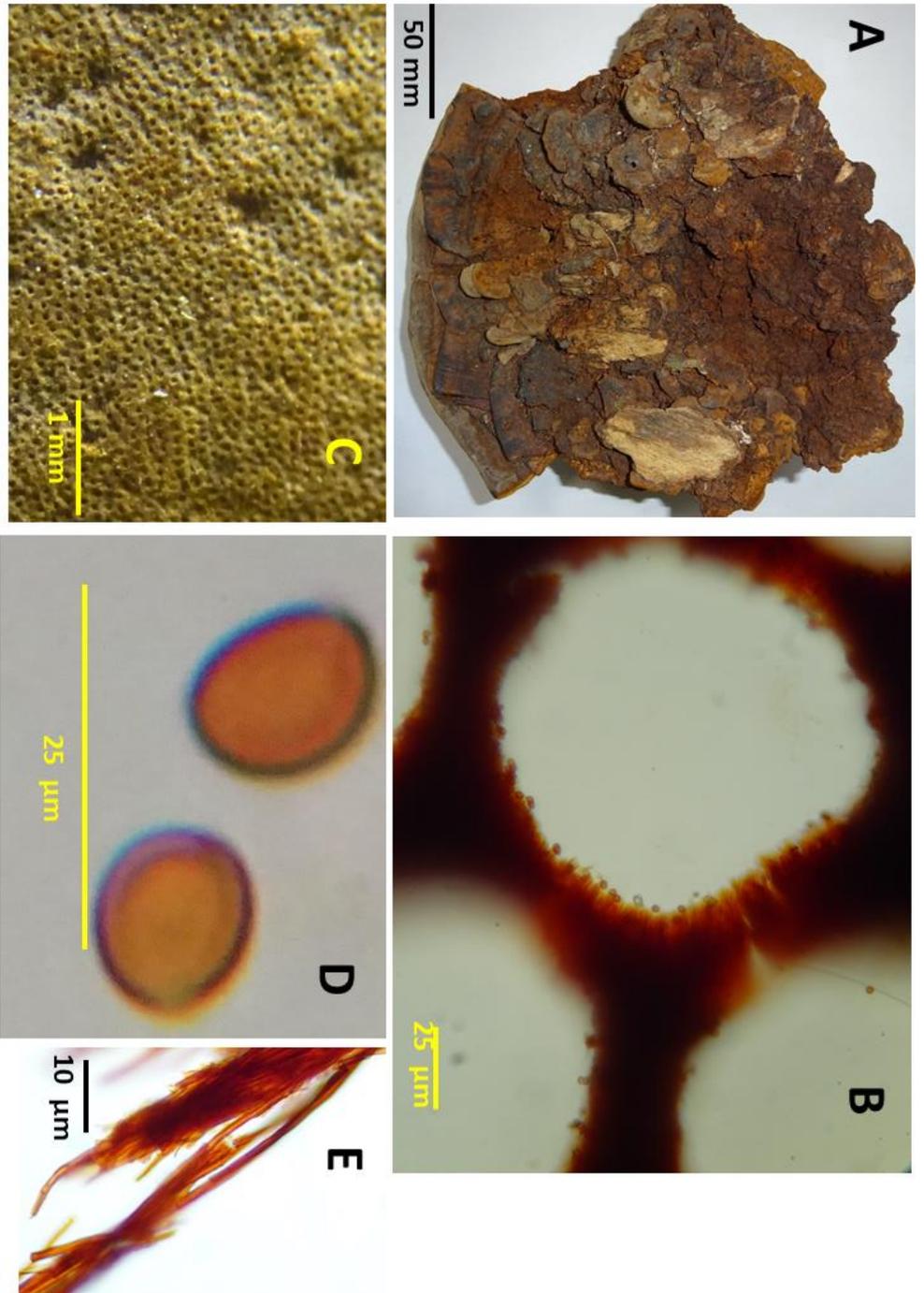


Figura 13. A. Pileo del basidioma de *Fulvifomes switeniae*. B poros y disepimiento. C. Himenóforo. D. Basidiospora en KOH al 5%. E. Hifas de la trama.

14.- *Inonotus porrectus* Murrill Tropical polypores, p. 68, 1915

Basónimoico *Fulvifomes porrectus* (Murril) Gay, Hernández & R. Valenz **comb. nov**

Basidioma de 40-110 X 60-80 X 0.5-10 mm, anual, dimidiado a flabeliforme con una base lateral angosta, imbricado de consistencia corchosa. Píleo de color amarillo ocre (5C7) a marrón cacao (6E6) con tintes marrón oliváceo (4D5), finamente tomentoso, zonado, surcado radialmente, cubierto por una costra marrón oscura (7F6). Margen fértil, delgado, ondulado concoloro con el píleo. Himenóforo con poros angulares color amarillo brillante (4A5) iridiscente con tonos marrón (6E7), de 4-5 por mm. Tubos hasta 6 mm, de color marrón (6E5) con porciones entremezcladas de color amarillo brillante (4A5), con consistencia corchosa. Contexto hasta 3 mm, de color amarillo brillante (4A5) a amarillo intenso (4A8), fibroso, zonado, de consistencia corchosa con una línea marrón (6E5) hacia la superficie del píleo. Sistema hifal monomítico con hifas generativas de septos simples de color amarillo intenso en KOH, de pared delgada a gruesa, con contenido granular de color marrón rojizo en algunas de ellas, sinuosas y muy ramificadas, sobre todo en la superficie del píleo, de 2.4-4.8 μm en el himenio, 4.0-10.4 μm en contexto y de 3.2-8.8 μm en la superficie del píleo. Setas hifales y setas himeniales ausentes. Basidios de 12.0-19.2 X 6.4-7.2 μm subglobosos a claviformes, ligeramente ensanchados en la base, tetraspóricos con contenido granular, hialinos a marrón rojizo en KOH. Esporas de 4.8-6.4 X 4.0-4.8 μm subglobosas a elipsoidales, con pared gruesa, de color marrón amarillento, algunas de ellas marrón rojizo en KOH, muy abundantes.

Hábitat: crece solitario en madera muerta de angiospermas en bosques tropicales de México y ocasiona una pudrición blanca.

Discusión: *Inonotus porrectus* se caracteriza por presentar un cuerpo fructífero delgado, subestipitado con el contexto amarillo intenso; microscópicamente presenta esporas de color marrón y carece de setas, las hifas son distintivamente sinuosas y ramificadas. Se puede confundir con *Aurificaria luteoumbrina*, pero ésta se separa por las esporas marrón oliváceas en KOH.

Distribución en México: Se citó para Veracruz J. Pérez-Ortiz 391; Guzmán 19991; A Sampieri 154 (XAL, ENCB). Valenzuela *et al.*, 2013.

VIII .2. Distribución de las especies de *Fulvifomes*

La distribución de las especies del género *Fulvifomes* se observa en la Fig. 14 *F. fastuosus*, *F. centroamericanus*, *F. krugiodendri*, *F. nilgheriensis*, *F. sanajani*, *F. switeniae* y *F. merrilli* se restringen al sureste del país en los tipos de vegetación bosque tropical caducifolio y bosque tropical perennifolio. Mientras que *F. rimosus* y *F. robiniae* se encuentran en el centro y norte del país principalmente donde hay matorral xerófilo y ecotonos de este con el bosque tropical caducifolio, *F. castilloi* crece en el norte del país en encinar. *F. aff. mangrovicus* se encuentra en la costa de Colima en manglar. Se observa que hay estados sin registros como son Baja California, Sinaloa, Chihuahua, Coahuila, Zacatecas, Aguascalientes, Ciudad de México, Tabasco y Chiapas, debido a que no se revisaron hongos de estas entidades federativas se considera que deben encontrarse este tipo de hongos por los tipos de vegetación antes mencionados.

