

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES  
SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO**



**DIVERSIDAD DE MACROMICETOS EN EL ESTADO DE  
TAMAULIPAS, MÉXICO**  
**DIVERSITY OF MACROFUNGI IN THE TAMAULIPAS STATE,  
MEXICO**

**TESIS  
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS CON  
ESPECIALIDAD EN  
MANEJO DE RECURSOS NATURALES**

**PRESENTA:**

**M.C. JESÚS GARCÍA JIMÉNEZ**

**LINARES, NUEVO LEÓN, MÉXICO**

**JUNIO, 2013**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES  
SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO

**DIVERSIDAD DE MACROMICETOS EN EL ESTADO DE  
TAMAULIPAS, MÉXICO**

Comité de tesis:

*Eduardo Estrada C.*

Dr. Andrés Eduardo Estrada Castellón  
Director

*César M. Cantú Ayala*

Dr. César M. Cantú Ayala  
Primer vocal

*Enrique Jurado Ybarra*

Dr. Enrique Jurado Ybarra  
Segundo vocal

*José G. Marmolejo Moncivais*

Dr. José G. Marmolejo Moncivais  
Tercer vocal

*José Guadalupe Martínez Ávalos*

Dr. José Guadalupe Martínez Ávalos  
Cuarto Vocal

El presente estudio se realizó a través de más de 30 años de trabajo de campo y de laboratorio. La mayor parte de las especies citadas en este estudio han sido recolectadas, registradas y debidamente identificadas por el autor. Los especímenes registrados en el estudio son parte de las colecciones micológicas de diferentes herbarios pero principalmente pertenecen al herbario “José Castillo Tovar” (ITCV) del Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, en Ciudad Victoria, Tamaulipas. Los datos e información incluidos en esta tesis son responsabilidad absoluta de quien los presenta. Por lo que quiero hacer constar la originalidad del estudio desarrollado a través de estos últimos años. Se ha otorgado el debido crédito a los autores de los diferentes artículos y libros mencionados, estos han sido referidos de manera fiel y coherente en los diversos capítulos de la tesis.

## DEDICATORIA

Dedico la presente investigación al querido maestro José Castillo Tovar QEPD por todo el apoyo recibido durante mi formación profesional por sus enseñanzas en la ciencia de la micología y la incondicional amistad brindada durante muchos años de mi vida.

A mis padres José García Padilla QEPD y María Teresa Jiménez García QEPD, por otorgarme la vida y el sustento durante toda mi vida estudiantil y por permitirme con su ejemplo y con todos sus anhelos, formarme como una persona de bien.

A mi esposa Paula Imelda Morales Flores, por su amor, toda la vida compartida, el apoyo y la tolerancia hacia mí, en la mayor parte de los años vividos.

A mis hijos Leccinum Jesús García Morales e Irmin Elihú García Morales, por su amor, por el alto significado que le han dado a mi vida y por su estímulo constante durante toda su vida.

A mi nuera Alejandra Escobar Morín por su nobleza y atención personal y por permitirme compartir la vida con mi nieto Lex (Lexito), quien le otorga un valor más a mi existencia en esta fase de la vida.

A mis hermanos María Teresa, Máximo QEPD, José, Rosa Carmen y Antonia por el amor fraternal de toda la vida.

A todos ellos y con todo agradecimiento dedico el presente estudio.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a todas las personas que contribuyeron de una u otra forma en el estudio, entre los que se incluye a las siguientes: Dr. Eduardo Estrada Castellón, Dr. Fortunato Garza Ocañas, Dr. Cesar Cantú Ayala, Dr. José G. Marmolejo, Dr. Enrique Jurado Ybarra, Dr. Gastón Guzmán Huerta, Dra. Laura Guzmán-Dávalos, Dr. Ricardo Valenzuela Garza, Dr. Joaquín Cifuentes Blanco, Dr. José Guadalupe Martínez Avalos, Dr. Gonzalo Guevara Guerrero, Dr. Jacinto Treviño Carreón, Dr. Arnulfo Moreno Valdés, Dr. Felipe San Martín González, Dra. Olivia Rodríguez, Dr. Efrén Cázares González, Dr. Rolf Singer, Dr. Gregory M. Mueller, Dr. James M. Trappe, Dr. Michael A. Castellano y muchas otras personas que de manera parcial o eventual apoyaron en las actividades de campo y publicaciones de este estudio. Se agradece al CONACYT y a las Autoridades de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León, las facilidades y el apoyo económico brindados durante el período del estudio doctoral. Se agradece al ANUIES y a la DGEST por el apoyo otorgado al cuerpo académico “Manejo de Recursos Naturales” y a la RED ACADEMICA de “Sistemática y Ecología en Comunidades Forestales y Cultivos” en el grupo correspondiente al Instituto Tecnológico de Cd. Victoria por el apoyo recibido durante los últimos años. A las Autoridades del Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria y del Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica por las facilidades brindadas durante el período de este estudio.

## CONTENIDO

<b>Contenido.....</b>	<b>i</b>
<b>Resumen General.....</b>	<b>1</b>
<b>General Summary.....</b>	<b>2</b>
<b>Capítulo 1. Introducción General.....</b>	<b>3</b>
Objetivos generales.....	6
Hipótesis.....	7
Estructura de la tesis .....	7
Literatura citada.....	11
<b>Capítulo 2. Diversidad de macromicetos en el Estado de Tamaulipas, México....</b>	<b>35</b>
Resumen.....	35
Abstract.....	35
Introducción.....	36
Antecedentes.....	38
Estudios en Latinoamérica.....	38
Estudios en México.....	39
Estudios en Tamaulipas.....	43
Objetivos.....	44
Materiales y Métodos.....	44
a) Área de estudio.....	44
Mapa del Estado de Tamaulipas y las áreas de estudio.....	47
Localidades de estudio, ubicación geográfica y vegetación.....	48
b) Trabajo de Campo.....	50
c) Trabajo de Laboratorio.....	51
d) Estudios taxonómicos.....	52
e) Trabajo de herbario y Gabinete.....	53
f) Análisis estadístico.....	53
Resultados.....	54
Diversidad de macromicetos .....	54

Tabla I. Familias, géneros y especies registradas.....	56
Tabla II. Diversidad fúngica por tipo de vegetación.....	59
Ecología de las especies estudiadas.....	59
Hongos ectomicorrizógenos.....	60
Hongos saprofiticos.....	62
Hongos parásitos.....	66
Aspectos biogeográficos.....	67
Especies endémicas.....	67
La diversidad fúngica en las localidades estudiadas.....	68
Análisis estadístico.....	70
Dendrograma de clasificación de comunidades vegetales según su diversidad fúngica.....	75
Discusión.....	76
Conclusiones .....	77
Literatura citada.....	78
Agradecimientos.....	95
Anexo 1. Listado taxonómico de las especies y su hábitat.....	96
<b>Capítulo 3. Distribución ecológica de macrohongos ectomicorrizógenos en bosques     tropicales y templados de Tamaulipas, México.....</b>	<b>136</b>
Resumen.....	136
Abstract .....	137
Introducción.....	137
Aspectos de la diversidad micológica de México.....	137
Hongos ectomicorrizógenos.....	138
La vegetación y los hongos ectomicorrizógenos en México y en Tamaulipas... ..	138
Características fisiográficas y la vegetación.....	142

Materiales y métodos.....	143
Localización del área de estudio.....	145
Mapa 1. Localización de los principales sitios de muestreo.....	145
Tabla 1. Localización de los sitios de muestreo.....	146
Resultados.....	148
Consideraciones taxonómicas.....	150
Distribución geográfica y ecológica.....	151
Taxonomía y ecología de las especies de hongos estudiadas.....	155
Discusión.....	172
Conclusiones.....	173
Literatura citada.....	174
Agradecimientos.....	185
<b>Capítulo 4. Diversidad y biogeografía de los Boletales de los estados de</b>	
<b>Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila, México.....</b>	<b>186</b>
Resumen.....	186
Abstract.....	187
Introducción .....	188
Materiales y métodos.....	190
Trabajo de campo y laboratorio .....	190
Mapa de las localidades del área de estudio.....	191
Tabla I. Localidades de estudio en el noreste de México.....	192
Resultados.....	194
Tabla II. Boletales de los estados de Tamaulipas, Nuevo León y	
Coahuila, de acuerdo al ordenamiento filogenético	
propuesto por Binder & Hibbett (2006).....	194
Tabla III. Diversidad de Boletales en México y en el área de	
estudio .....	204

Tabla IV. Diversidad de Boletales con riqueza estatal.....	204
Tabla V. Riqueza taxonómica y distribución porcentual de los Boletales en México y los estados del noreste.....	204
Discusión .....	205
Taxonomía y diversidad.....	205
Aspectos ecológicos.....	207
Consideraciones biogeográficas.....	210
Conclusiones.....	213
Literatura citada.....	214
Agradecimientos .....	223
<b>Capítulo 5. Dos especies nuevas del género <i>Boletus</i> (Agaricomycetes, Boletales) en México. ....</b>	<b>224</b>
Resumen.....	224
Abstract.....	225
Introducción.....	225
Materiales y métodos.....	226
Resultados.....	227
Descripción de las especies.....	227
<i>Boletus paulae</i> sp. nov. ....	227
<i>Boletus singeri</i> sp. nov. ....	230
Fotografías de los basidiomas y dibujos microscópicos de las especies .....	234
<i>Boletus paulae</i> .....	234
<i>Boletus singeri</i> .....	235

Discusión.....	236
Literatura citada.....	237
Agradecimientos.....	239
<b>Capítulo 6 . <i>Boletus olivaceicyaneus sp. nov.</i> un nuevo miembro de los Boletales de México. ....</b>	<b>240</b>
Resumen.....	240
Summary .....	241
Introducción.....	241
Materiales y metodos.....	242
Resultados .....	243
Descripción de la especie.....	243
Hábitat y distribución.....	244
Material examinado.....	245
Discusión.....	246
Fotografías de los basidiomas.....	247
Dibujos microscópicos.....	248
Literatura citada.....	249
Agradecimientos.....	252
<b>Capítulo 7 . Conclusiones generales. ....</b>	<b>253</b>

## **RESUMEN GENERAL**

El estudio representa la diversidad conocida de hongos macroscópicos del Estado de Tamaulipas y constituye una importante contribución al conocimiento de los hongos del país. En el que se analizan 1036 especies recolectadas en 28 años de muestreos aleatorios en 50 localidades con bosques tropicales y templados que pertenecen a 345 géneros y se adscriben a 93 familias de los Phyla Ascomycota, Basidiomycota y Glomeromycota. La mayor parte de los hongos presentan hábitos de vida saprofítica (614 spp.) y micorrizógena (402 spp.) y solo algunas pocas especies (20 spp.) son parásitas. Alrededor de 7000 especímenes de herbario avalan este estudio y a partir de este se estudiaron a los hongos ectomicorrizógenos del Estado de Tamaulipas citando un total de 402 taxones de macromicetos de 39 familias de Ascomycetes, Basidiomycetes y Glomeromycetes asociados a los bosques tropicales y templados y se presentan discusiones sobre la taxonomía y biogeografía de las especies. Las especies de hongos registradas se incluyeron en una base de datos de EXCEL, bajo el criterio de presencia-ausencia en los tipos de vegetación en que se encontraron. Se utilizó el programa MVSP para generar el análisis de conglomerados, dando como resultado un cladograma formado por 5 clados de asociación de los tipos de vegetación en función de la diversidad de macromicetos. Se estudió también la diversidad de especies de hongos del Orden Boletales de los estados de Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila y en él se registran 165 taxones del grupo de hongos mencionado basados en la clasificación de Singer (1986) y de Binder & Hibbett (2006) y se discuten aspectos taxonómicos, ecológicos y biogeográficos de las especies estudiadas. De este último estudio se descubrieron dos nuevas especies para la ciencia estas fueron publicadas y se describieron como *Boletus paulae* y *Boletus singeri*, y los registros provienen de los Estados de Nuevo León y Tamaulipas. En el se incluyen ilustraciones microscópicas y fotografías de las especies, se presentan claves dicotómicas de las secciones Luridi y Subpruinosi del género *Boletus* conocidas de México y discusiones sobre las especies. También se describe como una nueva especie para la ciencia a *Boletus olivaceicyaneus* proveniente de los estados de Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila y se incluyen ilustraciones microscópicas, fotografías de especímenes y discusiones sobre la especie. Los

especímenes de los hongos revisados en su mayoría pertenecen a los herbarios ITCV y ENCB, y algunos especímenes están incluidos en los herbarios nacionales IBUG, FCME, XAL así como los del extranjero F, BPI, OSU y NY.

## **GENERAL SUMMARY**

This study aims to contribute to the knowledge of mushrooms diversity in the state of Tamaulipas and México. A total of 1036 species were randomly recolected from 50 locations from tropical and temperate forests during 28 years. They belong to 345 genera from 93 families in the Phyla Ascomycota, Basidiomycota and Glomeromycota. Most species found are saprophytic (i.e. 614 species) followed by mycorrhizal with (402) and parasites with (20). In this study 7000 herbaria specimens were recorded from the state of Tamaulipas and 402 species from 39 families of Ascomycetes, Basidiomycetes and Glomeromycetes are associated to tropical and temperate forests, taxonomical and biogeographical discussions are presented. A data base of EXCEL with the species of fungi was included under the criterium of presence-absence in the kinds of vegetation, where they were found. A cladogram was generated with the Cluster Analysis using the MVSP program. Five clades associated to the kinds of vegetation with macrofungi were obtained. Five clades associated to the kinds of vegetation with macrofungi were obtained. Diversity of mushrooms from the Order Boletales from the states of Tamaulipas, Nuevo León and Coahuila was also studied and 165 taxons were recorded following criteria by Singer, (1986) and Binder & Hibbett (2006). Also, taxonomical, ecological and biogeographical aspects for these species were considered and discussed. From this study two new species for science were described and published and they are: *Boletus paulae* y *Boletus singeri*, from the states of Nuevo Leon and Tamaulipas. Microscopic illustrations and photography's of the species are presented keys to known species from sections Luridi and Subpruinosi in the genus *Boletus* from México and discussions of the species are presented. *Boletus olivaceicyaneus* is reported as a new species for science from the states of Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila and microscopic illustrations and photography's of this species and a discussion on the species is presented. Specimens recorded were included

in the herbaria ITCV y ENCB, and some others in IBUG, FCME, XAL as well as in foreign herbaria F, BPI, OSU y NY.

## **CAPÍTULO 1**

### **INTRODUCCIÓN GENERAL**

El estado de Tamaulipas se encuentra en la región Noreste de México y tiene una gran diversidad biológica debido a la amplia variedad de condiciones fisiograficas y tipos de vegetación que presenta. González-Medrano (1998) reconoce la existencia de 2585 especies de plantas, y de esta diversidad vegetal se deriva una interesante biota micológica, la cual se distribuye de manera más o menos definida a través del gradiente climático-altitudinal en el estado. Por otro lado, los macrohongos son organismos filamentosos, eucarióticos, aclorofílicos, heterótrofos, que se reproducen asexual y sexualmente por medio de esporas, poseen una pared celular compuesta principalmente por quitina, se nutren por absorción y forman esporomas mayores a 1 mm, tamaño que los hace visibles al ojo humano. Esta definición incluye a organismos que pertenecen al reino Fungi y están representados en cuatro Phyla: Zygomycota, Glomeromycota, Ascomycota y Basidiomycota. Mucho se ha dicho de la cantidad de especies que se conocen en el Mundo, y los datos son variables, pero recientemente, Kirk *et al.* (2008) señalaron que hay 97861 especies descritas de hongos en el mundo y si consideramos las 1300 especies de Microsporidia que han sido ubicados recientemente en el reino Fungi (Blackwell, 2011). Podemos decir que se conocen aproximadamente 99161 especies de hongos, superándose recientemente la cifra de 60000 a 80000 que se estimaba que se conocían en el planeta.

Por otro lado, las estimaciones sobre la diversidad fúngica en el mundo varía según el criterio de diferentes autores y los parámetros para medirla, al momento histórico, la primera estimación reconocida fue la Hawksworth (1991) quien consideró la existencia de 1.5 millones de especies, basada en criterios ecológicos, reconociendo la importancia de los inventarios micológicos en Inglaterra y su extrapolación a otros sitios del planeta; mas tarde Hawksworth (1997) analizaron los diversos grupos ecológicos de hongos a considerar en las metodologías para la realización de inventarios, particularmente en los bosques

tropicales. Sin embargo, ha habido otras estimaciones unas conservadoras como las de Mueller y Schmit (2007) quienes han sugerido la utilización de otros parámetros como la distribución geográfica, endemismos, especificidad de hospederos, diversidad de micro y macrohongos sobre material vegetal en diversos hábitats, así como su asociación con otros organismos y como resultado de estas evaluaciones indican que existen por lo menos 700000 especies de hongos en el mundo; mientras que O'Brien *et al.* (2005) hicieron una estimación global de 3.5 a 5.1 millones de especies de hongos al realizar un análisis de ADN ambiental de una comunidad fúngica de suelos en Carolina del Norte, EUA, revelando un alto grado de acumulación de nuevas especies en el sitio. Blackwell (2011) hace un análisis de las propuestas sobre la cantidad de especies de hongos que se ha especulado que hay en el planeta y concluye que no es importante la cifra, sino que se ha llamado la atención a que muchos biólogos se interesen por el estudio de los hongos dada la relevancia que tienen en el ecosistema y al descubrimiento de nuevas taxa y el reconocimiento de las interacciones fúngicas con diferentes grupos biológicos y la distribución diferencial de estos grupos a través de las distintas regiones del planeta, de esta manera se reconoce a los hongos como uno de los grupos megadiversos del planeta.

Con respecto a los estudios de diversidad fúngica en México, Guzmán (1998) reconoció que en México hay alrededor de 6710 especies de hongos, de los cuales 2800 son macromicetos entre Ascomycetes y Basidiomycetes, 1600 hongos liquenizados, 200 Mixomycetes y 2000 especies de micromicetos. Sin embargo en base al criterio de este autor en México y basado en las propuestas de Hawksworth (1991, 2001) deben de existir alrededor de 200000 especies de hongos en el país. Si se considera la cifra anterior, entonces solamente se conoce aproximadamente el 3.5 % de la diversidad fúngica del país, mientras que la mayor parte de la diversidad fúngica estimada para México no ha sido estudiada. Las cifras anteriormente citadas sobre la diversidad de macromicetos de México, se ve avalada por una serie de estudios sobre hongos mismos que han sido publicados a través de diferentes revistas como el Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología, la Revista Mexicana de Micología, Acta Botánica Mexicana, Annales del Instituto de Biología (UNAM) Serie Botánica, Polibotánica, Micología Tropical Aplicada, Revista Mexicana de la Biodiversidad y varios journals del extranjero, en los cuales investigadores

de diferentes instituciones nacionales y del extranjero han publicado sus estudios sobre diferentes aspectos de los hongos de México. El interés de estos investigadores por conocer la biota micológica del país ha sido resultante de proyectos de investigación, estudios de tesis y como parte de los objetivos del desarrollo de los Herbarios Institucionales Mexicanos y del extranjero, esto ha permitido un incremento paulatino pero sustancial en el conocimiento sobre los hongos en el país. Los estudios micológicos en el Estado de Tamaulipas iniciaron con el registro de algunas especies de hongos en la zona de Gómez Farías por Hernández X. *et al.* (1951), quienes citaron algunas especies de macromicetos del bosque mesófilo de El Cielo. Sin embargo los estudios sobre macromicetos en Tamaulipas se definieron en los 80's a raíz de la fundación de la Licenciatura en Biología del Instituto Tecnológico de Cd. Victoria y el Herbario ITCV José Castillo Tovar y de investigadores de otras instituciones nacionales que visitaron el estado en ese tiempo. Reconociéndose los trabajos de García *et al.*, (1986) en relación a especies de boletáceos de México, incluyendo especies de este estado. Guevara *et al.* (1987) sobre las especies de *Lactarius* en donde se incluyen especies de la zona, Heredia (1989) realizó el primer inventario de los hongos de la Reserva de la Biosfera El Cielo, citando alrededor de 120 taxones para la zona. Por otra parte los principales estudios sobre los Xylariales en México y Tamaulipas son los de San Martín y Rogers (1989,1993), quienes reconocen los géneros y especies de ese grupo de hongos, acompañados de descripciones completas incluyendo las de especies nuevas para la ciencia. Singer *et al.* (1990, 1991, 1992) en sus monografías sobre Boletaceae de México y Centroamérica describen importantes especies de este grupo de hongos para Tamaulipas. El estudio de Valenzuela y Chacón (1991) sobre los poliporáceos de la Reserva de la Biosfera El Cielo, constituye un importante avance en los estudios de estos hongos en la región. San Martín y Rogers (2005) elaboraron claves de determinación de xylariales de la Reserva de La Biosfera El Cielo así como aspectos de los sustratos y hospederos sobre los que crecen. Avances en la realización del inventario sobre los macromicetos del estado fueron publicados por García y Valenzuela (2005) y García y Guevara (2005) para la Reserva de la Biosfera El Cielo y para el Estado de Tamaulipas respectivamente. Un estudio adicional sobre los hongos micorrizógenos en la Reserva de la Biosfera El Cielo, fue realizado por García (2005) quién reconoció 166 especies de este grupo ecológico de hongos. Algunos estudios posteriores como los de Guevara *et al.* (2008)

describen especies de *Hysterangium* incluyendo algunos taxones nuevos para la ciencia. Por otra parte Cázares *et al.* (2008), describen a *Melanogaster minysporus* especie nueva registrada de Nuevo León y Tamaulipas. Castellano *et al.* (2012) estudiaron algunas especies del género *Elaphomyces* de México y la región, incluyendo un especie nueva para la micobiota mexicana. Por último se incluye el estudio de García *et al.* (2013 en prensa), en el que se describen dos especies de *Boletus* para el estado. Estos últimos estudios y otros que se encuentran en preparación, formarán parte del inventario de los macromicetos de Tamaulipas.

### **OBJETIVOS GENERALES**

- ❖ Conocer la diversidad de macromicetos del Estado de Tamaulipas.
- ❖ Cuantificar la diversidad de macromicetos entre diferentes comunidades vegetales y su altitud.
- ❖ Estimar la diversidad de hongos ectomicorrizógenos en el estado y reconocer sus atributos ecológicos y biogeográficos.
- ❖ Analizar la diversidad y biogeografía de los hongos del Orden Boletales en Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila.
- ❖ Describir algunas especies de hongos nuevas para la ciencia.
- ❖ Reconocer la tendencia de asociación de las especies a los diferentes tipos de hábitats.
- ❖ Reconocer las categorías de importancia de los principales grupos ecológicos de hongos.

## **HIPÓTESIS**

Se considera que en las comunidades vegetales de menor altitud (0-800 msnm) de clima cálido la diversidad de hongos saprofiticos es mayor con respecto a la de los hongos ectomicorrizógenos y que en comunidades vegetales de mediana y mayor altitud (800-3100 msnm) con climas templados a fríos existe un preponderancia de los hongos ectomicorrizógenos.

Un grupo de hongos ecológicamente importante son los pertenecientes al Orden Boletales, en estas especies existe una principal correlación biogeográfica con Nortemérica y menor con otras regiones del mundo, pero en un cierto porcentaje existen especies endémicas de esta región, las cuales constituyen nuevos taxones para la ciencia.

## **ESTRUCTURA DE LA TESIS**

El presente estudio de tesis está conformado por 7 capítulos u. el primero es la introducción general al tema , elsegundo aborda de manera general el tema de la diversidad de macromicetos en el Estado de Tamaulipas, el tercero trata sobre los hongos ectomicorrizógenos conocidos en el estado, un tercero revisa a los hongos del Orden Boletales, incluyendo las especies conocidas de Tamaulipas además de taxones registrados de Nuevo León y Coahuila.

Los capítulos 5 y 6 están en formato de artículo describen a 3 especies del género *Boletus* nuevas para la ciencia, además de estos un último capítulo de conclusiones generales.

**La descripción general de los capítulos se detalla enseguida.**

## **CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN GENERAL**

En este documento se presenta la introducción al tema de los macromicetos en el Mundo, en México y en el Estado de Tamaulipas. El planteamiento de la hipótesis, la descripción breve de los capítulos de la tesis y la lista de documentos bibliográficos utilizados en los diferentes capítulos.

## **CAPÍTULO 2. DIVERSIDAD DE MACROMICETOS EN EL ESTADO DE TAMAULIPAS**

En esta documento se incluye el registro de 1036 taxones de hongos registrados del Estado de Tamaulipas, señalándose la revisión de más de 7000 especímenes de herbario, registrados por el autor durante los últimos 28 años, se incluye información introductoria a nivel global, de Latinoamérica y de México, los materiales y métodos utilizados, se incluye una tabla y un mapa de las localidades de estudio, aspectos del trabajo de campo y de laboratorio así como el análisis estadístico del estudio, resultados y discusiones sobre el tema, la literatura citada y una tabla taxonómica de todos los hongos estudiados, el hábitat y formas de vida de las especies.

## **CAPÍTULO 3. DISTRIBUCIÓN ECOLÓGICA DE LOS MACROHONGOS ECTOMICORRIZÓGENOS EN BOSQUES TROPICALES Y TEMPLADOS DE TAMAULIPAS, MÉXICO.**

En este documento se reconocen 402 taxones de hongos ectomicorrizógenos para el Estado de Tamaulipas, en la introducción se incluyen aspectos de la diversidad micológica de México, discusiones sobre aspectos de la vegetación y fisiografía de Tamaulipas. Se presenta la explicación de la simbiosis ectomicorrizógena, la metodología utilizada, mapa y tabla de las localidades de donde proceden

los hongos estudiados, una tabla que incluye al listado taxonómico de las especies, el tipo de bosque en que se encontraron y su putativo hospedero vegetal. Discusión y conclusiones sobre el tema abordado y la literatura citada.

#### **CAPÍTULO 4. DIVERSIDAD Y BIOGEOGRAFÍA DE LOS BOLETALES (BASIDIOMYCETES, AGARICOMYCOTINA) DE LOS ESTADOS DE TAMAULIPAS, NUEVO LEON Y COAHUILA, MÉXICO.**

En éste capítulo se discute la presencia de 165 taxones de hongos del Orden Boletales, distribuidos en 3 estados del Noreste de México , el estudio incluye la introducción, con la información general sobre los hongos del Orden Boletales, los estudios en otras regiones del mundo, de Norteamérica, de Latinoamérica y de México. Se reconocen los estudios previos realizados en la region. Incluye la metodología utilizada, una lista y un mapa de las localidades estudiadas en la región. Se presenta una tabla taxonómica de las especies y sus 14 familias de adscripción esta incluye el tipo de vegetación y los hospederos sobre los que se encontraron los hongos. Discusion de los resultados respecto a la taxonomía y diversidad de las especies, aspectos ecológicos de las mismas, aspectos biogeográficos de las especies, conclusiones sobre el estudio y la literatura citada correspondiente.

#### **CAPÍTULO 5. DOS ESPECIES NUEVAS DEL GÉNERO *Boletus* (AGARICOMYCETES, BOLETALES) EN MÉXICO.**

En esta publicación sometida a la Revista Mexicana de Biodiversidad, se describen e ilustran con dibujos y fotografías a *Boletus paulae* y *Boletus singeri*, dos especies nuevas para la ciencia provenientes de los estados de Tamaulipas y Nuevo León, se incluye la metodología utilizada en campo y laboratorio, la descripción macro y microscópica de las especies, la diagnosis latina de las mismas, discusiones taxonómicas, sobre su hábitat y distribución en la región, se incluye la literatura citada.

## **CAPÍTULO 6. *Boletus olivaceicyaneus* sp. nov. UN NUEVO MIEMBRO DE LOS BOLETALES DE MÉXICO.**

En esta publicación para ser enviada a la Revista Mexicana de Micología, se describe e ilustra a *Boletus olivaceicyaneus* una nueva especie dentro del Orden Boletales, incluye un capítulo introductorio, los materiales y métodos utilizados, la descripción macro y microscópica de la especie discusiones sobre su hábitat y distribución en la región, se presentan ilustraciones macroscópicas y microscópicas. la literatura citada,

## **CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES GENERALES.**

Se hace un recuento general de las especies estudiadas,  $1036 + 32 = 1068$  taxones de macrohongos de la región. El número de comunidades forestales visitadas, el número de hospederos registrados. Se discuten la hipótesis y un análisis general de los capítulos de esta tesis.

### **NOTA:**

En el texto de los apartados de los 4 primeros capítulos se cita a diversas especies de hongos, en estas no se incluyen los autores de los mismos como regularmente se estila en las revistas especializadas, esto se consideró con el fin de no llenar de nombres de autores el documento, ya que estos vienen enunciados debidamente en las tablas taxonómicas de las especies del capítulo respectivo.

### **LITERATURA CITADA**

- Allen, M. F., L. E. Warburton, K.K. Treseder, C. Cario, A. Lindahl, J. Lansing, J.I. Querejeta, O. Karen, S. Harney & T. Zink. 2005. Biodiversity of Mycorrhizal Fungi in Southern California. USDA. Forest Service Tech. Rep. PSW-GTR-195.
- Arora, D. 1986. *Mushrooms Demystified*. 2a. Ed. Ten Speed Press.
- Ayala, N. 1996. Estudio sistemático, corológico y ecológico de los Agaricales sensu lato del Estado de Baja California, México. Universidad de Alcalá de Henares, España.
- Ayala, N. y C. Ochoa. 1998. Hongos conocidos de Baja California. Universidad de Baja California, Mexicali.
- Bá, A. M., R. Duponnois, B. Moyersoen & A.G. Diédhiou. 2012. Ectomicorrhizal symbiosis of tropical African trees. *Mycorrhiza* 22 (1) : 1-29.
- Bandala, V., G. Guzmán, L. Montoya. 1993. *Los hongos del Grupo de los Poliporáceos conocidos en México*. In: Marmolejo, J.G. y F. Garza Ocañas (Eds). Contribuciones micológicas en homenaje al Biólogo José Castillo Tovar, por su labor en pro de la micología mexicana. Reporte científico No. Especial 13, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, pp. 1-55.
- Baroni, T.J. & Lodge, D.J. 1998 . Basidiomycetes of the Greater Antilles I: new species and new records of *Alboleptonia* from Puerto Rico and St John, USVI. *Mycologia* 90: 680-696.
- Baroni, T.J., D.J. Lodge & S.A. Cantrell. 1997. Tropical connections: sister species and species in common between the Caribbean and the Eastern United States. *McIlvainea*, 13(1): 4-19.

- Berbee, M. L. & J.W. Taylor, 1993. Dating the evolutionary radiations of the true fungi.  
Can. J. Bot. 71: 1114-1127.
- Bessette, A. E., A. R. Bessette & D. W. Fischer. 1997. *Mushrooms of Northeastern  
North America*. Syracuse University Press.
- Bessette, A. E., E. C. Roody & A. R. Bessette. 2000. *North American Boletes*. Syracuse  
University Press.
- Bessette, A. E., W. C. Roody, A. R. Bessette & D.L. Dunaway. 2007. *Mushrooms of the  
Southeastern United States*. Syracuse University Press, Syracuse, N.Y.
- Bessette, A.E., D.B. Harris & A.R. Bessette, 2009. *Milk Mushrooms of North América*.  
Syracuse University Press, Syracuse, N.Y.
- Binder, M. & A. Bresinsky, 2002. Derivation of a polymorphic lineage of Gasteromyces  
from boletoid ancestors. *Mycologia* 94(1) : 85-98.
- Binder, M. & D. S. Hibbett. 2006. Molecular systematics and biological diversification  
of Boletales. *Mycologia* 98(6): 971-981.
- Binion, D. E., H.H. Burdshall, S.L. Stephenson, O.K. Miller, W.C. Roody & L.N.  
Vasilyeva. 2008. *Macrofungi Associated with oaks of Eastern North America*.  
West Virginia University Press. Morgantown.
- Blackwell, M. 2011. The Fungi: 1, 2, 5.1 million species?. *American Journal of Botany*  
98(3): 426-438.
- Both, E. E. 1993. *The Boletes of North América. A compendium*. Buffalo Museum of  
Science, Buffalo, N.Y.
- Bougher, N. L. 1994. Diversity of Ectomycorrhizal Fungi Associated with Eucalyptus  
in Australia. In: M. Brundett, B. dell, N. Malajczuc & G. Mingqin, pp 8-15.,  
*Mycorrhizas for Plantation Forestry in Asia*. ACIAR, Crawford Fund, Kaiping  
City.

- Briones-Villarreal, O., 1991. Sobre la flora, vegetación y fitogeografía de la Sierra de San Carlos, Tamaulipas. *Acta Botánica Mexicana* 16: 15-43.
- Brundrett, M. C. & B. Kendrick, 1987. The relationship between the ash bolete (*Boletinus merulioides*) and an aphid parasitic on ash tree roots. *Symbiosis* 3: 315-319.
- Brundrett, M.C., 2002. Coevolution of roots and mycorrhizas of land plants. *New Phytologist* 154: 275 - 304.
- Brundrett, M. C., 2009. Mycorrhizal associations and other means of nutrition of conflicting information and developing reliable means of diagnosis. *Plant Soil* 320: 37-77.
- Bruns, T. D. & R. Shefferson, 2004. Evolutionary studies of ectomycorrhizal fungi: recent advances and future directions. *Can. J. Bot.* 82: 1122-1132.
- Cantrell, S. A. & Lodge, D. J., 2001. *Hygrophoraceae* of the Greater Antilles, Section *Firmae*. *Mycological Research* 105, 215-224.
- Cantrell, S.A., D.J. Lodge & T. J. Baroni. 2001. Basidiomycetes of the Greater Antilles Project. *Mycologist* 15(3): 107-112
- Capello - García, S. 2006. *Hongos del Yumka´*. Guía Ilustrada. Universidad Juárez de Tabasco, Villahermosa.
- Castellano, M. A., G. Guevara, J. García & J. M. Trappe. 2012. *Elaphomyces appalachiensis* y *E. verruculosus* sp. nov. (Ascomycota, Eurotiales, Elaphomycetaceae) from Eastern North América. *Rev. Mex. Mic.* 35: 17-22.
- Castillo, J. 1987. *Mycologia General*. Limusa, México.
- Castillo, J. y G. Guzmán. 1970. Estudios sobre los Poliporáceos de Nuevo León, II. *Bol. Soc. Bot. Mex.* 3: 1-47

- Castillo, J., J. García y F.E. San Martín. 1979. Algunos datos sobre la distribución ecológica de los hongos, principalmente los micorrícicos en el centro del Estado de Nuevo León. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 13: 229-237.
- Cázares, E. J. García, J. Castillo & J. M. Trappe. 1992. Hypogeous Fungi from Northern Mexico. *Mycologia* 84(39): 341-359.
- Cázares, E., G. Guevara, J. García & J. M. Trappe. 2008. *Melanogaster minysporus* sp. nov. a new sequestrate member of the Boletales from México. *Rev. Mex. Mic.* 28: 67-69.
- Chacón, S., G. Guzmán, L. Montoya y V.M. Bandala. 1995. Guía ilustrada de los Hongos del Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero de Xalapa, Veracruz y Áreas circunvecinas. Instituto de Ecología A.C., Xalapa, Veracruz.
- Cifuentes, B. J., 1996. Estudio taxonómico de los géneros Hydnoïdes estipitados (Fungi: Aphyllophorales) en México. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias UNAM, México, D.F.
- Cifuentes, J., M. Villegas y L. Pérez-Ramírez. 1986. Hongos. *In* Manual de herbario. Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos, A. Lot y F. Chiang (eds.). UNAM-Consejo Nacional de la Flora de México, A.C. México. p. 55–64.
- Cifuentes, J., M. Villegas y L. Pérez. 1993. Hongos Macroscópicos, p. 59-126. En : Historia Natural del Parque Omiltemi, Chilpancingo, Guerrero, México. UNAM, México.
- Cooker, W.C. & A.H. Beers. 1943. *The Boletaceae of North Carolina*. University of North Carolina Press, Chapel Hill. 218pp.
- Contreras-Pacheco, M.A., L. Pérez-Ramírez y J. Cifuentes Blanco. 2012. Estudio taxonómico de hongos corticioides (Hymenomycetes: Fungi) poco conocidos en

- México. *Rev. Mex. Biodiv.* 83: 15-22.
- Corner, E. J. H., 1972. *Boletus in Malaysia*. The Botanic Garden, Singapore.
- Dell, B., 2002. Role of Mycorrhizal Fungi in Ecosystems. *CMU Journal 1 (1)*: 47-60.
- Delgado - Fuentes, A., M. Villegas y J. Cifuentes, 2005. *Glosario ilustrado de los caracteres macroscópicos en Basidiomycetes con himenio laminar*. Facultad de Ciencias, UNAM.
- Dennis, R. W.G. 1970. *Fungus flora of Venezuela and Adjacent countries*. Kew. Bull. Add. Ser. 3: 531 pp.
- Díaz Barriga. 1992. *Hongos comestibles y venenosos de la cuenca de Pátzcuaro, Michoacán*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo - CID Estado de Michoacán-Instituto de Ecología, A.C.
- Díaz Moreno, R., R. Valenzuela y J. Marmolejo. 2005. "Flora Micológica de Bosques de Pino y Pino-Encino en Durango, México". *Ciencia UANL*, 8: 262-269.
- Dickie, L. A., B.T.M. Dentinger, P.G. Avis, D.J. Mc Laughlin & P. B. Reich. 2009. Ectomycorrhizal fungal communities of oak savanna are distinct from forest communities. *Mycologia* 101 (4): 473-483.
- Drehmel, D., T. James & R. Vilgalys. 2008. Molecular Phylogeny and biodiversity of the Boletes. *Fungi* 1(4): 17-23.
- Esqueda, M., M. Coronado, A. Gutierrez, R. Valenzuela, S. Chacón, R.L. Gilbertson, T. Herrera, M. Lizárraga, G. Moreno, E. Pérez-Silva y T. H. Devender. 2010. *Hongos*, p. 189-205. En Francisco E. Molina Freaner Y Thomas R. Van Denver, Eds. *Diversidad Biológica de Sonora*. UNAM-CONABIO
- Estrada Torres, A., W. de Basanta, E. Conde & C. Lado. 2009. Myxomycetes associated with dryland ecosystems of the Tehuacán-Cuicatlán Valley Biosphere Reserve, Mexico. *Fungal Diversity*. On line.

- Flores R. y G. Simonini, 2000. Contributo alla conoscenza delle Boletales del Guatemala. *Rivista di Micologia* 2: 121-145.
- Frank, J., S. Barry, J. Madden & D. Southwort. 2006. Oaks Belowground: Mycorrhizes. Truffles and Small Mammals. Forest service. General Technical Report PSW-GTR-217.
- Fries, E.M. & C.T. Hok. 1835. *Boleti Fungorum Generis Illustratio*.
- Frost, C. C. 1874. Catalogue of Boleti of New England, with descriptions of new species. *Bull. Buff. Soc. Nat. Sci.* 2: 100-105.
- Frutis, I. y G. Guzmán. 1983. "Contribución al conocimiento de los hongos del estado de Hidalgo". *Bol. Soc. Mex. Mic.*, 18: 219-265.
- García, J. y F. Garza. 2001. Conocimiento de los hongos de la familia Boletaceae de México *Ciencia UANL*, 3: 336 – 343.
- García, J. 1993. Una Lista Preliminar de los Hongos del Suborden Boletineae (Basidiomycetes, Agaricales) en el Noreste de México. *Reporte Científico No. Especial* 13. Facultad de Ciencias Forestales U.A.N.L.
- García, J. 1999. Estudio sobre la taxonomía, ecología y distribución de algunos hongos de la Familia Boletaceae (Basidiomycetes, Agaricales) de México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L., Linares, Nuevo León.
- García, J. y G. Guevara, 2005. *Macromicetos (Hongos Superiores) de Tamaulipas* p. 67- 79. En: Barrientos, L., A. Correa, J.V. Horta y J. García. *Biodiversidad Tamaulipeca Vol. I*. DGEST- FOMIX-COTACYT- ITCV.
- García, J. y J. Castillo, 1981. Las especies de Boletáceos y Gomfidiáceos conocidos en el Estado de Nuevo León. *Bol. Soc. Mic.* 15: 121-197.
- García, J. y R. Valenzuela. 2005. *Hongos Macromicetos* p. 321-337. En Sánchez – Ramos, G., P. Reyes-Castillo y R. Dirzo (Eds.), *Historia Natural de la Reserva*

*de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México.* Universidad Autónoma de Tamaulipas.