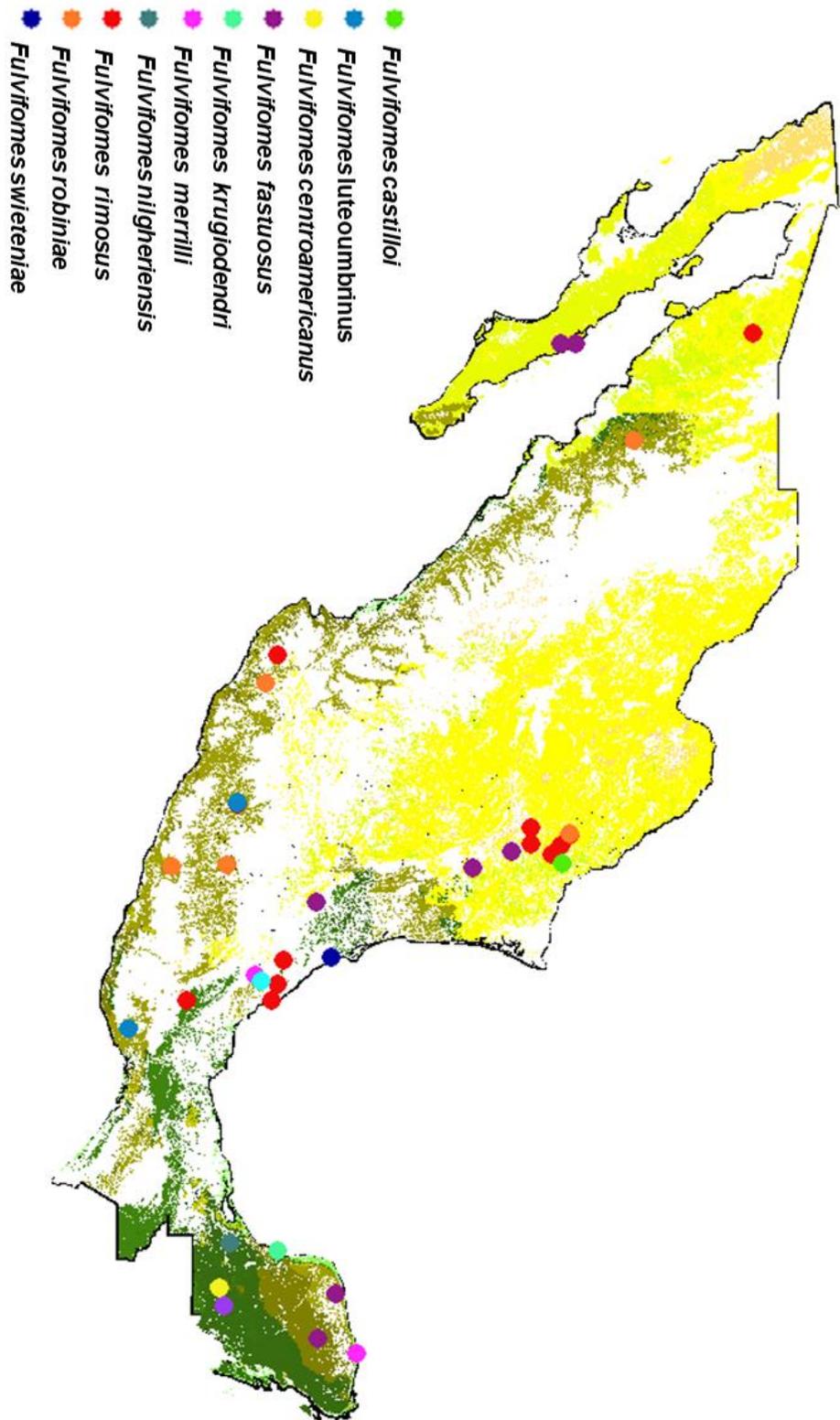


Figura. 14 Distribución del género *Fulvifomes* en la República Mexicana

VIII. 3. Especies estudiadas y sus plantas hospederas

Cuadro 6. - Especies y su hospedero identificado en el presente estudio

Genero	Estado	Hospedero	Número de especímenes
<i>Aurificaria castilloi</i>	N.L.	<i>Quercus</i>	1
<i>Aurificaria luteoumbrina</i>	Mich., Camp., Son, Yuc.	<i>Manilkara zapota</i>	5
<i>Fulvifomes badius</i>	Gto., Jal., Mich., Nay., N.L, Pue., Son., Zac. Honduras*	<i>Acacia</i> <i>Acacia jaropha</i> <i>Acacia rigidula</i> <i>Celtis</i> sp. <i>Ebenopsis ebano</i> <i>Hematoxylon brasiletto</i> <i>Huizache</i> <i>Leguminosa</i> <i>Mimosa</i> sp. <i>Mimosa depauperata</i>	43
<i>Fulvifomes centroamericanus</i>	Camp.	Sin determinar	1
<i>Fulvifomes fastuosus</i>	B.C.S., Hgo., Mich., N.L., Tamps. Yuc.	<i>Populus monticola</i> <i>Ebenopsis ebano</i> <i>Lysiloma candida</i> <i>Prosopis</i> <i>Pithecellobium</i>	12
<i>Fulvifomes krugiodendri</i>	Camp.	<i>Lysiloma latisiluquum</i>	1
<i>Fulvifomes mangrovicus</i>	Col.	Sin determinar	1
<i>Fulvifomes merrilli</i>	Camp., Ver., Yuc.	<i>Lonchocarpus cruentus</i>	4
<i>Fulvifomes nilgheriensis</i>	Camp.	<i>Manilkara zapota</i>	5
<i>Fulvifomes rimosus</i>	Edo. de Méx., Jal., N.L., Oax., Pue., Son., Ver.	<i>Acacia</i> sp. <i>Lysiloma</i> sp. <i>Prosopis</i> sp.	18
<i>Fulvifomes robiniae</i>	B.C.S., Col., Gro., N.L., Son. Maryland*	<i>Lysiloma divaricata</i> <i>Robinia</i> sp. <i>Enterolobium cyclocarpum</i>	7
<i>Fulvifomes sanjani</i>	Yuc.	<i>Inga</i> o <i>Pithecellobium</i>	1
<i>Fulvifomes swieteniae</i>	Ver.	Lauraceae	1