- García, J. 2005. Hongos ectomicorizógenos de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas. *Biotam Nueva Serie. Ed .Especial 2005: 12-25.*
- García, J., D. Pedraza, C. I. Silva, R. L. Andrade & J. Castillo. 1998. *Hongos del Estado de Querétaro.* Hear Taller Grafico, Querétaro.
- García, J., G. Gaona, J. Castillo y G. Guzmán. 1986. Nuevos Registros de Boletáceos en México. *Rev. Mex. Mic. 2: 346-366.*
- García, J., R. Singer, E. Estrada, F. Garza y R. Valenzuela. 2013. Dos especies nuevas del Género *Boletus* en (Boletales, Agaricomycetes) en México. *Rev. Mex. Biodiv: en prensa.*
- Garza, F., J. García y J. Castillo. 1985. Macromicetos asociados al bosque de *Quercus rysophylla* en algunas localidades del centro del Estado de Nuevo León. *Rev. Mex. Mic. 1:423-437.*
- Garza, F., J. García, E. Estrada y H. Villalón. 2002. Macromicetos, ectomicorizas y cultivos de *Pinus culminicola* en Nuevo León. *Ciencia UANL, 5 (2): 204-210.*
- Gilbertson, R. L. & L. Ryvarden. 1986. *North American Polypores I. Abortiporus -Lindtneria "*. Fungiflora, Oslo. 433 pp.
- Gómez, P. L. D. 1996. Basidiomycetes de Costa Rica: *Xerocomus, Chalciaporus, Pulveroboletus, Boletellus, Xanthoconium* (agaricales : Boletaceae). *Rev. Biol. Trop. 44( Suppl. 4): 59-89.*
- González-Velázquez, A. y R. Valenzuela. 1993. Boletáceos y Gonfidíáceos del Estado de México I: Discusiones sobre su distribución en diferentes tipos de vegetación, asociaciones ectomicorizógenas, fenología y comestibilidad. *Rev. Mex. Mic.*

9:35-46.

Gonzalez - Velázquez, A. y R. Valenzuela. 1995. Boletáceos y Gonfidiáceos del Estado de México II. Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas 41: 119-196.

González-Velázquez, A. y R. Valenzuela. 1996. Los Boletáceos y Gonfidiáceos del Estado de México II. Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas 41: 119–196.

Gonzalez-Medrano, F. 1998. Lista florística preliminar de Tamaulipas. Informe final SNIB-CONABIO, Proyecto No. P092, México, D. F.

Gonzalez –Medrano, F. 2005. La Vegetación. En: Sanchez, G., P. Reyes-Castillo y R. Dirzo. *Historia Natural de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México*. Universidad Autónoma de Tamaulipas.

Graham, A.. 2011. The age and diversification of terrestrial New World Ecosystems Through Cretaceous and Cenozoic time. *Am. Jour. Bot.* 98(3): 336-351.

Grubisha, L. C., J. M. Trappe, R. Molina & J. W. Spatafora. 2001. Biology of the ectomycorrhizal genus *Rhizopogon*. V. Phylogenetic relationships in the Boletales inferred from LSU rDNA sequences. *Mycologia* 93: 82–89.

Grund, D. W. & K.A Harrison. 1976. *Nova Scotian Boletes*. Cramer, Vaduz.

Guevara, G., J. García, J. Castillo & O. K. Miller. 1987. New Records of *Lactarius* in México. *Mycotaxon* 30:157-176.

Guevara, G., M. A. Castellano, J. García, E. Cázares & J. M. Trappe. 2008. *Hysterangium* (Hysterangiales, Hysterangiaceae) from Northern México. *Rev. Mex. Mic.* 28: 95-100.

Guzmán - Davalos, L. y G. Guzman. 1979. Estudio ecológico comparativo entre los hongos (macromicetos) de los bosques tropicales y los de coníferas del Sureste

- de México. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 13: 89-125
- Guzmán y Herrera. 1973. Especies de Macromicetos citadas de México IV. Gasteromicetos. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 7: 105-119
- Guzman, G. 1970. Monografía del género *Scleroderma* Pers. emend. Fr. *Darwiniana* 16: 233-407.
- Guzmán, G. 1977. Identificación de los Hongos Comestibles, Venenosos, Alucinantes y destructores de Madera. Limusa, México.
- Guzmán, G. y F. Ramírez Guillén. 2001. *The Amanita caesarea - complex*. Bibliotheca Mycologica, Vol. 187. J. Cramer, Stuttgart.
- Guzmán, G. y M. Piepenbiring. 2011. *Los Hongos de Panamá*. Introducción a la identificación de los Macroscópicos. Instituto de Ecología A.C., Xalapa, Ver., Mexico.
- Guzmán, G., 1983. The Genus *Psilocybe*. Beihefte zur Nova Hedwigia 74. Cramer, Vaduz.
- Guzman, G. 1997. Los nombres de los hongos y lo relacionado con ellos en América Latina. Instituto de Ecología, A. C. - CONABIO
- Guzmán, G. 1998. Inventoring the fungi of México. *Biodiversity and Conservation* 7: 369-384.
- Guzmán, G. 2003. *Los Hongos de El Edén, Quintana, Roo*. Introducción a la micobiota tropical de México. CONABIO e Instituto de Ecología, Xalapa.
- Halling, R. E. 1989. A synopsis of Colombian Boletes. *Mycotaxon* 34(1): 99-113.
- Halling, R.E. 2001. Ectomycorrhizae: Co-evolution Significance and Biogeography. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 88: 5-13.
- Halling R.E & G.M. Mueller.1999. New Boletes from Costa Rica. *Mycologia* 91(5) : 893-899.

Halling, R.E. & G.M. Mueller. 2002. *Agarics and Boletes of Neotropical Oakwoods*. In Watling, R., J.C. Frankland, S. Isaac and C. H. Robinson, *Tropical Mycology*. CABI Guildford and King's Lynn, U.K.

Halling, R. & G. M. Mueller. 2003. *Leccinum* (boletaceae) in Costa Rica. *Mycologia* 95(3): 488-499.

Halling, R. & G. M. Mueller. 2005. *Common Mushrooms of the Talamanca Mountains, Costa Rica*. The New York Botanical Garden.

Halling, R., T. W. Osmundson & M. A. Neves. 2008. Pacific boletes: Implications for biogeographic relationships. *Myc. Res.* 112(4): 437-447.

Halling, R.E. & N. A. Fechner. 2011. *Heimioporus* (Boletineae) in Australia. *Australasian Mycologist* 29: 47-51.

Halling, R., M. Nuhn, N. A. Fechner, T. W. Osmundson, K. Soyong, D. Arora, D. S. Hibbett & M. Binder. 2012. *Sutorius*. A new genus for *Boletus eximius*. *Mycologia* 104 (4) : 951-961.

Halling, R. E., M. Nuhn, T. Osmundson, N. Fechner, J. M. Trappe, K. Soyong, D.

Arora, D. S. Hibbett & M. Binder. 2013. Affinities of the *Boletus chromapes* group to *Royungia* and the description of two genera, *Harrya* and *Australopilus*. *Australian Systematic Botany*. 25: 418–431.

Heinemann, P., 1951. Champignons recoltés au Congo Belge ar Mademe M. Goossens-Fontana.- I. Boletineae. *Bull. Jard. Bot.État* 21: 223-346.

Heinemann, P., 1961. Les Boletinées. *Les Naturalistes Belges, Bull.* 42: 333-362.

Hawksworth, D.L. 1991. The Fungal Dimension of Biodiversity: Magnitude, Significance and Conservation. *Mycol. Res.* 95: 641-655.

Hawksworth, D. L., 1997. *Inventorying a Tropical Fungal Biota: Intensive and*

- Extensive Approaches*. Pp. 29-49. In: Janardhanan, K. K., C. Rajendran, K. Natarajan and D.L. Hawksworth. Eds., *Tropical Mycology*. Science Publishers, Inc. U.S.A.
- Hawksworth, D. L. 2001. The Magnitude of fungal diversity: 1.5 million species estimate revisited. *Mycol. Res.* 105: (12): 1422-1432.
- Henkel, T. W., J. Terborgh & Rytas J. Vilgalys. 2002. Ectomycorrhizal fungi and their leguminous hosts in the Parakaima Mountains of Guyana. *Mycol. Res.* 106 (5): 515-531.
- Henkel, T. W., M. Catherine Aime, M. M. L. Chin, S.L. Miller, R. Vilgalys & M.E. Smith. 2012. Ectomycorrhizal fungal sporocarp diversity and discovery of new taxa in *Dicymbe* monodominant forests of the Guiana Shield. *Biodivers. Conserv.* 21: 2195-2220.
- Heredia, G. 1989. Estudio de los hongos de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas. Consideraciones sobre la distribución y ecología de algunas especies. *Acta Botanica Mexicana* 7: 1- 17.
- Hernández, X. E., E. H. Crum, W. B. Fox & J. Sharp. 1951. A unique vegetation area in Tamaulipas. *Bull. Torr. Bot. Club* 78(6): 458-463.
- Herrera, T. y M. Ulloa, 1990. *El Reino de Los Hongos*. Micología básica y aplicada. Fondo de Cultura Económica, México.D.F.
- Hesler, L. R. & A.H. Smith. 1963. North American Species of *Hygrophorus*. The University of Tennessee Press, Knoxville.
- Hesler, L. R. & A. H. Smith. 1979. *North American Species of Lactarius*. The University of Michigan Press, Ann Arbor.
- Hibbett, D. 2006. "A phylogenetic overview of the Agaricomycotina". *Mycologia*, 98: 917-925.

- Hibbett, D., M. Binder, J. Bischoff, M. Blackwell, P. Cannon, O. Eriksson, S. Huhndorf, T. James, P.M. Kirk, R. Lücking, H.T. Lumbsch, F. Lutzoni, P.B. Matheny, D.J. McLaughlin, M.J. Powell, S. Redhead, C. L. Schoch, J.W. Spatafora, Ç J.A. Stalpers, R. Vilgalys, M.C. Aime, A. Aptroot, R. Bauer, D. Begerow, G.L. Benny, L.A. Castlebury, P.W. Crous, Y. Dai, W. Gams, D.M. Geiser, G.W. Griffith, C. Gueidan, D.L. Hawksworth, G. Hestmark, K. Hosaka, R.A. Humber, K.D. Hyde, J.E. Ironside, U. Kõljalg, C.P. Kurtzman, K. Larsson, R. Lichtwardt, J. Longcore, J. Miądlikowska, A. Miller, J. Moncalvo, S. Mozley-Standridge, F. Oberwinkler, E. Parmasto, V. Reeb, J.D. Rogers, C. Roux, L. Ryvarden, J.P. Sampaio, A. Schüßler, J. Sugiyama, R. G. Thorn, L. Tibell, W.A. Untereiner, C. Walker, Z. Wang, A. Weir, M. Weiss, M. M. White, K. Winka, Y. Yao & N. Zhang. 2007. "A higher-level phylogenetic classification of the Fungi". *Mycol. Res.*, 111: 509-547.
- Horak, E. 1983. Mycogeography in the South Pacific Region: Agaricales, Boletales. *Aust. J. Bot. Ser.*, 10: 1-41.
- Hosford, D.R. & J. M. Trappe. 1980. Taxonomic studies on the genus *Rhizopogon*, II. Notes and new records of species from México and Caribbean countries. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 14: 3-15.
- Huffman, D. M., L. H. Tiffany, G. Knaphus & R.A. Healy. 2008. Mushrooms and other Fungi of the Midcontinental United States. 2<sup>nd</sup>. Ed. University of Iowa Press, Iowa.
- Jumpponen, A., A.W. Claridge, J.M. Trappe, T. Lebel & D.L. Claridge. 2004. Ecological Relationships among hypogeous fungi and trees: Inferences from association analysis integrated with habitat modeling. *Mycologia* 96(3): 510-Ç 525.

- Kirk P, Cannon P.F, Minter D. W. & J. A. Stalpers. 2008. *Ainsworth & Bisby' Dictionary of the Fungi*. 10th edn. CAB International Wallingford, UK.
- Kornerup, A. & J.H. Wanscher. 1978. *Methuen handbook of colour*. 3a ed. Eyre Methuen. London. 252 p.
- Lado, C., M. Rodriguez-Palma & A. Estrada-Torres. 1999. Myxomycetes from seasonal tropical foresto n the pacific coast of México. *Mycotaxon* 71: 307-321.
- Ladurner, H. & G. Simonini. 2003. *Fungi Europaei . Xerocomus s.l. . Edizinoi Cardusso, Alassio, Italia.*
- Lakampal, T.N. 1996. *Mushrooms of India, Boletaceae*. Studies in Cryptogamic Botany, K.G. Mukerji, Ser Ed. Vol. I. A.P.H. Publishing Corporation, New Delhi.
- Largent, D.L. 1986. *How to identify Mushrooms to genus I: macroscopic features*. 2nd ed. Eureka: Mad River Press Inc. 166 p.
- Largent, D.L., Johnson, D. & R. Watling, 1977. *How to identify mushrooms to genus III: microscopic features*. 3rd ed. Eureka: Mad River Press Inc. 147 p.
- Lincoff, G. H. 1981. *The Audubon Society Field Guide to North American Mushrooms*. Alfred A. Knopf, Nueva York.
- Lodge, D. J., J. F. Ammirati, T. O'Dell & Gregory M. Mueller. 2005. *Terrestrial and Lignicolous Macrofungi: Colecting and Describing Macrofungi*, pp., 128-158. In Mueller, G., G. F. Bills & M. S. Foster, *Biodiversity of Fungi*. Inventory and Monitoring Methods. Elsevier Academic Press, New York.
- Lodge, D. J. and Pegler, D.N. 1990. The *Hygrophoraceae* of the Luquillo Mountains of Puerto Rico. *Mycological Research* 94, 443-456.
- Lodge, D. J., T.J. Baroni & S.A. Cantrell. 2002. *Basidiomycetes of the Greater Antilles Project*. In Watling, R., J.C. Frankland, A.M. Ainsworth, S. Isaac and

- C.H. Robinson. *Tropical Mycology*, 1: 45-60.
- Lutzoni, F., F. Kauff, C. J. Cox, D. McLaughlin, G. Celio, B. Dentinger, M. Padamsee, D. Hibbett, T.Y. James, E. Baloch, M. Grube, V. Reeb, V. Hofstetter, C. Schoch, A.E. Arnold, J. Miadlikowska, J. Spatafora, D. Johnson, S. Hambleton, Ç. M. Crockett, R. Shoemaker, G-H. Sung, R. Lücking, T. Lumbsch, K. O'Donnell, M. Binder, P. Diederich, D. Ertz, C. Gueidan, K. Hansen, R.C. Harris, K. Hosaka, Y-W. Lim, B. Matheny, H. Nishida, D. Pfister, J. Rogers, A. Rossman, I. Schmitt, H. Sipman, J. Stone, J. Sugiyama, R. Yahr & R. Vilgalys. 2004. "Assembling the fungal tree of Life": progress, classification and evolution of subcellular traits". *American Journal of Botany* 91: 1446-1480.
- Mc Nabb, R.F. R., 1968. The Boletaceae of New Zealand. *N.Z. Jour. Bot.* 6: 137-176.
- Malloch, D.W. 1987. The evolution of mycorrhizae. *Can. J. Plant Path.* 9: 398-402.
- Malloch, D.W., K. A. Pirozynski & P. Raven. 1980. Ecological and evolutionary significance of mycorrhizal symbioses in vascular plants (A Review). *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 77(4): 2113- 2118.
- Marmolejo, J. G., J. Castillo y G. Guzmán. 1981. Descripción de especies de teleforáceos poco conocidos en México. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 15: 9-66.
- Mata, M.. 1999. Macrohongos de Costa Rica, Vol. 1. 256 pp. INBIO.
- Mata, M., R. Halling, G.M. Mueller. 2003. *Macrohongos de Costa Rica Vol. 2.* 240 pp., INBIO.
- Medel, R., Castillo, R. y G. Guzmán. 2008. Las especies de *Xylaria* (Ascomycota, Xylariaceae, conocidas de Veracruz, México y discusión de nuevos registros. *Rev. Mex. Mic.* 28: 101-118
- Medel, R., G. Guzmán y S. Chacón. 1999. Especies de macromicetos citados de México

- IX. Ascomycetes, Parte III: 1983-1996. *Acta Bot. Mex.* 46: 57-72.
- Metzler, S. & V. Metzler. 1992. *Texas Mushrooms*. University of Texas Press, Austin.
- Miller, O.K. 2003. The Gomphidiaceae revisited: a worldwide perspective. *Mycologia* 95(1): 176-183.
- Miller, O. K., D. J. Lodge & T. J. Baroni. 2000. New and interesting ectomycorrhizal fungi from Puerto Rico, Mona and Guana Islands. *Mycologia*, 92(3): 558-570.
- Montoya, L. 2000. Estudio del Género *Lactarius* Pers. (Fungi, Basidiomycotina, Russulales) en México. Tesis Doctoral. Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares, España.
- Montoya L. y V. M. Bandala. 2011. A new *Phylloporus* from two relict *Fagus grandifolia* var. *mexicana*, populations in a montane cloud forest. *Mycotaxon* 117: 9-18.
- Morris, M .H., M. A. Pérez–Pérez, M. E. Smith. & C. S. Bledsoe. 2008. Multiple species of ectomycorrhizal fungi are frequently detected on individual oak root tips in a tropical cloud forest. *Mycorrhiza* 18: 375-383.
- Moser, M. 1978. *Keys to Agarics and Boleti*. Whitefriars Press Ltd., Tonbridge.
- Moser, M. ,1983. *Die Rohrlinge und Blatterpilze*. Gustav Fischer Verlag Stuttgart-New York. Stuttgart, Germany.
- Mú, Z. 1994. Ectomycorrhizal Fungus Communities in Southern China. In: M. Brundett, B. Dell, N. Malajczuc and G. Mingqin, pp 16-20. , *Mycorrhizas for Plantation Forestry in Asia*. ACIAR, Crawford Fund, Kaiping City.
- Mueller, G. M., G. F. Bills & M.S. Foster. 2004. *Biodiversity of Fungi: Inventory and Monitoring Methods*. Elsevier, New York.
- Mueller, G.M., Q .X. Wu, Y.Q. Huang, S. Y. Guo, R. Aldama-Gómez & R. Vilgalys. . 2001. Assessing biogeographic relationships between North American and

- Chinese macrofungi. *Journal of Biogeography* 28: 271-281.
- Mueller, G. M., R. E. Halling, J. Carranza, M. Mata & J.P. Schmit . 2006. *Saprotrophic and Ectomycorrhizal Macrofungi of Costa Rican Oak Forests* p. 55-68. In: M. Keppelle. Ecology and Conservation of Neotropical Montane Oak Forests. Springer-Verlag, Berlín.
- Mueller, G. M., J. P. Schmit, P.R. Leacock, B. Buyc, J. Cifuentes, D.E. Desjardin, R.E. Halling, K Hjortstam, T. Iturriaga, K.H. Larsson, D.J. Lodge, T.W. May, D. Minter, M Rajchenberg, S.A. Redhead, L. Ryvardeen, J.M. Trappe, R. Watling & Q. Wu. 2007. Global diversity and distribution of macrofungi. *Biodivers. Conserv.* 16:37-48.
- Muñoz, J.A. 2005. *Fungi Europaei. Boletus s.l.* Ed. Candusso, Italia.
- Murrill W.A. 1909 a. The Boletaceae of North América-I. *Mycologia* 1: 4-18.
- Murrill W.A. 1909 b. The Boletaceae of North América II. *Mycologia* 1: 140-160.
- Murrill W.A. 1914. *American Boletes*. New York.
- Nava-Mora, R. y R. Valenzuela. 1997. Los macromicetos de la Sierra de Nanchititla I. *Polibotánica*, 5: 21-36.
- Neves, M.A. & M. Capelari. 2007. A preliminary checklist of Boletales from Brazil and Notes on Boletales specimens at the Instituto de Botánica (SP) Herbarium, Sao Paulo, SP, Brazil. *Sitientibus Serie Ciencias Biológicas* 7(2): 163-169.
- Neves M. A. & R. Halling. 2010. Study on species of *Phylloporus* I: Neotropics and North América. *Mycologia* 102(4): 923-943.
- Newman E. I. & P. Reddell. 1987. The distribution of mycorrhizas among families of vascular plants. *New Phytologist* 106: 745–751.
- Nixon, K. C. 1998. *El género Quercus en México*. En Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa.pp 435-447. *Diversidad Biológica de México. Origenes y*