*Material adicional a México encontrado en el herbario ENCB

VIII. 4. Filogenia

En la Figura 15 y Figura anexa 1 se muestra la filogenia inferida por el método Bayesiano y ML (máxima verosimilitud) donde las topologías se recuperan igual y nos indica que el género *Fulvifomes* se recupera como un grupo monofilético con una PPB= 0.94, . Los taxones que integran al género forman clados correspondientes a sus especies no siendo polifilético o parafilético dentro del clado *Fulvifomes* exceptuando a *Fulvifomes* sp. 1 5566 y *Fulvifomes* sp. 1 8097 que se encuentran en clados diferentes observando la recuperación de un grupo parafiléticos. Sin embargo, con el marcador nLSU (Fig. 16) y la concatenación de los dos marcadores, estas especies se recuperan como un clado monofilético (Fig. 17). Las especies marcadas como *Fulvifomes* sp. 1, 2, 3, 4, 5 se seleccionaron debido a que corresponden morfológicamente con *Fulvifomes rimosus*, y se pensaba que tenía una amplia distribución en nuestro país además de que los ejemplares 4 y 5 se encontraban dentro del herbario como *Phellinus rimosus*. Sin embargo, las secuencias confrontadas en la filogenia muestran que se tratan de diferentes especies, las cuales pueden estar limitadas en su distribución debido a la distribución del hospedero. Aunque no se puede hacer un estudio a fondo en este caso debido a que no se tiene información de los ejemplares *Fulvifomes* sp. 2 y 4 del hospedero, se cuenta con información bibliográfica que comprueba que las especies dentro de este género están limitadas por sus hospederos (Larsen y Cobb-Pouille, 1990). *Aurificaria castilloi* se agrupa dentro del clado *Fulvifomes* tanto con el marcador ITS y nLSU por lo que con esto se propone su combinación al género. Por lo que es ideal hacer una matriz de datos moleculares concatenados para tener

una filogenia más completa. Una limitante de esto en el caso de este trabajo es que no todos los ejemplares se pudieron amplificar y por ende obtener los dos marcadores ITS y nLSU. Asimismo, la base de datos de GenBank del NCBI no cuenta con las secuencias de todas las especies que se requieren para este trabajo. Por citar un ejemplo, para *Aurificaria luteombrina* no presenta secuencia para el marcador ITS, no obstante, en este trabajo se reporta por primera vez una secuencia ITS para esta especie. Este taxon ha sido citado por Zhou (2014) como *Inonotus luteombrinus*, debido a que es recuperado con *Inonotus porrectus*, sin embargo, estos taxones quedan dentro de *Fulvifomes* por lo que se propone su combinación a este grupo, a reserva de analizar una secuencia propia de *Inonotus porrectus* o el material tipo.

Las especies que se encontraban dentro de *Fulvifomes*: *F. inermis*, *F. sinica*, *F. vietnamensis*, *F. chinensis* y *F. subinermis*, *F. imbricatus* y *F. umbrinellus* no se asocian al clado de *Fulvifomes sensu stricto*. en ninguno de los tres filogramas del método Bayesiano y ML. Esto permite inferir que en *Fulvifomes* no se encuentran organismos con basidiomas, efusos-reflejos y pseudopileados, bianuales a perenes con esporas marrón-rojizas y ausencia de setas himeniales, y corresponden al género *Fomitiporella*. Con el marcador ITS, *Fomitiporella* se recupera como un grupo monofilético, con una PPB=1. Dentro de este género encontramos a una probable nueva especie *Fomitiporella* sp. 1 colectada en el Estado de México. De igual forma, el género *Phellinotus* se recupera como un grupo monofilético con una PPB=1, hasta el momento hay dos especies citadas para el mundo las cuales son *Phellinotus neoaridus* y *Phellinotus piptadeniae*, no obstante especímenes identificadas bajo el epíteto de *Phellinus badius*, resultaron ser 4 especies las cuales

se agrupan dentro de este y por lo que se proponen como nuevos taxones para ciencia: *Phellinotus* sp. 1 de San Luis Potosí hospedero no identificado, *Phellinotus* sp. 2 del Estado de Nuevo León que se encuentran sobre *Acacia rigidula*, *Phellinotus* sp. 3 Hidalgo sobre *Eysenhardtia polystachia* (palo dulce), *Phellinotus* sp. 4 Nuevo León hospedero no determinado.

Por otra parte, con el marcador nLSU, *Fulvifomes* es recuperado como un grupo monofilético y es muy similar a la filogenia realizada con el marcador ITS, Al contrario, *Phellinotus* y *Fomitiporella* no son recuperados como monofiléticos, secuencias que podrían pertenecer a este último identificadas como *Fulvifomes chinensis*, *Fomitiporella* sp. 1 por lo que se sugiere que se trata de un grupo parafilético, e *Inonotus tenuissimus* indica que se trata una resolución a *Fomitiporella*, de hecho Pildain *et al.* (2018), Proponen esta combinación a *Fomitiporella tenuissima*, sin embargo su filogenia muestra incongruencias ya que dentro del clado se encuentra *Arambia cognata* y no hacen su combinación a *Fomitiporella* .Por consiguiente se propone hacer una filogenia con grupos hermanos de *Fomitiporella* como *Inocutis*, *Inonotus* (integrantes con ausencia de setas hifales) *Arambia*, *Phellinotus*, *Fulvifomes* y *Phylloporia* para corroborar la posición taxonómica de la secuencia *Fomitiporella* sp. 1.

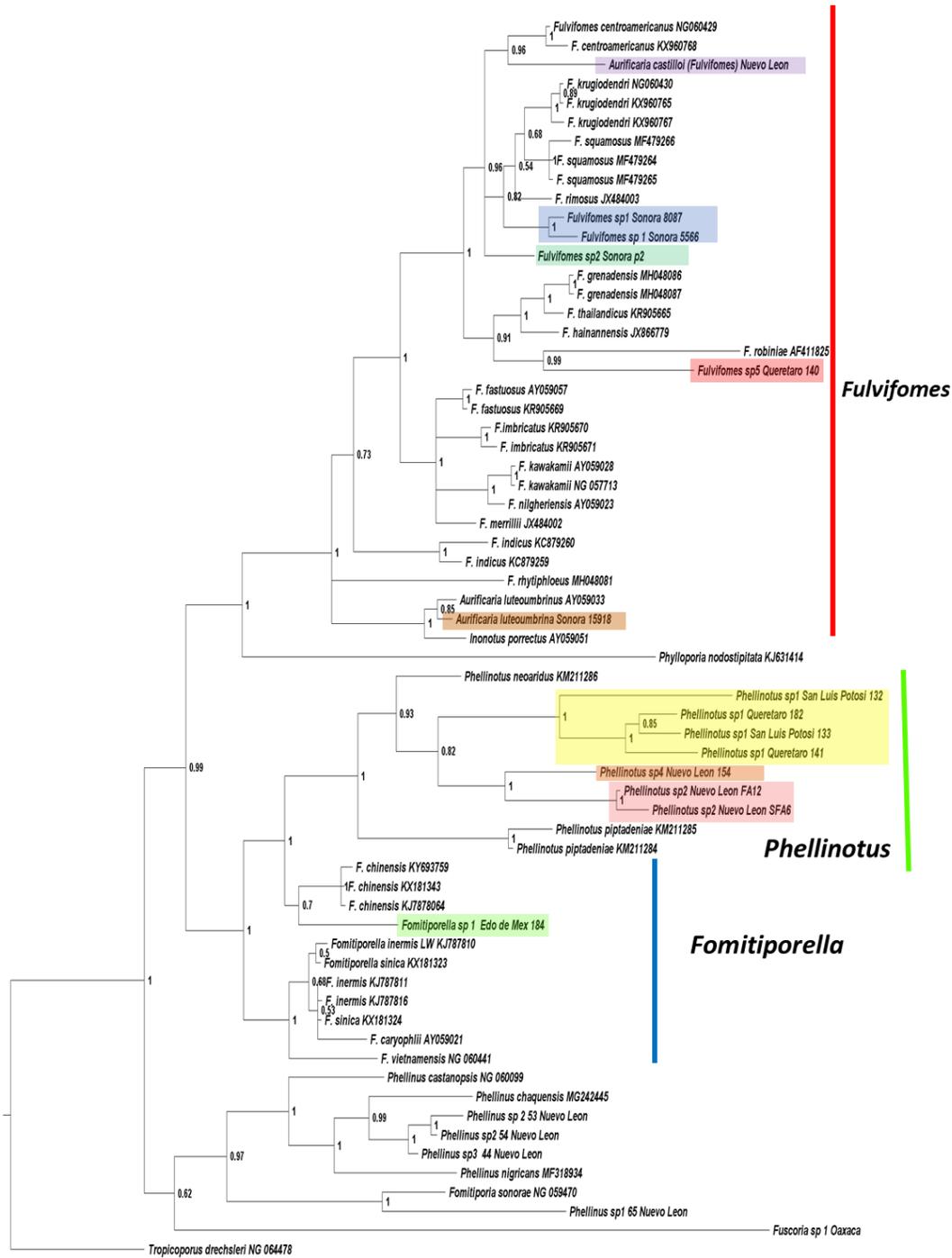


Figura. 16. Filogenia inferida por algunos miembros de la familia Hymenochaetaceae por el método Bayesiano a partir del conjunto de datos de 74 secuencias del marcador nLSU, las secuencias sombreadas son presentadas para este trabajo. *Phellinus nigricans* MF319077 es seleccionado como grupo externo.

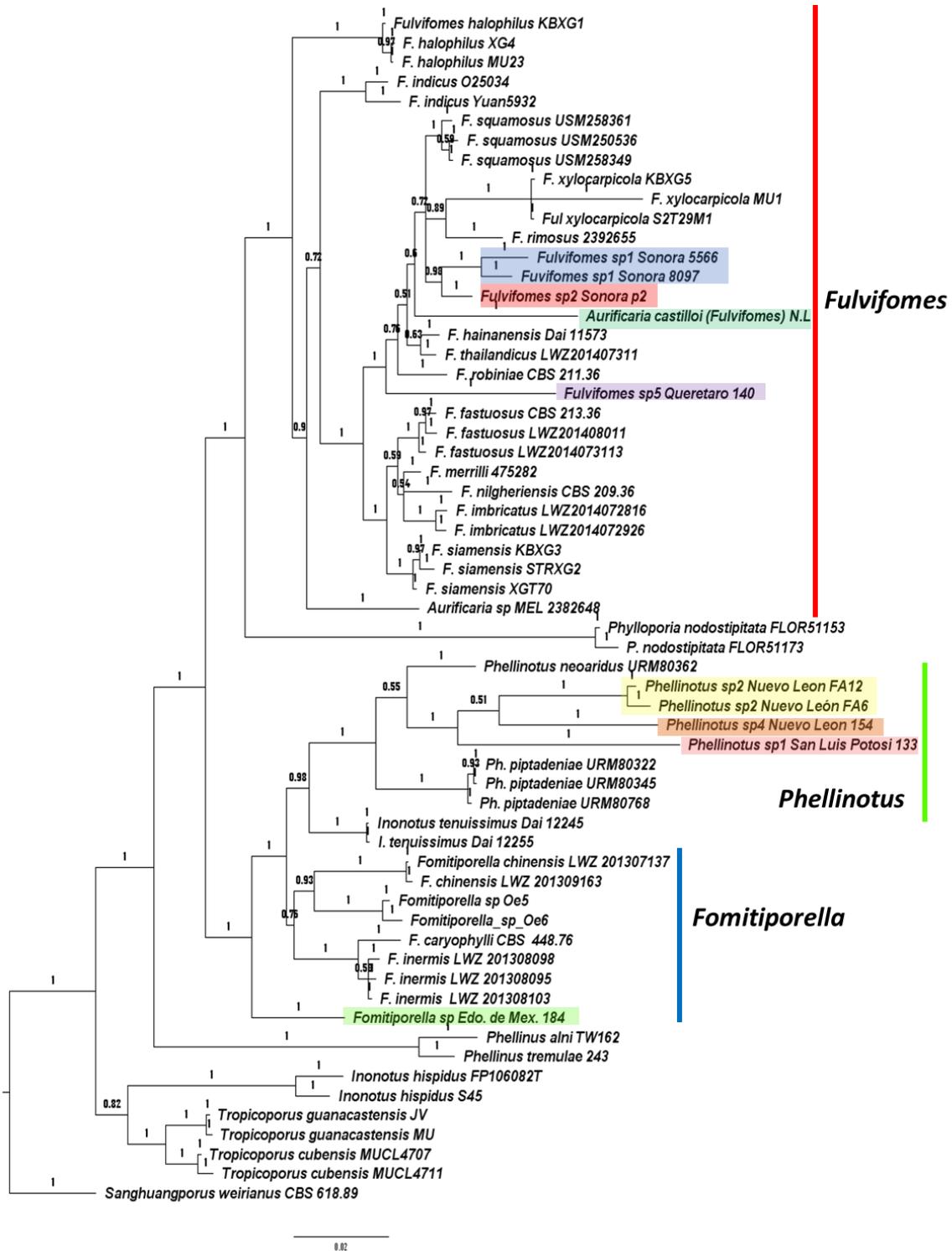


Figura. 17. Filogenia inferida por algunos miembros de la familia Hymenochaetaceae por el método Bayesiano a partir del conjunto de datos de 62 secuencias de los marcadores ITS1+5.8S+ITS2+nLSU, las secuencias sombreadas son presentadas para este trabajo. *Sanghuangporus weirianus* CBS 618.89 es seleccionado como grupo externo.

IX. Discusión de resultados

IX.1. Las especies de *Fulvifomes* en México.

México antes de este trabajo contaba con 10 especies reconocidas de *Fulvifomes* en el Index Fungorum: *F. allardi*, *F. fastuosus*, *F. inermis*, *F. melleoporus*, *F. nilgheriensis*, *F. rimosus*, *F. robiniae*, *F. sanjani*, *F. switenieae*, *F. umbrinellus*. Sin embargo, en este trabajo se tienen 14 especies de *Fulvifomes* y 5 nuevas especies propuestas por evidencia filogenética y/o morfológica, por lo que se contaría con un total de 19 especies: *F. badius*, *F. castilloi*, *F. centroamericanus*, *F. fastuosus*, *F. krugiodendri*, *F. luteombrina*, *F. aff mangrovicus*, *F. merrilli*, *F. nilgheriensis*, *F. porrectus*, *F. rimosus*, *F. robiniae*, *F. sanajani* y *F. swieteniae*.

De acuerdo con las especies estudiadas *Fulvifomes* se caracteriza por presentar basidiomas pileados, con esporas marrón-rojizo en KOH, sistema hifal dimítico en el contexto y en la trama de los tubos, con excepción de *Fulvifomes luteombrina nov. comb.*, y *Fulvifomes castilloi nov. comb.* que solo presenta sistema hifal monimítico y esporas marrón oliváceas en KOH., esto concordaría con la enmendación del género de acuerdo con Zhou (2014).