- Distribución*. Instituto de Biología, U.N.A.M.
- O'Brien, H. E., J. L. Parrent, J.A. Jackson, J.M. Moncalvo & R. Vilgalys. 2005. Fungal Community Analysis by Large-Scale Sequencing of Environmental Samples. *App. Env. Microb.* 71(9) : 5544-5550.
- Ortiz Santana, B., Lodge, D.J., Baroni ,T.J. & E.E. Both. 2007. Boletes from Belize and the Dominican Republic. *Fungal Divers.* 27: 247–416.
- Pande, V., U. T. Palni & S.P. Singh. 2003. Species diversity of ectomycorrhizal fungi associated with temperate forest in Western Himalaya: a preliminary assessment. *Current Science* 86(12): 1619-1623.
- Pedraza, D., C. I. Silva y J. García. 2008. *Hongos tóxicos y comestibles del Estado de Querétaro*. Universidad Autónoma de Querétaro.
- Pegler, D. N. 1983. *Agaric Flora of the Lesser Antilles*. Kew Bull. add. Ser. 9: 1-668, 27 plts.
- Peck, C. H. 1889. The Boleti of the United States. *Bull. N.Y. State Mus.* 2(8): 73-166.
- Pérez Silva, E. y T. Herrera. 1991. *Iconografía de macromicetos de México*. I *Amanita*. Publicaciones Especiales 6, Instituto de de Biología, UNAM.
- Petersen, R. H & K. W. Huges. 2007. Some agaric distribution patterns involving Pacific landmasses and Pacific Rim. *Mycoscience* 48: 1-14
- Phillips, R. 1991. *Mushrooms of North America*. Little, Brown and Company, Boston.
- Pompa-Gonzalez, A., E. Aguirre Acosta, A.V. Encalada Olivas, A. de Anda- Jaureguí, J. Cifuentes y R. Valenzuela. 2011. *Los Macromicetos del Jardín Botánico de ECOSUR*. Dr. Alfredo Barrera Marín, Puerto Morelos, Quintana, Roo.
- Puig, H. 1989. Análisis fitogeográfico del bósque mesófilo de Gómez Farías. *Biotam* 1: 34- 53.
- Puig, H. 2005. *La biogeografía de las plantas del bosque mesófilo* p. 67-87. En Sánchez

- Ramos, G., P. Reyes-Castillo y R. Dirzo (Eds.), *Historia Natural de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México*. Universidad Autónoma de Tamaulipas.
- Quélet, L. 1886. *Enchiridion Fungorum in Europa, et praesertim in Galla vigentium*. p. I-IV, 1-352.
- Quiñones-Martínez, M. 1999. Taxonomía, ecología y distribución, de los hongos macromicetos de bosque Modelo, Chihuahua. Tesis de Maestría. Facultad de Zootecnia, Universidad Autónoma de Chihuahua.
- Quintos, M., L. Varela y M. Valdés. 1984. Contribución al estudio de los macromicetos, principalmente los ectomicorrícicos en el Estado de Durango (México). *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología*, 19: 283-290.
- Raymundo, T y R. Valenzuela. 2003. Los poliporáceos de México VI. Los hongos poliporoides del Estado de Oaxaca. *Polibotánica 16*: 79-112
- Raymundo, T., M. Contreras, S. Bautista-Hernández, R. Díaz-Moreno y R. Valenzuela. 2012. Hongos tremeloides del Bosque Las Bayas, municipio de Pueblo Nuevo, Durango, México. *Polibotánica 33*: 85-103.
- Rinaldi, A.C., O. Comandini & T.W. Kuyper. 2008. Ectomycorrhizal Fungal diversity: separating the wheat from the chaff. *Fungal Diversity 33*:1 – 45.
- Riviere, T., A. G. Diedhiou, M. Diabate, G. Senthilarasu , K. Natarajan, A. Verbeken, B. Buyck, B. Dreyfus, G. Bena & A. M. Bá. 2007. Genetic diversity of ectomycorrhizal Basidiomycetes from African and Indian tropical rain forests. *Mycorrhiza 17*: 415-428.
- Rodríguez, O. y L. Guzmán – Davalos. 1999. Nuevos registros del género *Pluteus* fr. (Pluteaceae) en México. *Documents Mycologiques 29 (114)*: 67-78.
- Rodríguez, O., M. Cedano, L. Villaseñor, A. Arias. 2002. Guía ilustrada de los hongos

- del bosque La Primavera. Ed. Grafic Centro, Guadalajara.
- Rodriguez, O., M.Herrera-Fonseca, M.R. Sánchez-Jacome, I. Alvaraz, R.Valenzuela, García, J. y L. Guzmán-Dávalos. 2010. Catalogo de la micobiota del bosque La Primavera, Jalisco. *Rev. Mex. Mic.* 32: 29-40.
- Ryvarden, L. 1993. Tropical polypores. *In:* Isaac, S., J. C. Frankland, R. Watling & J. S. Whalley (editors) *Aspects of tropical mycology*. University Press, Cambridge
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa. México, DF, 432 pp.
- Rzedowski, J. 1998. *Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México*. En Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa., pp 129-145. *Diversidad Biológica de México. Orígenes y Distribución*. Instituto de Biología, U.N.A.M.
- San Martín, F. & J. D. Rogers. 1995. *Rossellinia* and *Thamnomycetes* in México. *Mycotaxon* 53: 115-127.
- San Martín, F. & J. D. Rogers. 1989. A Preliminary Account of *Xylaria* of México. *Mycotaxon* 34: 283-373 (2):283-373.
- San Martín & J. D. Rogers. 1993. *Biscogniauxia* and *Camillea* in México, *Mycotaxon* 47: 229-258.
- San Martín, F. y J. D. Rogers. 2005. *Distribución y hospederos de Xylariaceae, Hymenoascomyetes*, p. 292-311. . En En Sánchez –Ramos, G., P. Reyes-Castillo y R. Dirzo (Eds.), *Historia Natural de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México*. Universidad Autónoma de Tamaulipas.
- Sanchez–Jacome, M. R. y L. Guzman–Davalos. 2011. Hongos citados para Jalisco, II. *Ibugana*16: 25-60.
- Shaochang, H., L. Bing, & Z. Lin. 1994. Ectomycorrhizal Fungi Associated with Forest Trees in Guizhou Province, China. *In:* M. Brundett, B. Dell, N. Malajczuc and G. Mingqin, pp 21-33. *Mycorrhizas for Plantation Forestry in Asia*. ACIAR,

- Crawford Fund, Kaiping City.
- Sims, K., R. Watling, R. De La Cruz & P. Jeffries. 1997. Ectomicorrhizal fungi of the Philippines: a preliminary survey and notes on the geographic biodiversity of the Sclerodermatales. *Biodiv. Cons.* 6: 45-58.
- Singer, R.. 1945 a . The Boletineae of Florida with Notes on Extralimital species I. The Strobilomycetaceae. *Farlowia* 2: 97-141.
- Singer, R. 1945 b. The Boletineae of Florida with Notes on Extralimital species II. The Boletaceae . *Farlowia* 2: 223-303.
- Singer, R. 1947. The Boletineae of Florida with Notes on Extralimital species III. The Boletoidae of Florida. *Am. Mid. Nat.* 37: 1-125.
- Singer, 1964. Boletes and Related Groups in South America. *Nova Hedwigia* 7 : 93-132. Verlag Von Cramer, Weinheim, Germany.
- Singer ,1965. *Die Rohrlinge Teil I. die Boletaceae, Die Pilze Mitteleuropas* . Band 5. Verlag Julius Klinkhardt, Bad Heilbrunn, Germany.
- Singer, 1967. *Die Rohrlinge Teil II. die Boletaceae und Strobilomycetaceae .Pilze Mitteleuropas* Band 6. Verlag Julius Klinkhardt, Bad Heilbrunn, Germany.
- Singer, R. 1986. *Agaricales in Modern Taxonomy*. 4a. ed. Koeltz Scientific Books, Koenigstein.
- Singer, R. 1988. La fitogeografía de las Boletineas (Basidiomycetes, Agaricales) en relación a las especies mexicanas. *Rev. Mex Mic.* 4 : 267-74.
- Singer, R., I. Araujo & M.H. Ivory. 1983. *The Ectotrophically Mycorrhizal Fungi of the Neotropical Lowlands, Especially Central Amazonia. (Litter decomposition and ectomicorrhiza in Amazonian forests 2.)*. J. Cramer, Vaduz.
- Singer, R. & L.D. Gómez. 1984. The Basidiomycetes of Costa Rica III. The Genus *Phylloporus* (Boletaceae). *Brenesia* 22: 163-181.

- Singer, R., J. García & L. D. Gómez. 1990. The Boletineae of México and Central América III. *Nova Hedwigia, Beihefte* 98: 1-78. 2 lams. Cramer, Berlin.
- Singer, R., J. García & L. D. Gómez. 1991. The Boletineae of México and Central América III. *Nova Hedwigia, Beihefte* 102: 1-99, 24 lams. Cramer, Berlín.
- Singer, R., J. García & L. D. Gómez. 1992. The Boletineae of México and Central América. *Nova Hedwigia, Beihefte* 105: 1-62. Cramer, Berlín.
- Smith A.H. & H.D. Thiers. 1963. *A contribution toward a Monograph of North American species of Suillus*. Ann Arbor, Mich.
- Smith A. H. & H. D. Thiers. 1971. *The Boletes of Michigan*. The University of Michigan Press, Ann Arbor.
- Smith Weber, N. & A. H. Smith. 1985. *A Field Guide to Southern Mushrooms*. The University of Michigan Press. Ann Arbor.
- Smith, M. E., G. W. Douhan & D. M. Rizzo. 2007. Ectomycorrhizal community structure in a xeric *Quercus* woodland based on rDNA sequence analysis of sporocarps and pooled roots. *New Phytologist* 174: 847–863.
- Styles, B.T. 1998 . *El género Pinus: su panorama en México*. En Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa., pp 385-408. *Diversidad Biológica de México. Origenes y Distribución*. Instituto de Biología, U.N.A.M.
- Snell, W. H. & E. A. Dick. 1970. *The Boleti of Northeastern North América*. Cramer, Lehre.
- Tedersoo, L., T. Jairus, B. M. Horton, K. Abarenkov, T. Suvi, I. Saar & U. Kolijalg. 2008. Strong host preference of ectomycorrhizal fungi in a Tasmanian wet sclerophyll forest as revealed by DNA barcoding and taxon-specific primers. *New Phytologist* 180: 479-490.
- Tedersoo, L., A. Sadam, M. Zambrano, R. Valencia & M. Bahram. 2009. Low diversity

- and high preference of ectomycorrhizal fungi in Western Amazonia a neotropical biodiversity hotspot *Intern. Soc. Microb. Ecol.* 1-7.
- Tedersoo, L., T.W. May & M. E. Smith. 2010. Ectomycorrhizal lifestyle in fungi: global diversity, distribution and evolution of phylogenetic lineages. *Mycorrhiza* 20: 217-263.
- Thiers, H.D. 1975. *California Mushrooms. A field guide to the boletes*. Hafner Press, N.Y.
- Thiers, B. 2012. Continuously updated). Index Herbariorum: a global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. <http://sweet-gum.nybg.org/ih/>
- Thoen, D. y A.M. Ba . 1989. Ectomycorrizas and putative ecomycorrhizal fungi of *Afzelia Africana* Sm. And *Uapaca guineensis* Müll. Arg. In southern Senegal. *New Phytologist* 113: 549-559.
- Tovar-Velazco, J. y R. Valenzuela. 2006. Los Hongos del Parque Nacional Desierto de los Leones. Primer Espacio de Conservación Biológica en México. Gob. del Distrito Federal-Secretaria del Medio Ambiente- Parque Nacional Desierto de Los Leones.
- Trappe, J. M. 1962. Fungus associates of ectotrophic mycorrhizae. *Bot. Rev.* 28(4): 538-606.
- Trappe, J. M., R. Molina, D.L. Luoma, E. Cázares, D. Pilz, J.E. Smith, M.A. Castellano, S.L. Miller & M. J. Trappe. 2009. Diversity, Ecology, and Conservation of Truffle Fungi in Forests of the Pacific Northwest General Technical Report, Pacific Northwest Research Station ,USDA.
- Treviño-Carreón y Valiente-Banuet A. 2005. La vegetación de Tamaulipas y sus principales asociaciones vegetales. En: Barrientos, L., A. Correa, J.V. Horta y J.

- García. *Biodiversidad Tamaulipeca Vol. I*. DGEST- FOMIX-COTACYT-ITCV.
- Ulloa, M. y R.T. Hanlin. 1978. Atlas de Micología Básica. Ed. Concepto, Mexico, D.F.
- Valentine, L.L., T.L. Fiedler, A.N. Hart, C.A. Petersen, H.K. Berninghausen & D. Southworth. 2004. Diversity of ectomycorrhizas associated with *Quercus garryana* in Southern Oregon. *Can. J. Bot.* 82: 123-135.
- Valenzuela, R. 2011. Revisión de especies con himenóforo poroide de la familia Hymenochaetaceae (Aphylophorales, Hymenomycetes en México. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias UNAM.
- Valenzuela, R. & S. Chacón-Jiménez. 1991. Los Poliporáceos de México. III. Algunas Especies de la Reserva de la Biósfera El Cielo, Tamaulipas. *Rev. Mex. Mic.* 7: 39-70.
- Valenzuela, R., R. Nava y J. Cifuentes. 1994. El género *Albatrellus* en México I. *Rev. Mex. Mic.* 10:113-152.
- Valenzuela, R., T. Raymundo y M.R. Palacios. 2004. Macromicetos que crecen sobre *Abies religiosa* en el Eje Neovolcánico Transversal. *Polibotanica* 18: 33-51.
- Valenzuela, R., M.R. Palacios-Pacheco, T. Raymundo y S. Bautista-Hernández. 2006. Especies de poliporáceos poco conocidos en México. *Rev. Mex. Biod.* 77:35-49.
- Valiente Banuet, A., F. González-Medrano and D. Piñero-Dalmau. 1995. La vegetación selvática de la región de Gómez Farías, Tamaulipas, México. *Act. Bot. Mex.* 33: 1-36.
- Vite-Garín, T.M., J. I. Villarruel-Ordaz y J. Cifuentes. 2000. Contribución al conocimiento del género *Helvella* (Ascomycota: Pezizales) en Mexico: descripción de especies poco conocidas. *Rev. Mex. Biodiv.* 77: 143-151.
- Walker, J. F., O. K. Miller & J. L. Horton. 2005. Hyperdiversity of ectomycorrhizal

- fungus assemblages on oak seedlings in mixed forests in the southern Appalachian Mountains. *Molecular Ecology* 14: 829-838.
- Watling, R. 2001. The relationships and possible distributional patterns of boletes in south-east Asia. *Mycol. Res.* 105 (12): 1440-1448.
- Watling, R. & L. Tai Hui. 1999. *Australian Boletes. A Preliminary Survey*. Royal Botanical Garden, Edinburgh.
- Watling R. & A. R. De Meijer. 1997. Macromycetes of the State of Paraná, Brazil. Poroid and lamellate boletes. *Edinb. J. Bot.* 54(2): 231-251.
- Welden, A. L. y G. Guzmán. 1978. "Lista preliminar de los hongos, líquenes y mixomicetos de las regiones, Uxpanapa, Coahuila, Los Tuxtlas, Papaloapan y Xalapa (partede los Estados de Veracruz y Oaxaca)" *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología*, 12: 59-102.
- Wolfe, C.B. 1979. *Austroboletus and Tylopilus* subgenus *Porphyrellus* with emphasis on North American Taxa. *Bibliotheca Mycologica* 69: 1-148. Cramer, Vaduz.
- Wu, Q. & G. Mueller. 1997. Biogeographic relationships between the macrofungi of temperate eastern Asia and eastern North America. *Can. J. Bot.* 75: 2108-2116.
- Yuwa- Amornpitak, T., T. Vichitsoonthonkul, M. Tanticharoen, S. Cheevadhanarak y S. Ratchadawong. 2006. Diversity of Ectomycorrhizal fungi on Dipterocarpaceae in Thailandia. *Journ. of Biol. Sci.* 6(6): 1059-1064.
- Yang, Z. L. 2005. *Diversity and Biogeography of Higher Fungi in China* Chapter 2 p 35-62. In: Jianping Xu Ed., *Evolutionary Genetics of Fungi*. Horizon Bioscience. Norfolk, U.K.
- Zhang, Y., D. Q. Zhou, Q. Zhao, T. X. Zou & K. D. Hyde. 2010. Diversity and ecological distribution of macrofungi in the Laojun Mountain region, southwestern China. *Biodivers. Conserv.* 19: 3545-3563.

## **CAPÍTULO 2**

### **DIVERSIDAD DE MACROMICETOS EN EL ESTADO DE TAMAULIPAS, MÉXICO.**

#### **RESUMEN**

Se presenta un estudio sobre los macrohongos del Estado de Tamaulipas, y se analizan 1036 especies recolectadas a través de 28 años de muestreo aleatorio en 50 localidades con bosques tropicales o templados en la entidad. Las 1036 especies de macrohongos pertenecen a 345 géneros y se adscriben a 93 familias de los Phyla Ascomycota, Basidiomycota y Glomeromycota. Los especímenes recolectados en este estudio fueron estudiados y junto con los especímenes de los herbarios revisados totalizaron ca. 7000 y estos están depositados en las colecciones de hongos de los herbarios nacionales ITCV, ENCB, IBUG, FCME, XAL así como los del extranjero F, BPI, OSU y NY. La mayor parte de los hongos presentan hábitos de vida saprofitica (614 spp.) y micorrizógena (402 spp.) y solo algunas pocas especies (20 spp.) son parásitas. Las especies de hongos registradas se incluyeron en una base de datos de EXCEL, bajo el criterio de presencia - ausencia en los tipos de vegetación en que se encontraron. Se utilizó el programa MVSP para generar el Análisis de Conglomerados, dando como resultado un cladograma formado por 5 clados de asociación de los tipos de vegetación en función de la diversidad de macromicetos. El estudio representa la diversidad de hongos macroscópicos conocida en el estado, constituyendo una importante contribución al conocimiento de los hongos del país.

#### **ABSTRACT**

A study of macrofungi from the Tamaulipas State in Mexico is presented, this comprises the analysis of 1036 species recollected in ca. 28 years of field work, 50 localities with tropical or temperate forests in this region were sampled. A thousand and thirty six species belonging to 345 genera and adscribed to 93 families of the Phyla Ascomycota, Basidiomycota and Glomeromycota were studied. The fungi studied and those from the national herbaria ITCV, ENCB, IBUG, FCME, XAL and foreign F, BPI, OSU and NY

account for ca. 7000 specimens. Most of these macrofungi in this study are saprophytic (614 sp.) and mycorrhizal (402 sp.) habit and only (20 sp.) are parasitic. A data base of EXCEL with the registered fungal species and its habitats under the presence –absence criterium was included. With this a Cluster Analysis was generated and a cladogram obtained through the MVSP. Five associated vegetational clades related to the macrofungi, was obtained. The present study will represent the macrofungal diversity known of the State of Tamaulipas, constituting an important contribution to the knowledge of the fungi of Mexico.

## INTRODUCCIÓN

El estado de Tamaulipas se encuentra en la región Noreste de México y tiene una gran diversidad biológica debido a la amplia variedad de condiciones fisiográficas y tipos de vegetación que presenta. González-Medrano (1998) reconoce la existencia de 2585 especies de plantas, y de esta diversidad vegetal se deriva una interesante biota micológica, la cual se distribuye de manera más o menos definida a través del gradiente climático-altitudinal en el estado. Por otro lado, los macrohongos son organismos filamentosos, eucarióticos, aclorofílicos, heterótrofos, que se reproducen asexual y sexualmente por medio de esporas, poseen una pared celular compuesta principalmente por quitina, se nutren por absorción y forman esporomas mayores a 1 mm, tamaño que los hace visibles al ojo humano. Esta definición incluye a organismos que pertenecen al reino Fungi y están representados en cuatro Phyla: Zygomycota, Glomeromycota, Ascomycota y Basidiomycota. Mucho se ha dicho de la cantidad de especies que se conocen en el Mundo, y los datos son variables, pero recientemente, Kirk *et al.* (2008) señalaron que hay 97861 especies descritas de hongos en el mundo y si consideramos las 1300 especies de Microsporidia que han sido ubicados recientemente en el reino Fungi (Blackwell, 2011), podemos decir que se conocen aproximadamente 99161 especies de hongos, superándose recientemente la cifra de 60000 a 80000 que se estimaba que se conocían en el planeta.