IX.2. Árboles filogenéticos

El género *Fulvifomes* integra especies del género *Fomitiporella* como *Fulvifomes umbrinellus*, *Fulvifomes melloporus*, *Fulvifomes chinensis*, *Fulvifomes inermis*, *Fulvifomes subinermis*. Sin embargo, en la filogenia realizada para este trabajo forman un clado diferente a *Fulvifomes*, por lo que no caen dentro del concepto del género ya que presentan basidiomas de tipo resupinado a efuso-reflejo, basidiosporas marrón rojizo y ausencia de setas por lo que estos taxones deberían caer bajo el concepto del género *Fomitiporella*. Dreschler-Santos *et al.* (2016) en su filogenia propuesta para el género *Phellinotus* menciona que el clado *Fulvifomes* s.s es recuperado con altas probabilidades bayesianas y Bootstrap y menciona que la posición de *Fulvifomes chinensis* e *Inonotus tenuisimus* son inciertas no obstante el los mantiene bajo el epíteto genérico de *Fulvifomes*, ya que a ellos les interesaba solo proponer el género *Phellinotus*

La posición taxonómica de estos grupos tan cercanos siguen siendo arbitrarias por ejemplo la filogenia propuesta por Wagner y Fisher (2002), donde reconocen con el marcador nLSU a *Fomitiporella* (propuesto por Murril, 19007) un género válido dentro del gran grupo de *Phellinus* s.l y diferente a *Inocutis*, *Fulvifomes*, *Phellinus* s.s e *Inonotus*, tuvo que ser el modelo para posteriores trabajos ya que en el trabajo morfológico y filogenético de Dai (2010) basado en el nLSU no integra ninguna secuencia de *Fomitiporella*, por lo que no reconoce a este y las especies dentro de estas las mueve al género *Fulvifomes* sólo con la evidencia morfológica no respetando la diagnosis de Murril (1914) ya que integra especies resupinadas y con presencia de setas, proponiendo 18 nuevas combinaciones y *Fomitiporella* pasa a ser un sinónimo de *Fulvifomes*.

No obstante, Zhou (2014a) propone una nueva especie (*Fomitiporella caviphila*) dentro del género *Fomitiporella* en una filogenia basada en 18 taxones, excluyendo los taxa que Dai (2010) propuso como combinaciones a *Fulvifomes*, integrando en su filogenia la secuencia isotipo *Fomitiporella umbrinella* (*Fulvifomes umbrinellus*) y otras secuencias del género *Fomitiporella* pero sin epítetos específicos y solo integra una secuencia de *Fulvifomes robiniae* AFA22825, pero reconoce a *Fomitiporella* un género diferente a *Fulvifomes*. Sin embargo Zhou (2014b), realiza una filogenia para hongos de la familia Hymenochaetaceae que tienen basidiosporas pigmentadas las cuales incluye a los géneros *Phylloporia*, *Inonotus*, *Inocutis*, *Fomitiporella* y *Fulvifomes* a pesar de que en su filogenia propuesta se recuperan los clados para : *Phylloporia*, *Inonotus*, *Inocutis* *Fomitiporella* y *Fulvifomes* él no es capaz de hacer la combinación de *Fulvifomes inermis*, *Fulvifomes chinensis* al género *Fomitiporella* siendo que se recuperan dentro de este. Dejando a *Fulvifomes* como un grupo polifilético, siendo que *F. chinensis* y *F. inermis* no concuerdan con el concepto original de Murril (1914), justificando que la evidencia morfológica y filogenética no es suficiente para hacer nuevas combinaciones o crear nuevos géneros, se concuerda en parte con este autor ya que en muchas filogenias no se meten las secuencias de todos los géneros de la Hymenochataceae o si algún investigador trabaja con un grupo en específico no meten secuencias de géneros cercanos para poder delimitar bien estos y además hacen faltan muchas especies por secuenciar ya descritas tal es el caso de *Fomitiporella allardi* que cumple con la diagnosis de *Fomitiporella* pero sigue siendo tratada como *Fulvifomes allardi* (Indexfungorum 2019) .Un claro ejemplo es el trabajo de Ji *et al.*, (2018), proponen una filogenia sobre el género *Fomitiporella*

donde se reconoce a *Fulvifomes chinensis*, *Fulvifomes inermis* y *Fulvifomes subinermis* ya dentro de *Fomitiporella* recuperando a este como un grupo monofilético y muy diferente a *Fulvifomes* además de que integran más secuencias del género *Phylloporia* pero no meten secuencias de *Inocutis* y tampoco del género *Phellinotus*, en este presente trabajo al observar la filogenia con el marcador nLSU y el concatenado (ITS1+5.8+ITS2+nLSU). Fig. 14,15 y 16, se observa que *Phellinotus* separa al género *Fomitiporella* en dos clados distintos, el primero integrado por *Fomitiporella inermis*, *F. sinica*, *F. caryophila* que son más afines a la diagnosis propuesta por Murril (1907) y el otro clado que se une con el género *Phellinotus*, *F. chinensis* y la especie de *Fomitiporella nov sp.* que proponemos que estas tienen un basidioma pseudoestipitado, al comparar esta filogenia con el trabajo de Salvador-Montoya (2016), se forman dos clados de *Fomitiporella* el primero está relacionado con *Phellinotus* sin embargo se deberían comprobar para ver si estos pertenecen a este género o incluso se trate de un nuevo género estos se caracterizan por presentan basidiomas pseudoestipitados el otro clado presenta basidiomas efuso-reflejas una inconsistencia es que este autor no usa las secuencias del material tipo por Dreshler-Santos (2016). Pildain *et al.*, (2018) en la propuesta de una nueva especie de *Fomitiporella americana*, en América del Sur, en su filogenia *Fomitiporella* realizada con los marcadores ITS y nLSU, no integra las secuencia de la especie tipo de *Fulvifomes* sin embargo se aprecia que es género distinto a *Fomitiporella*, sin embargo ellos separan al género *Phellinotus* debido a que integran en su alineamiento al especies del generó *Inocutis* como es caso de nuestra filogenia propuesta por el marcador ITS (ITS1+5.8S+ITS2) donde

se agregó al alineamiento de estas secuencias de *Inocutis dryophilus*, por lo que también concordamos con este trabajo.

Filogenéticamente, el género *Aurificaria* está estrechamente relacionado con el género *Fulvifomes*, por lo que en Zhou (2014) amplió el concepto de *Fulvifomes* para hacer la combinación de *Aurificaria indica* a *Fulvifomes indicus*, sin embargo, no lo hizo para *Aurificaria luteoumbrina* ya que en ese trabajo no se analizó la morfología. A pesar de la filogenia queda dentro del clado *Fulvifomes* al igual que *Inonotus porrectus* estos últimos comparten con *Fulvifomes indicus*, basidioma anual, sistema hifal monomítico, esporas marrones y ausencia de setas, Zhou (2014) menciona que es necesario volver a comprobar las secuencias antes de transferir estas dos especies a *Fulvifomes*, en nuestra filogenia se obtuvo la secuencia de *Aurificaria luteoumbrina* y forma el mismo clado con *Inonotus porrectus* dentro del clado *Fulvifomes*. Por lo cual se procede a hacer las nuevas combinaciones *Aurificaria luteoumbrina* a *Fulvifomes luteoumbrinus* e *Inonotus porrectus* a *Fulvifomes porrectus*, además del material tipo de *Aurificaria castilloi* fue secuenciado y en nuestra filogenia queda dentro del clado del *Fulvifomes*, por lo que también se propone su combinación a *Fulvifomes castilloi*.