Por otro lado, las estimaciones sobre la diversidad fúngica en el mundo varía según el criterio de diferentes autores y los parámetros para medirla, al momento histórico, la

primera estimación reconocida fue la Hawksworth (1991) quien consideró la existencia de 1.5 millones de especies, basada en criterios ecológicos, reconociendo la importancia de los inventarios micológicos en Inglaterra y su extrapolación a otros sitios del planeta; más tarde Hawksworth (1997) analizaron los diversos grupos ecológicos de hongos a considerar en las metodologías para la realización de inventarios, particularmente en los bosques tropicales. Sin embargo, ha habido otras estimaciones más conservadoras como las de Mueller & Schmit (2007) quienes han sugerido la utilización de otros parámetros como la distribución geográfica, endemismos, especificidad de hospederos, diversidad de micro y macrohongos sobre material vegetal en diversos hábitats, así como su asociación con otros organismos y como resultado de estas evaluaciones indican que existen por lo menos 700000 especies de hongos en el mundo; mientras que O'Brien *et al.* (2005) hicieron una estimación global de 3.5 a 5.1 millones de especies de hongos al realizar un análisis de ADN ambiental de una comunidad fúngica de suelos en Carolina del Norte, EUA, revelando un alto grado de acumulación de nuevas especies en el sitio. Blackwell (2011) hace un análisis de las propuestas sobre la cantidad de especies de hongos que se ha especulado que hay en el planeta y concluye que no es importante la cifra, sino que se ha llamado la atención a que muchos biólogos se interesen por el estudio de los hongos dada la relevancia que tienen en el ecosistema y al descubrimiento de nuevas taxas y el reconocimiento de las interacciones fúngicas con diferentes grupos biológicos y la distribución diferencial de estos grupos a través de las distintas regiones del planeta, de esta manera se reconoce a los hongos como uno de los grupos megadiversos del planeta.

Con respecto a los estudios de diversidad fúngica en México, Guzmán (1998) reconoció que en México hay alrededor de 6710 especies de hongos, de los cuales 2800 son macromicetos entre Ascomycetes y Basidiomycetes, 1600 hongos liquenizados, 200 son Mixomycetes y 2000 especies de micromicetos. Sin embargo en base al criterio de este autor en México y basado en las propuestas de Hawksworth (1991, 2001) deben de existir alrededor de 200000 especies de hongos en el país. Si se consideran la cifra anterior, entonces solamente se conoce aproximadamente el 3.5 % de la diversidad fúngica del país, mientras que la mayor parte de la diversidad fúngica estimada para México no ha sido estudiada. Las cifras anteriormente citadas sobre la diversidad de macromicetos de México,

se ve avalada por una serie de estudios sobre hongos mismos que han sido publicados a través de diferentes revistas como el Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología, la Revista Mexicana de Micología, Acta Botánica Mexicana, Annales del Instituto de Biología (UNAM) Serie Botánica, Polibotánica, Micología Tropical Aplicada, Revista Mexicana de la Biodiversidad y varios journals del extranjero, en los cuales investigadores de diferentes instituciones nacionales y del extranjero han publicado sus estudios sobre diferentes aspectos de los hongos de México. El interés de estos investigadores por conocer la biota micológica del país ha sido resultante de proyectos de investigación, estudios de tesis y como parte de los objetivos del desarrollo de los Herbarios Institucionales Mexicanos y del extranjero, esto ha permitido un incremento paulatino pero sustancial en el conocimiento sobre los hongos en el país.

## **ANTECEDENTES**

### **Estudios en Latinoamérica.**

Los estudios micológicos en Latinoamérica se han incrementado en años recientes, es importante considerar estos estudios debido a que la diversidad fúngica de los países de Latinoamérica existe también en México, sobre todo en lo que respecta a las especies de origen Neotropical pero en algunos casos también la de los bosques templados. Entre estos estudios se encuentran los de Pegler (1983) sobre los Agaricales de las Antillas Menores, el de Dennis (1970) en relación a los hongos de Venezuela, el de Singer *et al.* (1983) sobre los hongos micorrizicos de Amazonia y zonas bajas del Neotropico, el de Halling y Mueller (2005), sobre los hongos de las montañas Talamanca de Costa Rica, los de Mata *et al.* (1999) y (2003), sobre los macrohongos de Costa Rica. El estudio de Baroni y Lodge (1998) sobre *Alboleptoina* de las Antillas, el de Guzmán y Piepenbring (2011) sobre los hongos de Panamá. Los estudios sobre hongos micorrizicos de las montañas Parakaima de Guyana por Henkel *et al.* (2002) y el de Henkel *et al.* (2011) sobre la diversidad de hongos en bosques de *Dicymbe* en Guyana, Mueller *et al.* (2006), publicaron su estudio sobre los Agaricales y Boletales de bosques de encino neotropicales, Halling & Mueller (2003) publicaron su monografía del género *Leccinum* en Costa Rica. Otros estudios sobre hongos

en esta región es el de Neves & Halling (2010) sobre el Genero *Phylloporus* en América, el de Lodge & Pegler (1990) sobre Hygrophoraceae de las montañas Luquillo de Puerto Rico. El de Lodge *et al.* (2002) sobre los hongos de Antillas Mayores y el de Boletaceae de Belize y Republica Dominicana de Ortiz Santana *et al.* (2007). De reconocerse también son los estudios de Cantrell & Lodge (2001) sobre Hygrophoraceae de Las Antillas y Cantrell *et al.* (2001) sobre los Basidiomycetes de Antillas Mayores, sin embargo otros importantes estudios, no considerados aquí, forman parte del acervo actual del conocimiento de la micobiota Latinoamericana.

### **Estudios micológicos en México.**

Con respecto a los estudios de diversidad fúngica en México, Guzmán (1998) reconoció que en México hay alrededor de 6710 especies de hongos, de los cuales 2800 son macromicetos entre Ascomycetes y Basidiomycetes, 1600 hongos liquenizados, 200 Mixomycetes y 2000 especies de micromicetos. Sin embargo en base al criterio de este autor en México y basado en las propuestas de Hawksworth (1991, 2001) deben de existir alrededor de 200000 especies de hongos en el país. Si se considera la cifra anterior, entonces solamente se conoce aproximadamente el 3.5 % de la diversidad fúngica del país, mientras que la mayor parte de la diversidad fúngica estimada para México no ha sido estudiada. Las cifras anteriormente citadas sobre la diversidad de macromicetos de México, se ve avalada por una serie de estudios sobre hongos mismos que han sido publicados a través de diferentes revistas como el Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología, la Revista Mexicana de Micología, Acta Botánica Mexicana, Annales del Instituto de Biología (UNAM) Serie Botánica, Polibotánica, Micología Tropical Aplicada, Revista Mexicana de la Biodiversidad y varios journals del extranjero, en los cuales investigadores de diferentes instituciones nacionales y del extranjero han publicado sus estudios sobre diferentes aspectos de los hongos de México. El interés de estos investigadores por conocer la biota micológica del país ha sido resultante de proyectos de investigación, estudios de tesis y como parte de los objetivos del desarrollo de los Herbarios Institucionales

Mexicanos y del extranjero, esto ha permitido un incremento paulatino pero sustancial en el conocimiento sobre los hongos en el país.

Entre los estudios taxonómicos o monográficos sobre grupos particulares de macrohongos como los de Castillo y Guzmán (1970), sobre los Poliporáceos del Estado de Nuevo León, el de Guzmán (1970) sobre el Género *Scleroderma* en México, el estudio de Cifuentes (1996), sobre los hongos Hydnoides estipitados de México, el trabajo de tesis de maestría de García (1999) y el de García y Garza(2001) sobre los Boletaceae de México, la contribución de Montoya (2000) sobre los hongos del género *Lactarius* de México, las publicaciones de Gonzalez-Velazquez y Valenzuela (1993 y 1995) sobre los Boletaceos del Estado de México, el de San Martín y Rogers (1989, 1993 y 1995), sobre el Género *Xylaria* ú otros géneros de la familia Xylariaceae en México y el trabajo de Valenzuela y Cifuentes (1994) sobre el Género *Albatrellus* en México. Otros estudios relacionados son los de Cazares *et al.* (1992) sobre los hongos hipógeos del Norte de México. Son de considerar como importantes también los del estudio doctoral de Valenzuela (2011), sobre los Hymenochaetaceae de himenóforo poroide en México. De igual manera el estudio de Lado *et al.* (1999) sobre los mixomicetos del bosque estacional del pacífico de México y el de Rodríguez y Guzmán-Dávalos (1999) sobre nuevos registros del Género *Pluteus* la publicación de Raymundo y Valenzuela (2003), sobre los hongos poliporoides del Estado de Oaxaca. Otros trabajos en este orden son los de Bandala *et al.* (1993) quienes estudiaron los poliporáceos conocidos de México a esa fecha, el estudio de Guzmán y Ramírez Guillén (2001) sobre el complejo de *Amanita caesarea*, los trabajos monográficos de Singer *et al.* (1990-1992) sobre los Boletáceos de México y Centroamérica; se incluyen aquí también el inventario de Myxomycetes del Valle de Tehuacán-Cuicatlán por Estrada Torres *et al.*, (2009), también el estudio de Medel *et al.* (2008) sobre el Genero *Xylaria* en Veracruz y el de Vite-Garín *et al.* (2000) sobre el Género *Helvella* en México, Valenzuela *et al.* (2006) sobre especies de poliporáceos poco conocidas en México, se reconoce también el trabajo de Montoya & Bandala (2011) sobre una nueva especie de *Phylloporus* en México y el estudio de Raymundo *et al.* (2012) sobre los Hongos tremeloides de Las Bayas, Durango, además del de Contreras-Pacheco *et al.* (2012) sobre hongos corticioides de México, entre muchos otros.

Otros trabajos son los estudios de inventario o micoflorísticos como son el de Guzmán y Herrera (1973) sobre los macromicetos citados de México, el de Castillo *et al.* (1979), Sobre los hongos micorrícicos de Nuevo León, el de Marmolejo *et al.* (1981) sobre los teleforáceos de México, el de García y Castillo (1981) sobre los boletáceos y gomfidiaceos del estado de Nuevo León, el de Guzmán Dávalos y Guzmán (1979) sobre los hongos de bosques tropicales y templados del sureste de México, el de Welden y Guzmán (1978) sobre hongos, líquenes y mixomicetos de la región de Uxpanapa y zonas del SE de México, el estudio de Guzmán (1983) sobre los hongos de la Península de Yucatán, así mismo el de Quintos *et al.* (1984), sobre los hongos micorrícicos del Estado de Durango. Un interesante estudio es el de Garza *et al.* (1985), sobre los hongos asociados a *Quercus rysophylla* en Nuevo León y el de Bandala *et al.* (1993) sobre los poliporáceos conocidos en México. Por otra parte Díaz Moreno *et al.* (2005) publicó el estudio sobre los macromicetos del Estado de Durango, otra contribución importante es la de Rodríguez *et al.* (2010), quienes realizaron el inventario de los hongos del Bosque La Primavera en Jalisco. Por otra parte Frutis y Guzmán (1983) realizaron un inventario de los hongos del Estado de Hidalgo, mientras que Nava Mora y Valenzuela Garza (1997) estudiaron los macromicetos de Nanchititla, Estado de México. Es de considerar también el trabajo de Valenzuela *et al.* (2006) quienes describieron especies de poliporáceos poco conocidos de México. Hacia el noreste de México encontramos el trabajo de Garza *et al.* (2002), sobre hongos y micorrizas de *Pinus culminicola* en Nuevo León. También importante es la tesis de maestría de Quiñones–Martínez (1999), sobre los macromicetos del Bosque Modelo en Chihuahua y el estudio doctoral de Ayala (1996) sobre los agaricales de Baja California. Otro estudio relacionado es el inventario de los hongos del Estado de Jalisco de Sánchez Jácome y Guzmán-Dávalos (2011). Otro estudio es el de Medel *et al.*, (1999), sobre los macromicetos citados de México, en particular los ascomycetes. Se reconoce también como importante el trabajo de Esqueda *et al.*, (2010), sobre los hongos del Edo. de Sonora. Por otra parte Valenzuela *et al.*, (2004) publicaron un estudio de los hongos asociados al *Abies religiosa* en el Eje Neovolcánico Transversal. Se reconoce también el estudio de Cifuentes *et al.*, (1993) sobre los hongos macroscópicos del Parque Ecológico Omiltemi, Estado de Guerrero, el estudio de García y Valenzuela (2005) en relación a los hongos de la Reserva de la Biosfera El Cielo, en Tamaulipas y el inventario de los macromicetos de Tamaulipas

por García y Guevara (2005), además de un sinúmero de publicaciones no menos importantes que no se citan aquí.

De gran importancia en los estudios micológicos ha sido la edición de libros sobre diferentes aspectos de la micología ha sido desarrollada en México por autores de diferentes instituciones del país. Algunos libros que abordan temas generales y otros temas particulares o regionales de los hongos, entre estos se encuentra. El Reino de los Hongos por Herrera y Ulloa (1990), el de Ulloa y Hanlin (1978) titulado Atlas de Micología Básica, el de Castillo (1987) con el título de Identificación de los Hongos, todos estos orientados hacia la enseñanza de la micología. El libro hongos comestibles, venenosos y destructores de la madera en México, por Guzmán (1977), constituye el primer estudio mexicano utilizado para la identificación de hongos silvestres en México. El mismo autor Gastón Guzmán (1983) publicó su libro monográfico sobre el Género *Psilocybe*, una obra trascendental en el conocimiento de este género de macromicetos en el mundo. Los hongos del Estado de Querétaro por García *et al.* (1998), es un estudio basado en los datos de la micobiota estudiada en esa región en esos años. Los nombres comunes de los hongos en Latinoamérica es el nombre del libro editado por Guzmán (1997), el cual es una recopilación del conocimiento tradicional y nombres vernáculos de los hongos en diferentes países de Latinoamérica. Un libro interesante y muy completo es el de Chacón *et al.* (1995) sobre los hongos del Jardín Botánico Clavijero, en Xalapa Veracruz. Otra obra interesante es la de Díaz-Barriga (1992) sobre los hongos comestibles y venenosos de la Cuenca de Pátzcuaro, Michoacán. El estudio Iconográfico sobre el género *Amanita* en México publicado por Pérez-Silva y Herrera (1991) es una obra pictórico-descriptiva de algunas de las más importantes especies de estos hongos en México. Por otra parte el estudio sobre los hongos de la Reserva El Edén Quintana Roo, fue publicado por Guzmán (2003), el cual aporta muy valiosa información sobre los hongos tropicales de México. El libro de Pedraza *et al.* (2008) quienes publicaron hongos tóxicos y comestibles del Estado de Querétaro, con el atributo de haber sido publicado en lenguaje Otomí y Español. La Guía ilustrada de los hongos del Bosque La Primavera en Jalisco por Rodríguez *et al.*, (2002), describen interesantes especies de esa región. Para la región más Noroeste del país, Ayala y Ochoa (1998) publicaron su libro los hongos conocidos de Baja California, de

trascendental importancia para el conocimiento de la micobiota de esa región. Los hongos del Yumka´ Tabasco es un estudio de hongos tropicales publicado por Capello (2006). Un estudio de excelente nivel descriptivo es de Tovar-Velazco y Valenzuela (2006), en relación a los hongos del Desierto de Los Leones. Los hongos del Jardín Botánico de ECOSUR, Quintana Roo publicado por Pompa-Gonzalez *et al.* (2011) describe interesantes hongos tropicales de aquella región. Estos son algunos de los principales libros relacionados a los hongos y que han contribuido al conocimiento de la biodiversidad fúngica del país.

### **Estudios en Tamaulipas.**

Los estudios micológicos en el estado iniciaron con el registro de algunas especies de hongos en la zona de Gómez Farías por Hernández X. *et al.* (1951), quienes citaron algunas especies de macromicetos del bosque mesófilo de El Cielo. Sin embargo los estudios sobre macromicetos en Tamaulipas se definieron en los 80`s a raíz de la fundación de la Licenciatura en Biología del Instituto Tecnológico de Cd. Victoria y el Herbario ITCV José Castillo Tovar y de investigadores de otras instituciones nacionales que visitaron el estado en ese tiempo. Reconociéndose los trabajos de García *et al.* (1986) en relación a especies de boletáceos de México, incluyendo especies de este estado. Guevara *et al.* (1987) sobre las especies de *Lactarius* en donde se incluyen especies de la zona, Heredia (1989) realizó el primer inventario de los hongos de la Reserva de la Biosfera El Cielo, citando alrededor de 120 taxones para la zona. Por otra parte los principales estudios sobre los Xylariales en México y Tamaulipas son los de San Martín y Rogers (1989,1993), quienes reconocen los géneros y especies de ese grupo de hongos, acompañados de descripciones completas incluyendo las de especies nuevas para la ciencia. Singer *et al.* (1990, 1991, 1992) en sus monografías sobre Boletaceae de México y Centroamérica describen importantes especies de este grupo de hongos para Tamaulipas. El estudio de Valenzuela y Chacón (1991) sobre los poliporáceos de la Reserva de la Biosfera El Cielo, constituye un importante avance en los estudios de estos hongos en la región. San Martín y Rogers (2005) elaboraron claves de determinación de xylariales de la Reserva de La Biosfera El Cielo así como aspectos de los sustratos y hospederos sobre los que crecen. Avances en la realización del inventario sobre los macromicetos del estado fueron publicados por García y Valenzuela (2005) y García y

Guevara (2005) para la Reserva de la Biosfera El Cielo y para el Estado de Tamaulipas respectivamente. Un estudio adicional sobre los hongos micorrizógenos en la Reserva de la Biosfera El Cielo, fue realizado por García (2005) quién reconoció 166 especies de este grupo ecológico de hongos. Algunos estudios posteriores como los de Guevara *et al.* (2008) describen especies de *Hysterangium* incluyendo algunos taxones nuevos para la ciencia. Por otra parte Cázares *et al.* (2008), describen a *Melanogaster minysporus* especie nueva registrada de Nuevo León y Tamaulipas. Castellano *et al.* (2012) estudiaron algunas especies del género *Elaphomyces* de México y la región, incluyendo un especie nueva para la micobiota mexicana. Por último se incluye el estudio de García *et al.* (2013 en prensa), en el que se describen dos especies de *Boletus* para el estado. Estos últimos estudios y otros que se encuentran en preparación, formarán parte del inventario de los macromicetos de Tamaulipas.

## **OBJETIVOS**

- ❖ Conocer la diversidad de macromicetos del Estado de Tamaulipas.
- ❖ Cuantificar la diversidad de macromicetos entre diferentes comunidades vegetales y su altitud.
- ❖ Clasificar localidades de colecta de hongos de amplia diversidad fúngica que representen en un alto porcentaje la diversidad de hongos macroscópicos en el Estado.
- ❖ Reconocer la tendencia de asociación de las especies a los diferentes tipos de hábitats
- ❖ Reconocer las categorías de importancia de los principales grupos ecológicos de hongos.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **a) Área de estudio**

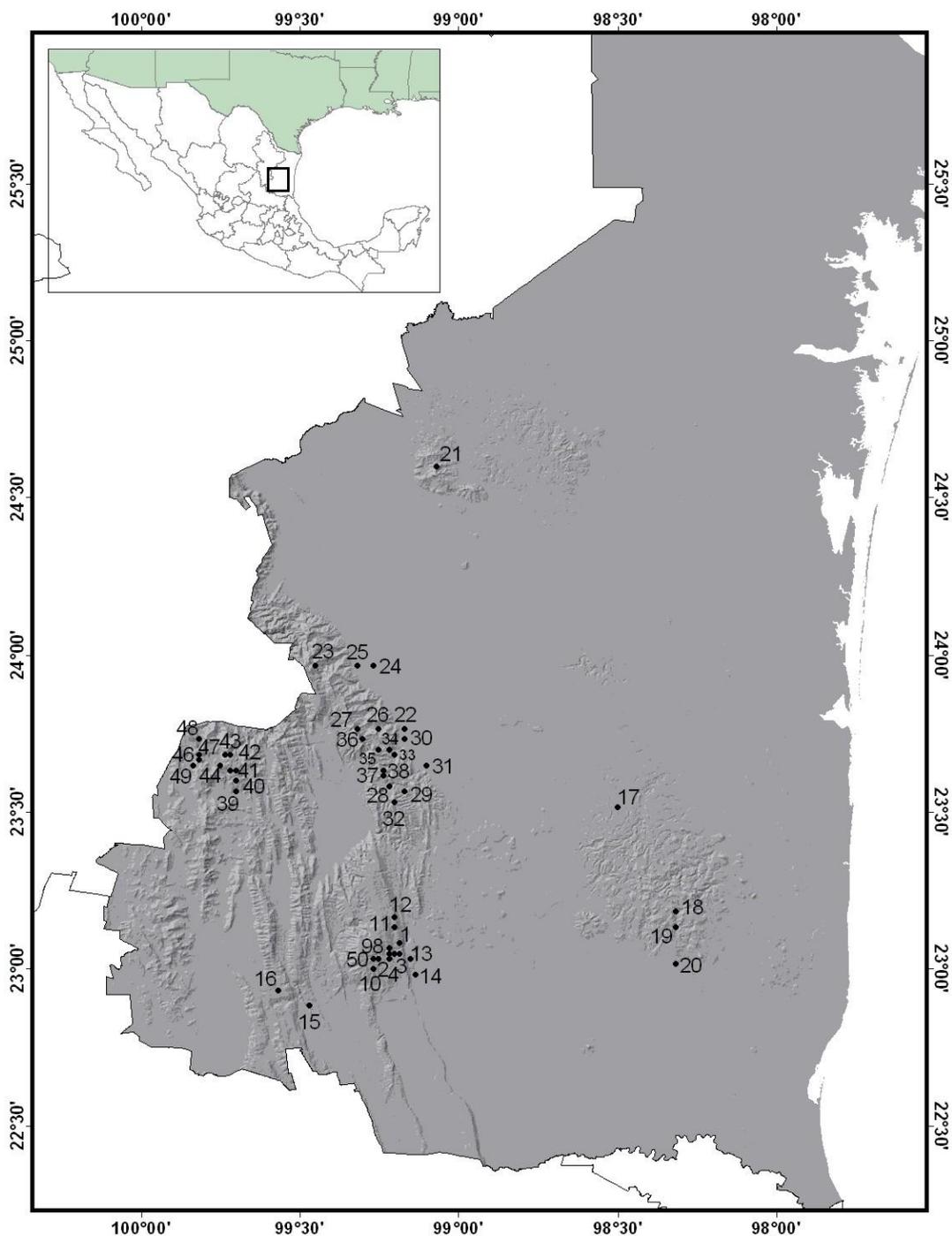
#### **Geografía, fisiografía y vegetación de Tamaulipas**

El estado de Tamaulipas en el NE de México se ubica en la porción más norte de la vertiente del golfo en el país. Se localiza entre los 22° 12' y 27° 40' de Latitud Norte y los

97° 08' - 100° 08' de Longitud Oeste, ocupa un territorio de 79,384 km<sup>2</sup>, ocupando el 7° lugar en el territorio mexicano. Se distingue por la presencia tanto de ecosistemas tropicales, como bosques templados y matorrales xerófilos, estos incluyen selvas bajas y medianas, el bosque de encino tropical y pinares ubicados en zonas bajas, así como bosques templados de *Quercus*, bosque mesófilo de montaña de *Pinus-Quercus*, bosque de *Pinus* y escasos sitios de bosques de coníferas, así como matorrales micrófilos, rosetófilos o chaparrales de ambientes xéricos. Otros ecosistemas como la vegetación de manglar, palmar y vegetación de dunas costeras están también presentes en el estado. Estas comunidades vegetales se distribuyen en tres Regiones Fisiográficas que son La Planicie Costera Nororiental (PCN), La Sierra Madre Oriental (SMO) y El Altiplano Mexicano (AM). Además sobre la planicie costera se yerguen las Sierra de San Carlos y Cruillas (SSCC) hacia el centro - NW del estado y la Sierra de Tamaulipas (ST) al E del estado muy cercana al Golfo de México. Considerando lo anterior existen tres serranías en el estado, la SMO, SSCC y ST, que permiten el desarrollo de un gradiente altitudinal en el primer caso (SMO) desde los 100 msnm hasta los 3100 msnm, en el segundo (SSCC) desde los 450-500 msnm a los 1300 m y en la tercero (ST), de los 50-1300 msnm. Este gradiente altitudinal, determina un gradiente climático y vegetacional muy notable. La SMO se orienta de SSE al NNW en su parte que corresponde a Tamaulipas, presenta una longitud de más de 250 km, en su parte sur entre los municipios de Llera y Jaumave, la Sierra es surcada geográficamente por el trópico de cáncer, lo que determina hacia el sur la presencia de una abundante y diversa flora tropical, la cercanía al límite geográfico del Neotrópico, influencia también la presencia de bosques tropicales en sitios ubicados más al norte en los municipios de Victoria, Güemez, Hidalgo y Villagrán y en localidades del estado de Nuevo León, estos bosques tropicales de pie de monte en general tienen menos diversidad forestal que los ubicados hacia la región de Gómez Farías, Ocampo y Llera. Los encinares de media montaña y el bosque mesófilo de montaña se distribuyen de manera distinta a través de las SMO y en la ST y SSCC, aunque el BMM con más diversidad forestal se localiza en Gómez Farías y municipios aledaños en el área de la Reserva de la Biosfera El Cielo. Los bosques mixtos de *Pinus* y *Quercus* están presentes en todas las sierras mencionadas, en ocasiones los pinos forman manchones puros regularmente en altitudes arriba de los 1200 m y en algunos sitios de zonas bajas de la sierra situados 650-700 msnm. Los pinares

siendo más ampliamente distribuidos en el Mpio. de Miquihuana, Bustamente y Jaumave entre estos bosques de pinos se encuentran los de pino piñonero *P. cembroides* y *P. nelsoni*, en algunos casos constituyendo masas puras dominantes, pero en otros sitios conformando parte de chaparrales con mezcla de diferentes arbustos de especies de *Quercus*, *Calia*, *Cercocarpus*, *Arctostaphylos*, *Comarostaphylis*, *Juniperus*, *Rhus* entre otros. Uno de los bosques más escasos es el de coníferas de *Pinus*, *Abies* y *Pseudotsuga*, el cual en el estado solo se presenta en algunos picos de montaña ubicados por arriba de los 2800 msnm, y hasta los 3300 msnm. Entre estos podemos mencionar, el Cerro El Nacimiento del Ej. Valle Hermoso, el Cerro El Borrado cerca de La Marcela y el Cerro La Gloria, entre otros, todos estos ubicados en el Mpio. de Miquihuana Tamaulipas. En algunos de estos cerros el bosque se encuentra en franca declinación con un cierto porcentaje de individuos muertos y enfermos, posiblemente por efecto del cambio climático actual. Algunas comunidades de *Abies guatemalensis* de varias hectáreas de extensión se ubican en el Camino de El Julilo a Montecarlo, existiendo también en la localidad de Casa de Piedra y la Gloria, ubicadas en la Reserva El Cielo. Otros sitios como el Cerro El Diente de la Sierra de San Carlos y Cruillas y algunas áreas del Ejido Conrado Castillo en el Mpio. de Hidalgo presentan manchones forestales de *Abies* mezclados con algunas especies de *Pinus*, en general es una vegetación pobremente representada en Tamaulipas siendo más extensamente distribuido en Nuevo León y Coahuila. Los matorrales tamaulipecos, selvas bajas, matorral submontano y matorral xerófilo en sus distintas asociaciones y el chaparral usualmente ocupan sitios con gradientes climáticos particulares, algunos de estos se combinan en ecotonos difíciles de interpretar, aún que el chaparral de rosáceas se distribuye principalmente en zonas templadas semisecas. Los otros ocupan diferentes zonas a través del gradiente climático-altitudinal en la región. Para los fines de este estudio tanto localidades ubicadas en la planicie costera como en las diferentes sierras han sido muestreados en muchas excursiones micológicas realizadas desde 1984 hasta la fecha. Los aspectos sobre la vegetación considerados en el estudio se basan en el criterio de Rzedowski (1978), Valiente Bannuet *et al.* (1995), Treviño-Carreón y Valiente-Banuet (2005), Briones Villarreal (1991), González Medrano (2005) y Puig (1989 y 2005).

Mapa del Estado de Tamaulipas y las áreas de estudio



**Localidades de estudio, ubicación geográfica y tipo de vegetación**

NO.	LOCALIDAD	MUNICIPIO	VEGETACIÓN	LATITUD	LONGITUD
1	Rancho El Cielo	Gómez Farías	BMM	23° 05´	99° 11´
2	El Vivero, Ej. San José	Gómez Farías	BMM	23° 02´	99° 13´
3	Ej. Alta Cima	Gómez Farías	BMM	23° 03´	99° 11´
4	Desv. a casa de Piedra, Ej. Alta Cima	Gómez Farías	BMM	23° 04´	99° 12´
5	La Alamillosa, Ej. Alta Cima	Gómez Farías	BMM, BT	23° 03´	99° 11´
6	Casa de Piedra, Ej. Alta Cima	Gómez Farías	BMM	23° 04´	99° 13´
7	Valle del Ovni, Ej. Alta Cima	Gómez Farías	BMM, BP	23° 03´	99° 13´
8	Ejido La Gloria	Gómez Farías	BPQ	23° 02´	99° 15´
9	Valle de las Peras	Gómez Farías	BMM	23° 02´	99° 15´
10	Ej. Joya de Manantiales	Gómez Farías	BPQ	23° 00´	99° 16´
11	El Julilo	Gómez Farías	BMM	23° 08´	99° 12´
12	Camino Julilo-Montecarlo	Gómez Farías	BMM	23° 10´	99° 12´
13	1.5 Km al SO de Gómez Farías	Gómez Farías	BT	23° 02´	99° 09´
14	La Florida	Gómez Farías	BT	22° 59´	99° 08´
15	El Elefante	Gómez Farías	BMM, BPQ	23° 02´	99° 16´
16	Colonia Santa María	Ocampo	BQT	22° 53´	99° 28´
17	Las Enramadas	Ocampo	BQ	22° 56´	99° 34´
18	Rancho El Lajeadero	Casas	BQ, BT	23° 31´	98° 30´
19	Cerro El Yesquero	Casas	BPQ	23° 11´	98° 19´
20	Rancho El Pueblito	Aldama	BQ	23° 08´	98° 19´
21	Ejido San Andrés	Aldama	BQT	23° 01´	98° 19´
22	Cerro El Diente	San Carlos	BMM	24° 36´	99° 04´
23	Ejido Conrado Castillo	Hidalgo	BMM, BPQ	23° 46´	99° 10´
24	Joya de Galindo	Hidalgo	BMM	23° 58´	99° 27´
25	El Tigre	Hidalgo	BQ, BT	23° 58´	99° 16´
26	La Esperanza	Guémez	BQ, BT	23° 58´	99° 19´
27	Cañón de La Peregrina	Victoria	BT, BQ, BPQ, BMM	23° 46´	99° 15´
28	Rancho El Molino	Victoria	BMM, BPQ	23° 46´	99° 19´

**García Jiménez, J. 2013. Diversidad de macromicetos en el Estado de Tamaulipas, México  
Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L.**

---

29	Ej. Altas Cumbres	Victoria	BQ	23° 35´	99° 13´
30	El Madroño	Victoria	BQ	23° 34´	99° 10´
31	6 Km NE de Ciudad Victoria	Victoria	MT	23° 44´	99° 10´
32	Ej. Juárez Capitán	Victoria	MT	23° 39´	99° 06´
33	Puerto Arrazolo	Victoria	BQ	23° 32´	99° 12´
34	Cañón del Novillo, La Quebradora	Victoria	BT	23° 41´	99° 12´
35	Cañón del Novillo, Las Piedrotas	Victoria	BT, BQ	23° 42´	99° 13´
36	Cañón del Novillo, Los Postes	Victoria	BQ, BP	23° 42´	99° 15´
37	La Ascensión	Victoria	BPQ	23° 44´	99° 18´
38	Las Mulass	Victoria	BQ	23° 37´	99° 14´
39	Lagunas de Pino Solo	Victoria	BPQ	23° 38´	99° 14´
40	Km 6 La Peña-Aserradero	Miquihuana	BP, CHQ	23° 34´	99° 42´
41	Km 12 La Peña – Aserradero	Miquihuana	BQ, BPQ	23° 36´	99° 42´
42	Km 18 La Peña–Aserradero	Miquihuana	BP	23° 38´	99° 42´
43	Km 24 La Peña – Aserradero	Miquihuana	BPQ, CHQ	23° 41´	99° 43´
44	Ej. Aserradero	Miquihuana	BPQ	23° 41´	99° 44´
45	Ej. Valle Hermoso	Miquihuana	BPQ, BC	23° 39´	99° 45´
46	Cerro El Nacimiento	Miquihuana	BP y Conif.	23° 38´	99° 43´
47	Paso del Oso	Miquihuana	BP, CHQ	23° 40´	99° 49´
48	Camino Valle Hermoso-La Marcela	Miquihuana	BQ, CHQ	23° 41´	99° 49´
49	La Marcela	Miquihuana	BP, BQ, CHQ	23° 44´	99° 49´
50	Camino Aserradero-Los Walle	Miquihuana	BP, CHQ	23° 39´	99° 50´

## **b) Trabajo de Campo**

El presente estudio se basa en actividades de investigación sobre los hongos de Tamaulipas llevadas a cabo durante los últimos 28 años. Más de 200 excursiones al campo se llevaron a cabo para realizar muestreos de hongos en diferentes ecosistemas forestales en 50 localidades de algunos municipios del Estado de Tamaulipas. Estos muestreos se realizaron aprovechando las condiciones de precipitación pluvial y humedad existentes en la región durante esos años lo que implicó hacer salidas en diferentes temporadas del año ya que por sus diferencias fisiográficas y climatológicas además del efecto de cambio climático, las regiones presentan diferencias en los niveles de precipitación pluvial y de humedad a través del tiempo. Los muestreos se realizaron de manera dirigida con objetivos de muestrear uno sitio o varios sitios determinados en base a una ruta definida a seguir, la cual implicó en ocasiones el desplazamiento a pie sobre caminos o veredas a veces en caminatas de más de 10 km, para finalmente llegar a algún sitio con las mejores características ecológicas para la realización de estos muestreos. En mejores ocasiones el muestreo se llevó a cabo a borde de carretera o de camino con mejores condiciones de acceso para los vehículos que nos transportaron a los sitios de recolección. La recolección de los hongos se llevó a cabo bajo las técnicas usuales en estudios de macromicetos como lo señalan Guzmán (1977), Cifuentes *et al.* (1986), Largent (1986) y Mueller *et al.*, (2004), procurando recolectar todos los grupos ecológicos que estuvieran presentes durante el muestreo. La mayor parte de los especímenes se fotografiaron en el campo cuando la circunstancias lo permitieron y en función de la disponibilidad de material fotográfico, al principio utilizando cámaras del sistema Reflex ya que durante los años 80's y 90's eran las únicas cámaras disponibles, estas utilizaron rollos para filminas o transparencias del tipo Ektachrome. Posteriormente el advenimiento de las cámaras digitales simplificó mucho el desarrollo de esta actividad en el campo. En las diferentes localidades de muestreo se registraron las coordenadas geográficas mediante el uso de un GPS, a la vez se realizó un análisis vegetacional básico, reconociéndose las especies forestales dominantes, esta actividad siempre acompañó a la recolección de los hongos. De esta actividad se deriva el reconocimiento de la asociación existente entre las especies de hongos ectomicorrizógenos o el sustrato de los hongos saprofitos y aspectos de su distribución ecológica. Se registró el hábito o forma de vida de

los hongos, característica que fue registrada e integrada a las notas morfológicas de los especímenes. El muestreo en los sitios de clima tropicales más cálidos y húmedos se realizó principalmente durante las primeras horas de la mañana para evitar que la temperatura más alta del mediodía los desintegrara en el momento de su transportación, condición que es menos manifiesta en zonas de clima templado. Los especímenes fueron colocados en canastas envueltos en bolsas y hojas de papel encerado. El registro morfológico de los especímenes se realizó en el sitio de muestreo en el caso de excursiones de varios días en la cabaña o habitación de hotel siempre con las condiciones básicas para realizar esta actividad, mientras que en otras ocasiones el material fue transportado al laboratorio donde se tomó el registro de sus características. El registro de las características morfológicas y aplicación de reactivos químicos se basó en el criterio de Singer (1986) y el libro de Kornerup & Wanscher (1978) se utilizó para la interpretación de los colores de los hongos. El material fue deshidratado en una secadora eléctrica para posteriormente ser colocado en bolsas de polietileno o en cajas de cartón para su herborización. Durante varios años se utilizó la naftalina como medio de preservación de los especímenes contra los insectos, pero posteriormente fue cambiado por vapona cuya efectividad es mayor y el efecto dañino sobre el hombre es menor. El material examinado y que forma parte del inventario presentado en este estudio se encuentra en su mayoría en el Herbario Micológico José Castillo Tovar (ITCV) del Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, algunos especímenes incluidos en el estudio, son parte de los herbarios ENCB , XAL y F.

### **C) Trabajo de laboratorio**

El análisis microscópico de los especímenes ha sido a través del tiempo la parte esencial del estudio, ya que la morfología y características de las estructuras microscópicas son la parte básica para los estudios taxonómicos. Para el estudio de las estructuras microscópicas de los macromicetos se siguió el criterio de Largent et al., (1977). Se practicaron cortes a navaja de diferentes partes de los ascomas y basidiomas de los hongos, para elaborar preparaciones temporales utilizando el KOH y el reactivo de Melzer como medios de montaje para la elaboración de las preparaciones entre porta y cubreobjetos. Se utilizaron

microscopios binoculares con el aditamento de micrómetro de ocular para la realización de las mediciones. Se realizaron mediciones y dibujos de las estructuras microscópicas de las especies de una manera rutinaria. Las características macro y microscópicas fueron utilizadas para la determinación taxonómica mediante el uso e interpretación de las claves de identificación de los diferentes grupos de hongos disponibles en la literatura especializada.

#### **D) Estudios Taxonómicos**

Para la interpretación de los aspectos macroscópicos y microscópicos de los hongos se requirió la utilización de diferentes estudios sobre grupos taxonómicos particulares o sobre biotas regionales o nacionales en las cuales se describen de manera clara especies de macromicetos, esto implica la revisión de diferentes tipos de documentos desde artículos en revistas especializadas, monografías de géneros, familias o grupos taxonómicos particulares y libros sobre macromicetos o sobre hongos de diferentes regiones o países del mundo. Dentro de las obras más utilizadas para la identificación de las especies registradas, se encuentran las de Singer (1986), Singer *et al.* (1983), Pegler (1983), Dennis (1970), Snell & Dick (1970), Hesler & Smith (1979), Gilbertson & Ryvardeen (1986), Ryvardeen (1993), Moser (1978), Bessette *et al.* (1997), Bessette *et al.* (2000), Bessette *et al.* (2007), Bessette *et al.* (2009) Phillips, (1991), Smith & Thiers (1971), Smith–Weber & Smith (1985), Lincoff (1981), Huffman *et al.* (2008), Arora (1986), Metzler & Metzler (1992), Hesler & Smith (1963), Binion *et al.* (2008) entre otros. Los hongos reconocidos como putativamente ectomicorizógenos y aspectos de la micorriza se basan en los estudios de Trappe (1962), Malloch *et al.* (1980), Malloch (1987), Halling (2001), Brundrett (2002), Brunns y Shefferson (2004), Rinaldi *et al.* (2008) y Tedersoo *et al.* (2010). Los aspectos biogeográficos del estudio se basan entre otros en los de los siguientes autores: Horak (1983), Singer (1988), Lodge, *et al.* (2002), Wu & Mueller (1997), Baroni *et al.* (1997), Sims *et al.* (1997), Mueller *et al.* (2007), Yang (2005), Mueller *et al.* (2001), Petersen & Hughes (2007), Watling (2001), Halling *et al.* (2008) entre otros. La clasificación a nivel de familias y ubicación de los géneros se basó en los estudios moleculares de Binder & Hibbett (2006), Hibbett (2006), Hibbett *et al.* (2007), Lutzoni *et al.* (2004). Drehmel *et al.* (2008).