Además de que filogenéticamente se separan cinco especies del género *Fulvifomes* que morfológicamente quedan dentro del complejo *Fulvifomes rimosus* sin embargo hay diferencias ecológicas como hospedero y distribución. *Fulvifomes* sp. 1 pertenecen al estado de Sonora, Localidad Promontorios se encontró sobre *Pithecelobium* sp vegetación matorral xerófilo, *Fulvifomes* sp. 2 Sonora, Localidad Monte Vilma hospedero no determinado (Leguminosa) vegetación matorral xerófilo, *Fulvifomes* sp. 3 Tamaulipas, Reserva de la Biosfera el Cielo sobre *Acacia* sp.

vegetación Bosque tropical caducifolio, *Fulvifomes* sp. 4 Guerrero, Chilpancingo hospedero no determinado vegetación bosque tropical caducifolio y *Fulvifomes* sp. 5 Querétaro, km 184 carretera Querétaro-San Luis, sobre *Prosopis* sp, bosque tropical caducifolio, además estas 5 especies no muestran diferencia morfológica con *F. rimosus* por lo que esto muestra que la morfología que tiene a sido conservada a lo largo de la evolución de este grupo y en estos casos particulares el criterio morfológico es limitado para distinguir taxones.

IX.3. Distribución de las especies de *Fulvifomes*

Las especies del género *Fulvifomes* se distribuyen prácticamente en todo el país, sin tener registros en los estados de Baja California, Sinaloa, Chihuahua, Durango, Coahuila, Zacatecas, Aguascalientes, Ciudad de México, Tabasco y Chiapas.

Se distribuyen principalmente en el matorral xerófilo las especies, *F. rimosus*, *F. robiniae*, en bosque tropical caducifolio *F. centroamericanus*, *F. sanjani*, *F. nilgheriensis*, *F. fastuosus*, *F. swieteniae*, *F. merrilli*, *F. krugiodendri* y *Fulvifomes luteombrinus*. En ecotonos de matorral xerófilo con bosque tropical caducifolio *F. rimosus* y *F. krugiodendri*. En bosque de *Quercus*, *F. castilloi*, y en manglar *F. aff. mangrovicus*. Si bien en la descripción de cada especie viene en que parte del mundo y del país se ha citado.

No existen estudios sobre la distribución de todas las especies del género *Fulvifomes*. Sin embargo, *F. robiniae* y *F. rimosus*, tienen una amplia distribución, cubriendo zonas de Norte América, Centroamérica y el Caribe (Kotlaba y Pouzar

1978; Gilbertson y Ryvarden 1987), por lo que muchos especímenes recolectados fueron asignados a estas especies sin considerar al hospedero. Murril (1903) menciona que *F. robiniae* se encuentra sobre árboles de *Robinia pseudoacacia* y tiene una distribución que abarca del sur de los Estados Unidos al Oeste de Missouri y Texas. Más tarde, Murril (1908) describe a *F. cedrela* el cual crece sobre el cedro americano (*Cedrela odorata*), en Bluefields, Jamaica. Esta especie es muy similar morfológicamente a *F. robiniae*. No obstante, Murrill consideró que tanto la distribución geográfica y hospedero particulares justificaban la descripción de una nueva especie, en los hongos no se toma en cuenta a veces el hospedero o la distribución y estas dos especies siguen siendo sinónimos para el *Index Fungorum*, sin embargo Farr y Rossman (2019) en la U.S National Fungus Collections Fungus-Host Database consideran a través de la recopilación bibliográfica que *Fulvifomes cedreale* es un taxón independiente y se restringe a su hospedero y localidad tipo en Jamaica. Las especies *Fulvifomes* nov. ssp. en este trabajo entran dentro de las características morfológicas de *F. rimosus*, sin embargo, la filogenia nos ha permitido separar a estas, por lo que hay un impedimento si solo se trabaja morfológicamente, sin datos de hospederos y distribución ya que solo se llegará a esta especie. Larsen y Cobb-Pouille (1990) mencionan que *F. rimosus* se encuentra en una amplia variedad de maderas de angiosperma, debido a esta descripción los ejemplares en diferentes partes del mundo siguen siendo nombrados bajo este epíteto, que solo concuerdan morfológicamente y se considera que debe ser prudente en estos casos ayudarse con las secuencias de dichos organismos. De la misma forma la base de datos USDA (Farr y Rossman 2019), reporta a *F. rimosus* sobre: *Acacia aroma*, *Acacia* sp., *Amburana cearensis*, *Anadenanthera colubrina*,

Apuleia leiocarpa, *Patagonula americana* y *Xylosma venosa* lo cual se puede asumir que se encuentra en un parasitando a una amplia variedad de árboles. Por consiguiente en este trabajo esta especie es encontrada sobre: *Acacia* sp., *Lysiloma* sp., *Prosopis* sp. por lo que se tiene que analizar este gran complejo a fondo por ejemplo: *Fulvifomes* sp1 comparte identidad morfológica con *F. rimosus* sin embargo la secuencia nos permite discernir además del *Pithecelobium* sp., hospedero no reportado para *F. rimosus*, sin embargo *Fulvifomes* sp. 3 y 4, son ejemplares de la colección y en su ficha de herbario describe que fueron encontrados sobre leguminosas, sí bien la comparación filogenética nos disgrega a estas dos especies, no tenemos evidencia morfológicas y ecológicas para separarlas y en el caso de *Fulvifomes* sp. 2 y 5 comparten hospederos con *F. rimosus*, como: *Acacia* y *Prosopis* aquí se necesitaría generar más datos, sí estos hongos parasitan a nivel de familia, género o especie. No obstante, en el trabajo de Hattori *et al.* (2013), asocian a tres especies de *Fulvifomes* en una sola especie de mangle (*Xylocarpus granatum*), las cuales son *Fulvifomes xylocarpicola*, *F. halophilus*, *F. siamensis*, hay registros de otras especies de *Fulvifomes* en manglar como lo son *F. merrilli*, *F. switeniae*, *F. fastuosus* (Gilbert y Sousa 2002) y *F. mangrovicus* (Imazeki 1941; de Campos y Cavalcanti 2000; Gilbert *et al.* 2008). Pero solo las tres primeras se restringen a Tailandia, en nuestro país tenemos las cuatro últimas y solo la última se ha encontrado en manglar, sin embargo Hattori *et al.* (2013) mencionan que su filogenia no es clara y en la descripción mencionan que es fibroso y al pasar la uña se hace polvo, en el caso de nuestro ejemplar pasa lo mismo además de tener características de *Fulvifomes*, pero esta información nos hace especular que se trata que pudiera pertenecer a *Phellinotus*, para corroborar

esto se propone volver amplificar de nuevo con los marcadores y secuenciar de nuestro material y compararlo con la secuencia que mencionan.

X. Conclusiones

Las filogenias resultantes del ITS, nLSU y el concatenado de ambos marcadores moleculares fueron similares y corroboraron las relaciones taxonómicas de *Fulvifomes*, *Fomitiporella* y *Phellinotus* como géneros monofiléticos y *Aurificaria* como sinónimo de *Fulvifomes*.

Un total de 14 especies formalmente descritas del género *Fulvifomes* fueron confirmadas para el país.

Fulvifomes krugiodendri y *F. centroamericanus* fueron identificados por primera vez y representan nuevos registros para el país, de los estados de Yucatán y Quintana Roo respectivamente.

Aunque desde el punto de vista morfológico varios ejemplares no permitieron reconocer nuevas especies dentro del complejo *Fulvifomes rimosus-badius*, el análisis filogenético de los marcadores moleculares ITS y nLSU sugieren la existencia de al menos cinco nuevas especies para la ciencia.

La información disponible no permite evaluar si las especies de *Fulvifomes* presentan especificidad o no por el hospedero, pero si puede afirmarse que siempre se desarrollan sobre árboles vivos.

Fulvifomes nilgheriensis y *Fulvifomes luteoumbrinus* crecen cerca del suelo a nivel del cuello del tallo en árboles vivos, mientras que las demás especies se encontraron en las partes superiores del tronco y ramas.

La separación de las especies de los géneros *Fomitiporella*, *Phellinotus* y *Fulvifomes* fue confirmada a partir de las filogenias de los marcadores moleculares ITS y nLSU, los cuales además permitieron reconocer al menos cuatro especies nuevas dentro del género *Phellinotus* y una para *Fomitiporella*.

XI. Literatura citada

- Álvarez V.I., Raymundo T. y Valenzuela R. 2016. Los hongos poliporoides de la Huasteca Potosina, San Luis Potosí. México. Polibotánica 41: 31-48.
- Anell J.C. y Guzmán G. 1987. Especies de Poliporáceos citadas del Estado de Veracruz. Revista Mexicana de Micología 3: 137-148.
- Baltazar J.M., y Gibertoni T.B. 2010. New combinations in *Phellinus s.l.* and *Inonotus s.l.* Mycotaxon. 111: 205-208
- Bickford D., Lohman D.J., Sodhi N.S, Ng P.K., Meier R., Winker K., Ingram K.K y Das I. 2007. Cryptic species as a window on diversity and conservation. Trends in Ecology & Evolution 22: 148–155.
- Castillo J., Guzmán G. y Sepúlveda de León G.1969. Estudio sobre los poliporáceos de Nuevo León I. Generalidades, material estudiado, aspectos fitogeográficos y claves de géneros y especies conocidas. Ciencia 27: 9-18.
- Cifuentes J., Villegas M., y Pérez-Ramírez L. 1986. “Hongos”. En: Lot A. y Chiang F., Compiladores. Manual de herbario. Consejo Nacional de la Flora de México, A.C. México, D.F. p. 55-64.
- Corner J.H. 1991. Ad Polyporaceas VII. The Xanthochroic Polypores. Beih. Nova Hedwigia 101. J. Cramer, Berlin. 175 pp.
- Cunningham G.H. 1965. Polyporaceae of New Zealand. Bulletin (New Zealand. Department of Scientific and Industrial Research). Wellington, New Zealand: Govt. Printer.
- Dai Y.C. 2007. Pathogenic wood-decaying in China. Forest Pathology 27:105–120.

- Dai Y.C. 1999. *Phellinus sensu lato* (Aphylllophorales, Hymenochaetaceae) in East Asia. Acta Botanica Fennica 166: 1-115.
- Dai Y.C. 2010. Hymenochaetaceae (Basidiomycota) in China. Fungal Diversity 45: 131-343.
- Dai Y.C., Yang Z.L., Cui B.K., Yu C.J. y Zhou L.W. 2009. Species diversity and utilization of medicinal mushrooms and fungi in China. En: Journal Medical Mushrooms 11: 287–302.
- De Campos E.L., Cavalcanti M.A.Q. 2000. Primeira ocorrência de *Phellinus mangrovicus* (Imaz.) Imaz. para o Brasil. Acta Botanica Brasilica 14: 263-265.
- De la Campa J.S. 1966. Contribución al conocimiento de las especies mexicanas del género *Fomes* (Fungi, Basidiomycetae, Polyporaceae) (tesis de licenciatura). Instituto Politécnico Nacional. Mexico D.F.
- Díaz-Moreno R., Valenzuela R., Marmolejo J.G. y Aguirre-Acosta E. 2009. Hongos degradadores de la madera en el estado de Chihuahua. Revista Mexicana de Biodiversidad 80: 13- 22.
- Doyle J.J. y Doyle J.L. 1987. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. Phytochemistry Bulletin 19:11-15.
- Drechsler-Santos E.R., Robledo G.L., Lima-Júnior N.C., Malosso M. A., Reck T. B., Gibertoni M., De Queiroz-Cavalcanti y Rajchenberg M. 2016. *Phellinotus*, a new neotropical genus in the Hymenochaetaceae (Basidiomycota, Hymenochaetales). Phytotaxa 261: 218-239.
- Farr D.F. y Rossman A.Y. 2019. Fungal Databases, U.S. National Fungus Collections, ARS, USDA. Recuperado en septiembre 10, 2019. <https://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases>

- Fiasson J.L. y Niemalä T. 1984. The Hymenochaetales: a revision of the European poroid taxa. *Karstenia* 24: 14–28.
- Galván-Villanueva R. y Guzmán G. 1977. Estudio florístico sobre los hongos destructores de la madera del grupo de los Poliporáceos en el Estado de Morelos. *Boletín de Sociedad Mexicana de Micología*. 11: 35-98.
- Gilbert G.S., Gorospe J., y Ryvarde L. 2008. Host and hábitat preferences of polypore fungi in Micronesian tropical flooded forests. *Mycological Research* 112: 674-680.
- Gilbertson R.L. y Ryvarde L. 1986. *North American Polypores Vol. 1. Abortiporus-Lindtneria*. Fungiflora. Oslo, Noruega. 443 pp.
- Gilbertson R.L. y Ryvarde L. 1987. *North American Polypores Vol. 2. Megasporoporia-Wrightoporia*. Fungiflora. Oslo, Noruega. 843 pp.
- Gilbert G.S. y Sousa W.P. 2002. Host specialization among wooddecay polypore fungi in a Caribbean mangrove forest. *Biotropica* 34: 396-404.
- Gi-Su Oh, Myeong-Su Lee, Hyun-Ok Pae, Kwon J., Sang-Soo Lee, Jong-Gil Jeong, Min-Kyo Shin, Tae-Oh Kwon & Hun-Taeg Chung. 2006. Effects of oral administration of *Phellinus linteus* on the Production of Th1- and Th2-type cytokines in mice. *Immunopharmacology and Immunotoxicology* 28: 281-293.
- Gouy M., Guindon S. y Gascuel O. 2010. SeaView version 4: a multiplatform graphical user interface for sequence alignment and phylogenetic tree building. *Molecular Biology and Evolution* 27: 221-224.
- Guzmán G. 1983. Los hongos de la península de Yucatán, II. Nuevas exploraciones y adiciones micológicas. *Biótica* 8: 71-100.
- Hall T.A. 1999. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symposium Series* 41: 95-98.