### **E) Trabajo de herbario y gabinete**

Se revisaron alrededor de 7000 especímenes del Herbario (ITCV) José Castillo Tovar, del Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria realizándose una actualización de etiquetas de materiales registrados desde el año 2000 al 2012, mismas que se revisaron a la par de materiales de los años 1984 al 2000, de estos materiales revisados se seleccionaron las especies debidamente registradas bajo trabajo curatorial. Se realizó una actualización de las familias, géneros y especies de los hongos basados en la Sistemática Molecular actual utilizando el Index Fungorum y MycoBank (de la INTERNET), para incluir los nombres actuales en esta base de datos. Se registraron un total de 1036 taxones pertenecientes a 93 familias de macromicetos para los objetivos de este estudio. Las especies registradas se incluyeron en una base de datos de EXCEL, que incluye en orden alfabético las familias de hongos, señalando bajo el criterio de presencia ausencia a los tipos de vegetación en los que las especies de hongos fueron encontradas.

### **F) Análisis estadístico**

Para el análisis estadístico de los datos se utilizaron los programas

**Excel:** para la elaboración de la base de datos y

**MVSP** para desarrollar el Análisis de Conglomerados y obtención del cladograma.

## **RESULTADOS**

En este estudio se reconoce la existencia de 1036 taxones de macromicetos, adscritos a 93 familias diferentes de macromicetos de las clases Ascomycetes y Basidiomycetes y Glomeromycetes (ANEXO 1). Estos provienen de 50 diferentes localidades del Estado de Tamaulipas y de 13 tipos de vegetación basados principalmente en el criterio de Rzedowski (1978) y Treviño y Valiente Banuet (2005).

### **Diversidad de macromicetos**

Las 1036 especies estudiadas, se adscriben a 344 géneros pertenecientes a 93 familias de las Clases Basidiomycetes y Ascomycetes y solo 3 especies a los Glomeromycetes. Las familias con el mayor número de especies son la Xylariaceae con 87, Boletaceae con 85, Agaricaceae con 73, Polyporaceae con 65, Russulaceae con 58, Tricholomataceae con 55, Hymenochaetaceae con 36, Marasmiaceae con 34, Hygrophoraceae con 31, Amanitaceae con 30, Entolomataceae con 29, Strophariaceae con 27 y Cortinariaceae con 21. Otras familias con entre 10 y 20 especies son: Meruliaceae, Physalacriaceae, Mycenaceae, Pezizaceae, Fomitopsidaceae, Cantharellaceae, Ramariaceae, Bankeraceae, Pyronemataceae e Inocybaceae. El resto de las familias presentan solo menos de 10 especies cada una (Tabla I).

La notable riqueza de especies en ciertas familias de hongos aquí revisadas, puede deberse a factores de tipo geográfico-ecológico, por ejemplo en el caso de las familias Boletaceae, Russulaceae y Amanitaceae estas se presentan de forma muy diversa en casi todos los tipos de ecosistemas forestales revisados y en particular debido a la presencia de especies de *Quercus*, con las que forman ectomicorrizas. Los encinares alcanzan un importante nivel de diversidad en la región además poseen una alta capacidad adaptativa, pudiéndose encontrar formando encinares tropicales en sitios de baja altitud y muy cercanos a la línea del trópico

de cáncer en el estado, también se les puede encontrar en clima templado de media montaña, donde forman grandes extensiones de este tipo de vegetación y en clima templado-frío en zonas de alta montaña arriba de los 2500 msnm, formando manchones en ciertas sitios principalmente con exposición al Norte y el Este, en ocasiones se les encuentra como sotobosque del bosque de *Pinus* o constituyendo parte del chaparral. De esta misma manera muchos grupos de hongos simbioses formadores de micorrizas con especies *Quercus*, encuentran en los encinares un importante nicho y altos niveles de diversidad y adaptación. Es importante señalar que los hongos de algunas familias como Cortinariaceae, Inocybaceae y otras, son un tanto complicadas en cuanto a su identificación y pocos investigadores especializados en estos grupos se encuentran en México de tal forma que han sido poco estudiadas a través de este tiempo y por dicha razón solo pocas especies de estos géneros han sido incluidas en el estudio, y en algunos casos solo han sido determinadas a género en la categoría de morfoespecies. El sustrato vegetal en todos los tipos de bosques es abundante y diverso. Una gran cantidad de materia orgánica se incorpora al suelo año con año en los diferentes ecosistemas, esto permite que diferentes tipos de sustrato como troncos, ramas, hojas, flores, frutos, raíces y otros, sean el hábitat de muchas especies de hongos saprofitos, esto tanto en bosques tropicales como templados en la región. Aquí encontramos a las familias con mayor diversidad de especies en este estudio como la Xylariaceae con 87 especies, Agaricaceae con 73, Polyporaceae con 65, Tricholomataceae con 55, Hymenochaetaceae con 36, Marasmiaceae con 34 (ver Tabla I). Se reconoce que los bosques tropicales son sitios donde habita una mayor proporción de especies saprofitas con respecto a las ectomicorrizógenas, al menos en los que conocemos de la entidad y a excepción de los encinares tropicales. Muchos sitios tropicales no han sido aún explorados y por lo mismo pocos hongos tropicales han sido debidamente estudiados en la región, los cuales permanecen como registros en los herbarios esperando la llegada de especialistas, los cuales son pocos y usualmente se encuentran ocupados en las actividades y proyectos de investigación de sus propias instituciones. Esto significa que una buena cantidad de especies a nivel de cientos y quizá miles no incluidas en este estudio son parte de los acervos de material biológico de los herbarios institucionales que podrían esperar su turno de ser estudiados por especialistas. Por todo esto se requiere incrementar la formación de especialistas en diferentes grupos ecológicos de hongos, para contribuir así de una

manera más integral al conocimiento de la diversidad fúngica en el estado. La estimación fúngica de macromicetos de México realizada por Guzmán (1998) es de 2800 especies excluyendo a líquenes y mixomicetos. Considerando esto las especies de macromicetos de México deben de acercarse a las 3000 especies actualmente, de ahí la relevancia de este estudio el cual representa alrededor de una tercera parte de las especies de macromicetos conocidos en el país.

**Tabla I. Familias, especies y géneros registrados en el estudio.**

FAMILIA	No. de especies	No. de géneros
Agaricaceae	73	21
Albatrellaceae	8	3
Amanitaceae	30	2
Auriculariaceae	6	2
Auriscalpiaceae	5	3
Bankeraceae	11	4
Batarraceae	2	2
Bolbitiaceae	9	4
Boletaceae	85	19
Boletinellaceae	2	2
Bondarzewiaceae	1	1
Cantharellaceae	12	3
Clavariaceae	6	3
Clavariadelphaceae	5	2
Clavicipitaceae	1	1
Clavulinaceae	1	1
Coniophoraceae	1	1
Coprinaceae	4	2
Cordycipitaceae	4	1
Cortinariaceae	21	4
Coryneliaceae	1	1

Crepidotaceae	3	3
Cudoniaceae	1	1
Cyphellaceae	3	3
Dacrymycetaceae	4	3
Diplocystidiaceae	1	1
Elaphomycetaceae	3	1
Endogonaceae	3	1
Entolomataceae	29	7
Fomitopsidaceae	11	8
Ganodermataceae	9	2
Geastraceae	9	2
Geoglossaceae	2	2
Gloeophyllaceae	5	3
Glomaceae	2	1
Gomphaceae	5	2
Gomphidiaceae	4	3
Gyroporaceae	4	1
Helvellaceae	8	1
Hericiaceae	1	1
Hydnaceae	4	2
Hydnangiaceae	5	1
Hydnodontaceae	1	1
Hygrophoraceae	31	4
Hygrophoropsidaceae	1	1
Hymenochaetaceae	36	10
Hypocreaceae	6	1
Hysterangiaceae	8	1
Inocybaceae	10	2
Lentariaceae	1	1
Leotiaceae	5	4

Lyophyllaceae	4	2
Marasmiaceae	34	13
Meripilaceae	3	2
Meruliaceae	15	12
Mycenaceae	14	6
Nidulariaceae	4	1
Octavianiaceae	4	1
Ophiocordycipitaceae	3	2
Paxillaceae	2	1
Pezizaceae	14	4
Phallaceae	7	5
Phanerochaetaceae	1	1
Phelloriniaceae	1	1
Physalacriaceae	14	6
Pleurotaceae	10	2
Pluteaceae	8	2
Podoscyphaceae	2	1
Polyporaceae	66	33
Psathyrellaceae	8	5
Pterulaceae	1	1
Pyronemataceae	10	7
Ramariaceae	11	1
Rhizopogonaceae	8	1
Russulaceae	58	8
Sarcoscyphaceae	5	1
Sarcosomataceae	3	3
Schizophyllaceae	2	1
Schizophoraceae	1	1
Sclerodermataceae	6	1
Serpulaceae	1	1

Sparassidaceae	80	2	1
Sphaerobolaceae		1	1
Stereaceae		8	2
Strophariaceae		27	9
Suillaceae		8	1
Tapinellaceae		3	2
Terfeziaceae		4	1
Thelephoraceae		7	2
Sebacinaceae		1	1
Tremellaceae		7	2
Tricholomataceae		55	22
Xylariaceae		87	18
93 Familias		1036 Taxones	345 Géneros

**Tabla II. Diversidad fúngica por tipo de vegetación (número de especies)**

(MX) Matorral Xerófilo, (BQba) Bosque de *Quercus* de baja altitud, (MT) Matorral Tamaulipeco, (SBC) Selva Baja Caducifolia, (SBS) Selva Baja Subcaducifolia, (BPba) Bosque de *Pinus* de baja altitud, (BGal) Bosque de Galería, (BTQ) Bosque Templado de *Quercus*, (BMM) Bosque Mesófilo de Montaña, (BPQ) Bosque de *Pinus* – *Quercus*, (Cha) Chaparral, (BP) Bosque de *Pinus*, (PI) Pastizal Inducido.

MX	BQba	MT	SBC	SBS	BPba	BGal	BTQ	BMM	BPQ	Cha	BP	PI
14	153	120	250	210	13	28	370	524	254	16	140	34

### **Ecología de las especies estudiadas**

Los resultados del estudio nos indican que la mayor parte de las especies son saprobias con 612 taxones reconocidos, 402 especies corresponden a los hongos ectomicorrizógenos y

solo 19 especies son parásitas. Por otra parte en la Tabla II, se aprecia que el tipo de vegetación en donde más especies fueron encontradas es el bosque mesófilo de montaña en el cual se registraron 524 especies, siguiéndole el bosque templado de *Quercus* con 372 especies, y el bosque de *Pinus-Quercus* con 254 especies, y después la selva baja subcaducifolia y caducifolia con 250 y 212 taxones respectivamente, luego el bosque de *Quercus* (zonas bajas) con 153 especies y los bosques de *Pinus* y el matorral Tamaulipeco con 141 y 120 especies respectivamente, las demás comunidades vegetales presentan menos de 100 especies en cada caso.

### **Hongos ectomicorrizógenos**

Dentro de las principales formas de vida de los hongos se encuentran los hongos ectomicorrizógenos estos se encontraron en el bosque mesófilo de montaña con 225 especies, siguiéndole el bosque templado de *Quercus* con 193 especies, el bosque de *Pinus - Quercus* con 145 especies, El bosque de *Quercus*(zonas bajas) y el Bosque de *Pinus* tuvieron 79 especies asociadas en cada caso, las demás comunidades presentaron menos de 20 especies cada una; el pastizal inducido y el matorral xerófilo no presentaron hongos ectomicorrizógenos. Aquí se aprecia por una parte la tendencia de estos hongos de habitar bosques de clima templado en donde sus simbiontes vegetales estén mejor representados como componentes de la vegetación. En el caso del bosque mesófilo de montaña existen diversas especies de árboles como *Quercus germana*, *Quercus sartorii*, *Quercus xalapensis*, *Quercus polymorpha* y *Quercus rysophylla*, *Pinus patula*, *Pinus pseudostrobus* y *Fagus grandiflora* var. *mexicana*, entre otras especies arbóreas cuya presencia en el bosque y su condición climática favorecen la existencia de muchas especies de estos hongos como *Amanita jacksonii*, *A. vaginata*, *A. onusta*, *A. bisporigera*, *A. flavoconia*, *Tylopilus subcellulosus*, *T. plumbeoviolaceus*, *Austroboletus neotropicalis*, *Retiboletus retipes*, *Xerocomus spadiceus*, *Boletus paulae*, *Boletellus coccineus*, *Suillus granulatus*, *S. tomentosus*, *S. cothurnatus*, *Russula mariae*, *Russula fragantissima*, *Russula foetens*, *Russula virescens*, *Lacatrius volemus*, *L. hygrophoroides*, *L. croceus*, *L. deliciosus*, *L. indigo*, *L. cinereus*, *L. piperatus*, *Cortinariu iodes*, *Sarcodon scabrosus*, *S. imbricatum*, *Hydnum repandum*, *Cantharellus cibarius*, *C. minor*, *C. cinnabarinus*, *Gomphus clavatus*, *Tremellodendron pallidum*, *Chroogomphus ochraceus*, entre otros, un 43 % de las especies

encontradas en este tipo de vegetación son ectomicorrizógenas. En el bosque templado de *Quercus* el 52 % de los hongos encontrados son ectomicorrizógenos, en este existe una importante diversidad de especies de encinos como son *Quercus polymorpha*, *Q. canbyi*, *Q. laeta*, *Q. mexicana*, *Q. rysophylla*, *Q. muhlenbergii*, *Q. sebifera* y otros. Aquí son comunes hongos como *Amanita caesarea* (forma palida), *A. vaginata*, *A. pantherina*, *A. crocea*, *Boletus rulellus*, *B. subvelutipes*, *B. variipes*, *B. paulae*, *B. singerii*, *B. frostii*, *Gyroporus castaneus*, *Xerocomus illudens*, *Tylopilus ferrugineus*, *Strobilomyces floccopus*, *Russula mariae*, *R. foetens*, *R. virescens*, *Lactarius zonarius*, *L. subpalustris*, *L. yazoensis*, *Hygrophorus paludosus*, *Inocybe pyriodora*, *Hysterangium aureum*, *Octaviania sp.*, *Pachyphloeus carneum*, *Tuber lyoni*, *Cortinarius aff. elegantissimus*, *C. alboviolaceus*, *Sarcodon imbricatum*, *Cantharellus cibarius*, *Craterellus fallax*, entre muchos otros. En el bosque de *Pinus* y *Quercus* el 59 % de las especies encontradas son ectomicorrizógenas, aquí encontramos a *Pinus teocote*, *Pinus pseudostrobus*, *Pinus patula*, *Pinus montezumae* que se asocian con especies de *Quercus* como *Quercus canbyi*, *Quercus mexicana*, *Q. polymorpha*, *Quercus greggii* y otros generalmente en altitudes mayores a los 1200 m aunque en algunos sitios desde los 900 o 1000 m de altitud, los hongos encontrados aquí son: *Lactarius deliciosus*, *L. vellereus*, *L. chrysorhaeus*, *L. subpalustris*, *Retiboletus griseus*, *Boletus frostii*, *B. variipes*, *Tylopilus ferrugineus*, *Suillus granulatus*, *S. tomentosus*, *S. cothurnatus*, *Chroogomphus vinicolor*, *Hydnum repandum*, *Sarcodon scabrosus*, *Cantharellus cibarius*, *Amanita pantherina*, *A. gemmata*, *Amanita caesarea*, *Hygrophorus russula*, *Elaphomyces granulatus*, *E. appalachiensis*, *Hysterangium sp.*, *Russula foetens*, *R. brevipes* y *Cortinarius violaceus* entre otros. Los bosques de *Quercus* de las zonas bajas de pie de monte y encinares tropicales en donde el 52 % de las especies registradas son ectomicorrizógenas, aquí encontramos principalmente a *Quercus fusiformis*, *Quercus polymorpha* y *Quercus oleoides* como los árboles simbióticos, con estos encontramos a *Boletus floridanus*, *B. rubellus*, *Boletus rubricitriunus*, *Boletus subvelutipes*, *Boletus variipes var fagicola*, *Gyroporus castaneus*, *G. subalbellus*, *Boletellus coccineus*, *Cantharellus cibarius*, *Amanita vaginata*, *A. vaginata alba*, *A. crocea*, *A. polypiramis*, *Lactarius subpalustris*, *L. fumosus*, *L. psammophilus*, *Pisolithus tinctorius*, *Leccinum rugosiceps*, *Cortinarius sp.*, *Cantharellus lateritius*, *Rubinoboletus balloui*, *Tylopilus griseocarneus*, *T. plumbeoviolaceus*, *T. rubrobrunneus*, *Scleroderma areolatum*, entre

otros. El bosque de *Pinus* se conforma por especies como *Pinus hartwegii*, *P. montezumae*, *P. pseudostrobus*, *P. stormiae*, *P. teocote*, *P. cembroides* e incluyendo al bosque de coníferas de *Pinus*, *Abies*, *Pseudotsuga*, con distribución muy restringida a algunos picos de montaña y en condición prácticamente relictual. Esta comunidad forestal ha sido una de las menos estudiadas con respecto a sus hongos, aquí encontramos que el 56% de las especies registradas son ectomicorrizógenas, estando presentes especies como *Amanita caesarea*, *A. vaginata*, *A. crocea*, *Clavariadelphus truncatus*, *Chroogomphus vinicolor*, *Suillus pungens*, *S. granulatus*, *S. tomentosus*, *S. cothurnatus*, *Russula xerampelina*, *Russula lutea*, *Lactarius uvidus*, *L. deliciosus*, *L. chrysorhaeus*, *Hygrophorus olivaceoalbus*, *H. chrysodon*, *Ramaria aff. flava*, *Chalciporus amarellus*, *Cantharellus xanthopus*, *Craterellus fallax*, *Elaphomyces granulatus*, *Rhizopogon vinicolor*, *R. guzmanii*, *Hysterangium* sp., *Clavulina cinérea*, entre otros.

Otras comunidades como selvas bajas y medianas presentan pocas especies ectomicorrizógenas debido a la escasa presencia de árboles hospederos como *Quercus*, *Coccoloba*, algunas sapotáceas y leguminosas, y solo algunas especies de *Lactarius*, *Phylloboletellus*, *Scleroderma*, *Amanita* y en general pocas especies han sido registradas. En el caso del chaparral de *Quercus miquihuanensis* y el de *Pinus nelsonii* con *Quercus pringlei* y *Quercus* sp., solo algunas especies de *Octaviania*, *Leucophleps*, *Boletus*, *Amanita*, *Rhizopogon*, *Astraeus*, *Scleroderma* y *Cortinarius*, han sido encontrados, en estos sitios se requiere mayor intensidad de muestreo.

### **Hongos saprofíticos**

Los hongos saprofíticos se encuentran prácticamente en cualquier ambiente en donde exista materia orgánica que pueda ser desintegrada. En este caso los bosques presentan una innumerable cantidad de sustratos de diferentes especies de plantas herbáceas y leñosas, sobre las cuales crecen diferentes especies de macromicetos saprofíticos. En el estudio se registraron 611 especies de hongos saprofíticos los cuales se distribuyen ampliamente en los bosques tropicales y mesófilo de montaña, disminuyendo en los bosques templados de más altura a la inversa de cómo sucede en los hongos ectomicorrizógenos. Aquí en el bosque mesófilo de montaña se registraron 299 especies de hongos saprobios, siguiéndole

la selva baja caducifolia con 234 taxones, la selva baja subcaducifolia con 210 especies y el bosque templado de *Quercus* con 179 especies, el matorral tamaulipeco con 110 especies y el bosque de *Pinus-Quercus* con 109 Taxones, el bosque de *Quercus* de zonas bajas con 84 especies y el bosque de *Pinus* con 62 especies, en las demás comunidades se presentan menos de 30 especies de hongos en cada caso. Existen factores edáficos, climáticos y de sustrato que determinan la presencia de los hongos saprofiticos en estas comunidades. Por ejemplo en el BMM los troncos y tocones de *Liquidambar styraciflua* son sustrato importante para *Lentinula boryana* y algunas especies de Xylariales y poliporáceos en los frutos de *Magnolia tamaulipana* crecen *Xylaria magnoliae* y *Strobilurus conigenoides*, sobre el fruto de *Liquidambar styraciflua* crece *Xylaria persicaria*, sobre el fruto de *Guazuma ulmifolia* crece *Xylaria guazumae*. Los bosques tropicales son seguramente el hábitat que mas especies saprobias presenta , sin embargo es un ambiente que requiere más intensidad de muestreo, ya que especies de grupos como los Aphyllorphorales y familias como Agaricaceae, Tremellaceae, Tricholomataceae, Mycenaceae, Marasmiaceae, Physalacriaceae, Hygrophoraceae, Entolomataceae y otras son muy diversos y abundantes. Esta condición se sostiene también en el bosque mesófilo de montaña. Existe un recambio de especies de hongos saprofiticos entre las comunidades forestales tropicales y las de clima templado incluyendo el bosque mesófilo de montaña, ya que el sustrato sobre el que se desarrollan corresponde a diferentes especies de plantas por ejemplo son muy pocas especies de las selvas tropicales se mantienen también en el bosque mesófilo, la mayoría se presentan solo hasta el ecotono existente entre estas dos comunidades forestales. Lo mismo sucede entre selvas y bosques de encino o entre los bosques de encino y bosques mixtos o de pinos. Existe por lo tanto un cierto nivel de especificidad de sustrato y condiciones de hábitat que determinan la presencia de los hongos en ciertas comunidades forestales.