- Hattori T., Sakayary J., Gareth J.E., Suetrong S., Preedanon S. y and Klaysuban A. 2014. Three species of *Fulvifomes* (Basidiomycota, Hymenochaetales) associated with rots on mangrove tree *Xylocarpus granatum* in Thailand. *Mycosience* 55: 344-354.
- Imazeki R. 1941. Materials of the Micronesian higher fungi. *Journal of Japanese Botany* 17: 175e184.
- Ji Xiao-Hong, Wu Fang, Dai YC. 2017. Two new species of *Fulvifomes* (Hymenochaetales, Basidiomycota) from America. *Mycokey* 22: 1-13
- Kornerup A. y Wanscher J.H. 1978. *Methuen Handbook of Colour*. 3ª Ed. Eyre. Methuen. Londres. 252 pp.
- Larsen M.J. y Cobb-Pouille L.A. 1990. *Phellinus* (Hymenochaetaceae). A survey of the world taxa. *Synopsis Fungorum* 3, Fungiflora, Oslo. 206 pp.
- Larsson K.H., Parmasto E., Fisher M., Langer E., Nakasone K. y Readhead S. 2006. Hymenochaetales: a molecular phylogeny for the hymenochaetoid clade. *Mycologia*. 98: 926-936.
- Lowe J.L. 1957. Polyporaceae of North America. The genus *Fomes*. University College of Forestry at Syracuse University, Tech. Publ. 78. 158 p.
- Moncalvo J.M., Lutzoni F.M., Rehner S.A., Johnson J. y Vilgalys R. 2000. Phylogenetic relationships of agaric fungi based on nuclear large subunit ribosomal DNA sequences. *Systematic Biology* 49: 278–305.
- Montaño A., Valenzuela R., Sánchez A., Coronado M. y Esqueda M. 2006. Aphyllorphorales de Sonora, México I. Algunas Especies de la Reserva Forestal Nacional y Refugio de Fauna Silvestre Ajos-Bavispe. *Revista Mexicana de Micología* 23: 17-26.
- Murrill W.A. 1907. North American Flora. *Bulletin The New York Botanical Garden*. 9:1-12

- Murrill W.A. 1912. The Polyporaceae of Mexico. Bulletin the New York Botanical Garden. 8: 137-153.
- Murrill W.A. 1914. Northern polypores. Published by the Author. New York 64 pp.
- Murrill W.A. 1915. Tropical polypores. Published by the Author. New York 107 pp.
- Núñez M. y Ryvarden L. 2000. East Asian Polypores vol. 1. Ganodermataceae-Hymenochaetaceae. Synopsis Fungorum 13: Fungiflora. Oslo Noruega. P. 1-168.
- Ojeda-López S., Sandoval M. y Valenzuela R. 1986. Los poliporáceos de México I. Descripción de algunas especies del noreste de Guanajuato. Revista Mexicana de Micología. 2:367-436.
- Overholtz L.D. 1953. The Polyporaceae of the United States, Alaska and Canada. University of Michigan Press. Ann Arbor. 466 pp.
- Parmasto E. y Parmasto I. 1979. The xanthocroic reaction in Aphyllophorales. Mycotaxon 8: 201-232.
- Patouillard N. 1900. Essai taxonomique sur les familles et les genres des Hymenomycetes. Paris. 184 pp.
- Patouillard N. y Hariot P. 1896. Listé des Champignons recoltés en Basse Californie par M. Diguët. Journal. Botanique. 10: 250-252.
- Pompa-González A., Aguirre A., Encalada A.V., de Anda J.A., Cifuentes J. y Valenzuela R. 2011. Los macromicetos del Jardón Botánico de ECOSUR "Dr. Alfredo Barrera Marín" Puerto de Morelos, Quintana Roo. Colección Corredor Biológico Mesoamericano. Mexico 106 pp.
- Raymundo T. y Valenzuela R. 2003. Los Poliporáceos de México VI. Los hongos poliporoides del estado de Oaxaca. Polibotánica 16: 79-112.

- Raymundo T., Valenzuela R., Gutiérrez A., Coronado M.L. y Esqueda M. 2013. Agaricomycetes xilófagos de la planicie central del desierto sonorense. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84:414-424.
- Reyes-Garza. 1969. Especies del Género *Fomes* (Basidiomycetes Polyporaceae) en el Estado de Nuevo León, México. (Tesis de licenciatura). Instituto Politécnico Nacional. México.
- Romero-Bautista L., Pulido-Flores G. y Valenzuela R. 2010. Estudio micoflorístico de los hongos poliporoides del estado de Hidalgo, México. *Polibotánica* 29: 1-28.
- Ryvarden L. y Johansen I. 1980. A preliminary polypore flora of East Africa. *Fungiflora*, Oslo. 636 pp.
- Ryvarden, L. 1991. Genera of Polypores, Nomenclature and Taxonomy. *Synopsis fungorum* 5. *Fungiflora*, Oslo. 363 pp.
- Ryvarden L. 2004. Neotropical Polypores. Introduction, Ganodermataceae and Hymenochaetaceae. *Synopsis Fungorum* 19. *Fungiflora*. Oslo, 229 pp.
- Salvador-Montoya C., Popoff O., Reck M., Dreshler-Santos E. 2017. Taxonomic delimitation of *Fulvifomes robiniae* (Hymenochaetales, Basidiomycota) and related species in America: *F. squamosus* sp. nov. *Planta Systematics and Evolution*. 304: 445-459.
- Sakayaroj J., Preedanon S., Suetrong S., Klaysuban A., Jones E.B.G., Hattori T. 2012. Molecular characterization of basidiomycetes associated with the decayed mangrove tree *Xylocarpus granatum* in Thailand. *Fungal Diversity* 56: 145-156.
- Valenzuela R., De la Huerta P.C. Fernández-Nava R. 2002. Los Poliporáceos de México V. Algunas especies del Norte del Estado de Querétaro. *Polibotánica* 14: 85-122.

- Valenzuela R. 2011. Revisión de las especies con himenóforo poroide de la familia Hymenochaetaceae (Aphylllophorales, Hymenomycetes) en México. (Tesis doctoral). Facultad de Ciencias UNAM. México. 420pp
- Valenzuela R., Raymundo T. y Cifuentes J. 2007. La Familia Hymenochaetaceae en México III. El género *Aurificaria* D. A. Reid en México. Polibotánica 24: 153–166.
- Valenzuela R. y Chacón-Jiménez S. 1991. Los poliporáceos de México. III. Algunas especies de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas. Revista Mexicana de Micología. 7: 39-70.
- Valenzuela R., Raymundo T. y Cifuentes J. 2013. El género *Inonotus* s.l. (Hymenochaetales: Agaricomycetes) en México. Revista Mexicana de Biodiversidad 84: 70-90.
- Vilgalys R. y Hester M. 1990. Rapid genetic identification and mapping of enzymatically amplified ribosomal DNA from several *Cryptococcus* species. Journal of Bacteriology 172: 4238-4246.
- Wagner T. y Fischer M. 2002. Proceedings towards a natural classification of the worldwide taxa *Phellinus* s.l. and *Inonotus* s.l., and phylogenetic relationships of allied genera. Mycologia 94: 998-1016.
- Welden L. y Guzmán G. 1978. Lista preliminar de los hongos, líquenes y mixomicetos de las regiones de Uxpanapa, Coatzacoalcos, Los Tuxtlas, Papaloapan y Xalapa (parte de los estados de Veracruz y Oaxaca). Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología 12: 59-102.
- Welden A. L. y Lemke P. A. 1961. Notas sobre algunos hongos mexicanos. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 26: 1-24.

- White T.J., Bruns T., Lee S. y Taylor J. W. 1990. Amplification and direct sequencing of ribosomal RNA genes for phylogenetics. En: Innis M.A., Gelfand D.H., Sninsky J. y White T.J. (Eds.). PCR Protocols, a Guide to Methods and Applications, Academic Press, New York, pp. 315–322.
- Zhou L.W. 2014. *Fulvifomes hainanensis* sp. nov. and *F. indicus* comb. nov. (Hymenochaetales, Basidiomycota) evidenced by a combination of morphology and phylogeny. Mycoscience 55: 70-77.