El mantillo del bosque es uno de los sitios preferidos por los hongos saprofiticos, en los bosques tropicales encontramos a las especies de Hygrophoraceae como un grupo muy diverso de estas podemos citar a *Hygrocybe hypoahemacta*, *H. miniata*, *H. firma*, *H. occidentalis*, *H. prieta*, *H. atosquamosa*, *H. incolor* y *Cupophyllus pratensis* y *Camarophyllus buccinulus* otras especies de los bosques tropicales en Tamaulipas son *Rugosospora pseudorubiginosa*, *Lepiota erythosticta*, *L. subclypeolaria*, *L. azalearum*,

*Lepista cf. subisabellina, Psilocybe cubensis, Leucoagaricus rubrotinctus, L. birnbaumii, L. caepestipes, L. sulphurellus, Morganella subincarnata, Limacella glioderma, L. illinita, Phallus indusiatus, Mutinus bambusinus, Clathrus crispus, Aseroe rubra, Entoloma permutata, E. pseudopapillata, Inopilus sp, Crinipellis egersii, C. septotricha, Favolaschia sp., Skeperiella sp., Hydropus nigritus, Hydropus cilindrosporus, Lactocollybia epia, Tetrapirgos nigritus, Marasmiellus pilosus, Marasmius haematocephalus, M. sullivanti, M. siccus, Trogia buccinalis, T. cantharelloides, Calocybe cyanea, Leucopaxillus brasiliensis, L. gracillimus, Leucopaxillus cf. makasanus, Agaricus xanthodermus, Filoboletus clypeatus, Asproinocybe cf. russuloides, Cookeina tricholoma, Phillipsia domingensis, P. rugosopora, Gyrodon rompelii, Phlebopus portentosus, Cyptotrama asprata, Macrocybe titans, Oudemansiella steffennii, Hohenbuehelia atrocaerulea, entre muchas otras especies.*

En el bosque mesófilo de montaña encontramos especies saprofiticas como *Hygrocybe conica, H. acutoconica, H. cantharellus, H. atosquamosa, H. hypohaemacta, H. firma, H. laeta, H. nítida, H. nitrata, H. psittacina, Tricholomopsis decora, Lentinula boryana, Oudemansiella canarii, Xerula furfurácea, X. megalospora, X. setulosa, Pleurotus cystidiosus, Pluteus cf. admirabilis, Clitocybe gibba, Neoclitocybe byssiseda, Gymnopus confluens, G. dryophilus, G. iocephalus, Bisporella citrina, Cudoniella clavus, Entoloma incanum, E. murrayi, E. serrulatum, Leptonia cf. howellii, Clavulinopsis corniculata, C. fusiformis, Leotia lubrica, L. viscosa y Artomyces pixidiatus. En los bosques de *Quercus* encontramos a las siguientes especies: *Agaricus silvaticus, A. augustus, Calvatia craniiformis, Lycoperdon perlatum, L. mammaeforme, L. marginatum, L. pyriforme, Panaeolus semiovatus, Coprinus comatus, Echinoderma aspera, Leucoagaricus rubrotinctus, Leucocoprinus caepestipes, Chondrostereum purpureum, Stereum ostrea, Phellinus gilvus, Oligoporus caesius, Hydnochaete tabacina, Innonotus dryadeus, Gymnopus dryophilus, Omphalotus subilludens, Abortiporus biennis, Merulius incarnatus, M. tremellosus, Sarcodontia pachydon, Dictyopanus pusillus, Cyathus stercoreus, Clathrus columnatus, Armillaria tabescens, Pleurotus djamour, Hexagonia hydnoidea, Lentinus sulcatus, Picnoporus sanguineus, Polyporus arcularius, Pseudofavolus cucullatus, Trametes versicolor, Psathyrella longistriata, Stropharia hardii, Tremella aff. reticulata, Exidia recisa, Lepista nuda, Xylaria quercinofila, X. longiana, X. cubensis, entre otros.**

En los bosques de *Pinus* encontramos a *Agaricus silvaticus*, *Bovista pila*, *Cystoderma fallax*, *C. cinnabarinum*, *C. granulosum*, *Lepita cristata*, *L. clypeolaria*, *Lycoperdon echinatum*, *L. mammaeforma*, *L. perlatum*, *Geastrum triplex*, *G. pectinatum*, *Auriscalpium vulgare*, *Dacriopinax spathularia*, *Dacrimyces deliquescens*, *Oligoporus caesius*, *Phaeolus schweinitzii*, *Hygrocybe acutoconica*, *H. chlorophana*, *H. conica*, *Hygrophoropsis aurantiaca*, *Leotia lubrica*, *Baeospora* sp., *Merulius tremellosus*, *Mycena pura*, *Mycena* aff. *holoporphyrata*, *Armillaria mellea*, *Pluteus cervinus*, *Lentinus crinitus*, *Trichaptum abietinum*, *Aleuria aurantia*, *Schizophyllum commune*, *Stereum ostrea*, *Hypholoma fasciculare*, *Pholiota limonella*, *P. squarrosoides*, *Psilocybe coprophila*, *Stropharia semilanceata*, *Tapinella pannuoides*, *Clitocybe gibba*, *C. dealbata*, *Lepista nuda*, *Leucopaxillus amarus*, *Tricholomopsis rutilans* y otros como especies saprofitas.

En otras comunidades como el matorral Tamaulipeco el 92% de sus especies, son saprofitas, esto se debe como en las selvas a la poca presencia de árboles micorrizógenos aquí encontramos a especies como *Agaricus placomyces*, *Coprinus comatus*, *Leucoagaricus rubrotinctus*, *Leucocoprinus caepestipes*, *L. birnbaumii*, *Leucocoprinus lilacinogranulosus*, *Lycoperdon pusillum*, *Montagnea arenaria*, *Auricularia polytricha*, *Panaeolus cyanescens*, *P. foenicesii*, *Dacriopinax spathularia*, *Fomitopsis rosea*, *Ganoderma lobatum*, *Trametes villosa*, *Trametes máxima*, *Trametes elegans*, *Humphreya coffeatum*, *Geastrum mínimum*, *Gloeophyllum striata*, *Glomus fulvum*, *Cupophyllum pratensis*, *Camarophyllum buccinulus*, *Coltricia spathulata*, *Phellinus rimosus*, *Crinipellis septotricha*, *Gerronema icterinum*, *Tetrapirgos nigripes*, *Marasmiellus pilosus*, *Lysurus periphragmoides*, *Armillaria tabescens*, *Xerula steffennii*, *Lentinus strigosus*, *L. crinitus*, *Polyporus tricholoma*, *Neopaxillus echinospermus*, *Psilocybe coprophila*, *P. cubensis*, *Leucopaxillus gracillimus*, *Poronia oedipus*, *Discoxylaria myrmecophila*, *Xylaria ianthinovelutina*, entre otros.

En otras comunidades como el matorral xerófilo son comunes las especies de *Phellorhina*, *Tulostoma*, *Montagnea*, *Lycoperdon*, *Battarraea* y *Battarraeoides*, hongos gasteromicetos asociados a las zonas áridas y algunas especies de Aphylophorales y Agaricales.

El bosque subtropical de *Pinus* presenta muy pocas especies entre estas a *Phaeolus schweinitzii*, *Omphalotus subilludens*, *Merulius incarnatus*, *Oudemansiella canarii*, *Pleurotus drynus*, *Picnoporus sanguineus* y *Schizophyllum commune* se encuentran entre los hongos saprofitos.

### **Hongos parásitos**

Se reconocen solamente 19 especies de macromicetos parásitos, sin embargo, son de los grupos ecológicos menos estudiados en la región, estos hongos principalmente se presentan como parásitos de plantas, de otros hongos o de insectos y su distribución depende principalmente de la distribución de sus hospederos, así por ejemplo *Hypomyces hialinus* es parásito de *Amanita bisporigera* hongo habitante de encinares y del Bosque mesófilo, otra especies como *Hypomyces lactifluorum* parasitan especies de *Lactarius* en los bosques de encinos y pinos, *Hypomyces chrysospermum* es un hongo parásito de boletáceos en el bosque de *Quercus* y mesófilo de montaña, mientras que *Elaphocordyceps canadensis* ataca a *Elaphomyces granulatus* hongo micorrizógeno con el género *Pinus* por lo tanto se encuentra en los bosques de *Pinus* o de *Pinus-Quercus*. Mientras que *Elaphocordyceps fracta* parasita a *Elaphomyces appalachiensis* en el bosque de *Pinus-Quercus*, *Elaphocordyceps ophioglossoides* parasita a *Elaphomyces muricatus* en el bosque mesófilo de montaña, *Entomocordyceps sphaecocephala* parasita adultos de avispas en el matorral tamaulipeco y en selvas bajas. *Entomocordyceps polyarthra* es una especie asociada a las larvas de algunos coleópteros en el bosque tropical. *Biscogniauxia atropunctata* y *B. mediterranea* son importantes fitopatógenos forestales que parasitan de los encinos tanto en zonas cálidas como en el bosque templado de *Quercus*. Por otra parte *Ustulina deusta* es un ascomicete parásito de árboles tropicales como especies de *Zyderoxylum* y especies de cítricos. *Armillaria mellea* es un potencial parásito de los *Pinus* en bosques templados de mayor altitud. En general los macromicetos parásitos han sido poco estudiados en la zona lo que permite abrir líneas de investigación en este campo en el futuro.

### **Aspectos biogeográficos**

Los hongos del Estado de Tamaulipas debido a la confluencia en el estado de las dos grandes regiones biogeográficas de América La Neártica y Neotropical presentan afinidades con los hongos de Norteamérica y con los de la región Neotropical de el sur de México, Antillas Mayores y Menores, Centro y Sudamérica y solo algunas especies pueden ser de distribución Pantropical. La mayoría de las afinidades con los hongos del Neotrópico se presentan en los bosques tropicales, los encinares de zonas bajas y el matorral tamaulipeco. Hongos de afinidad Neotropical son de *Hygrocybe hypoahemacta*, *H. prieta*, *H. occidentalis*, *H. atosquamosa*, *Phylloboletellus chloephorus*, *Gyrodon rompelii*, *Crinipellis septotricha*, *C. eggersii*, *Omphalina cilindrospora*, *Tetrapirgos nigripes*, *Hydropus nigrinus*, *Leucopaxillus brasiliensis* y *Leucopaxillus gracillimus* entre muchos otros. La afinidad con el Neártico de Norteamérica se presenta en zonas de media a alta montaña desde los bosques mesófilos, los bosques de *Quercus* y los bosques de *Pinus*, estos últimos presentan la mayor afinidad con la zona Neártica ejemplos de estos tenemos a *Boletus frostii*, *Boletus rubellus*, *Leccinum albellum*, *Leccinum griseum*, *Xanthoconium affine*, *Suillus granulatus*, *S. cothurnatus*, *S. tomentosus*, *Chroogomphus ochraceus* y *C. vinicolor*, *Tricholoma sejunctum*, *T. caligatum*, *T. ustale*, *Tricholomopsis decora*, *Sarcodon imbricatum*, *Hydnum repandum*, *Helvela crispa*, *H. lacunosa*, *Rhizopogon vinicolor*, *R. succosus*, *Lactarius deliciosus*, *L. piperatus*, *L. gerardii*, *L. hygrophoroides*, *L. chrysorhaeus*, *Hygrophorus olivaceoalbus*, *Hygrophoris chrysenteron*, *H. russula*, *Laccaria laccata*, *L. proxima*, *L. laccata*, entre muchas otras especies. Existen algunos hongos con distribución Pantropical como es el caso de *Phlebopus portentosus*, *Rugospora pseudorubiginosa* y *Asproinocybe aff. russuloiodes* los cuales se encuentran usualmente en selvas bajas en esta región.

### **Especies endémicas**

En la región noreste de México incluyendo a Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila existen especies endémicas, las cuales han sido recientemente descritas o algunas de estas se encuentran en proceso de publicación, es importante mencionar que la gran diversidad forestal de la región determina en gran parte la especiación en diferentes grupos de hongos

en la región de estos podemos citar a los siguientes: *Boletus paulae*, *Boletus singeri*, *Boletus tamaulipanensis*, *Boletus olivaceicyaneus*, *Boletus sierramadrensis*, *Boletus cieloensis*, *Tuber regiomontanum*, *Omphalotus victoriensis*, *Phylloporus victoriensis*, *Phylloporus cumbrei*, *Cantharocybe singerii*, *Hysterangium aureum*, *H. latisporus*, *H. quercicola*, *Melanogaster mynispurus*, *Octaviania quercimiquihuanensis*, *Octaviania victoriensis*, *Octaviania cieloensis*, *Thaxterogaster miquihuanensis*, *Austroboletus neotropicalis*, *Tylopilus subcellulosus*, *Tylopilus williamsii*, *Mycenella luxcieloensis*, *Hysterangium quercicola*, *Hysterangium velatisporum*, *Hysterangium latisporum* todas representadas en este estudio, algunas ya publicadas en revistas nacionales e internacionales y otras que son parte de futuras publicaciones a organizar por quien presenta este documento.

### **La diversidad fúngica en las localidades estudiadas.**

La mayor parte de la diversidad fúngica conocida en el estado se distribuye principalmente en sitios de la Sierra Madre Occidental, en parte debido a la gran extensión territorial de esta y a la gran complejidad climática y de ecosistemas que esta presenta. Algunos sitios han sido visitados con objetivos de muestreo micológico con mayor frecuencia que otros, por el hecho de ser más accesibles, de estos una mayor cantidad de especies han sido identificadas a través de los años mientras que sitios alejados o de difícil acceso por razones obvias han sido menos visitados y por lo tanto presentan una menor diversidad fúngica estudiada. Las visitas a campo relacionadas a la enseñanza de la micología y la protección forestal con estudiantes del ITCV han sido muy fructíferas en el sentido de incrementar el conocimiento de los hongos en la región. Por otra parte proyectos de investigación desarrollados a través de los años han orientado los estudios micológicos a la exploración de sitios particulares o ambientes particulares en este tiempo. Considerando esto algunos tipos de vegetación han sido más estudiados que otros, p ej. el bosque de *Quercus* ha sido mas muestreado por su cercanía a la localidad de la institución. Los bosques tropicales fueron visitados con mayor frecuencia a finales de los 80's y principios de los 90's debido a que de realizaron estudios de tesis sobre los hongos de este tipo de vegetación, estos tipos

de ambientes han sido poco visitados en los últimos años, por otra parte la visita a los bosques de encino cercanos a Ciudad Victoria implican viajes de 30 minutos para alcanzar los sitios de muestreo, esta cercanía ha permitido recolectar y estudiar muchas especies de la zona. Otros sitios como los situados en la Reserva de la Biosfera El Cielo implican la realización de viajes por carretera de 2 horas para llegar al bosque tropical, y unas 2-3 horas más de viaje en vehículo todo terreno para llegar al bosque mesófilo de montaña y unas 3 a 4 horas más para llegar a algunas de las localidades más distantes en la misma y así realizar la recolección de especímenes.

Sin embargo debido a lo atractivo que resulta para todos los biólogos que visitamos la reserva, la frecuencia de los viajes con objetivos de investigación o docencia han sido muy frecuentes a través de estos años por lo que sin duda alguna constituye la zona con mayor diversidad micológica conocida en el estado, a la vez indiscutiblemente los sitios con mayor diversidad biológica de Tamaulipas. En donde por lo menos alrededor de 700 especies de hongos han sido registradas hasta el momento. Otros sitios como el Área Natural Protegida Altas Cumbres en el Mpio. de Victoria, es también una zona de gran riqueza micológica alrededor de 500 especies de macromicetos se conocen de esta zona. Los bosques templados de *Quercus*, *Quercus-Pinus*, de *Pinus* y de coníferas ubicados al SW del estado en el Mpio. de Miquihuana han sido quizás los menos visitados, a excepción de los años recientes, en estos, unos 200 taxones de hongos han sido registrados, pero muchas especies no han sido aún analizadas microscópicamente o están en proceso de estudio. Las Sierras de San Carlos y de Tamaulipas han sido muy poco estudiadas y se tienen pocos registros de especies que si acaso sobrepasan un centenar, en estos sitios es necesario incrementar los estudios micológicos en el futuro. Áreas como los manglares y vegetación de dunas costeras, el matorral tamaulipeco del norte del estado permanecen sin estudios micológicos relevantes hasta la fecha.

## **Análisis estadístico**

### **Análisis de conglomerados**

Clasificación de comunidades vegetales de acuerdo con su diversidad micológica presente.

De acuerdo con el dendrograma podemos reconocer 5 grandes grupos (Clados) de diversidad de hongos en relación a la vegetación.

**Grupo I.** Constituido por el matorral xerófilo y bosque de galería.

**Grupo II.** Constituido por seis grandes comunidades vegetales, aunque, de acuerdo con sus similitudes, se pueden reconocer dos subgrupos de asociaciones, el **Subgrupo IIa**, lo constituyen tres grandes comunidades vegetales, bosque de *Quercus*, bosque templado de *Quercus* y bosque mesófilo de montaña. El **Subgrupo IIb**, lo constituyen también tres grandes comunidades vegetales, matorral Tamaulipeco, selva baja caducifolia y selva baja subcaducifolia.

**Grupo III.** Constituido por dos grandes comunidades vegetales, bosque de *Pinus-Quercus* y bosque de *Pinus*.

**Grupo IV.** Lo constituyen dos comunidades vegetales, el matorral rosetófilo y chaparral y el pastizal inducido.

**Grupo V.** Lo constituye una sola comunidad vegetal dominante, el bosque de pino tropical.

Las diferentes comunidades vegetales se asocian en el dendrograma en función de la presencia o ausencia de las especies de macromicetos y posiblemente en base a los atributos biológicos o algunos aspectos de la propia diversidad de especies presentes en estas comunidades vegetales que determinan la micobiota asociada.

En el caso del **Grupo I** que incluye al matorral xerófilo y el bosque de galería, podemos inferir que son las comunidades con menor diversidad de especies en el estudio con 14 y 25 especies respectivamente, aún que no existe una colindancia de estos hábitats algunas

especies de hongos generalistas como *Picnoporus sanguineus*, *Leucocoprinus birnbaumii*, *L. caepestipes*, *Trametes villosa*, *Schizophyllum commune* cuyos requerimientos ecológicos son simples. La mayor parte de las especies ubicadas aquí son saprofitas a excepción de *Pisolithus tinctorius* que puede estar asociado a plantas propias del sotobosque del bosque de galería incluyendo especies de *Carya* o *Ebenopsis*. Ambas comunidades vegetales en sus elementos del dosel están constituidas por especies anectotróficas con predominio de la micorriza VA cuyos hongos a excepción de *Glomus fulvum* son microscópicos y no son estudiados aquí. Sin embargo eventualmente algunos componentes vegetales y fúngicos de otras comunidades pueden establecerse en el sotobosque del mismo.

**En el Grupo II** se asocian tanto los bosques de encinos tropicales el bosque templado de *Quercus* y el bosque mesófilo de montaña conformando el **Subgrupo IIa**, mientras que el subgrupo **IIb**, se integra por el matorral xerófilo y las selva baja caducifolia y selva subcaducifolia, en este caso se distinguen notables diferencias en la adscripción ecológica entre los hongos de ambos subgrupos. En el primero **IIa** la presencia de las especies de *Quercus* en estos tres tipos de vegetación es un factor muy importante en la distribución de diversas especies de hongos ectomicorizógenos debido a que los encinos definen bosques conspicuamente ectotróficos, si a la vez reconocemos la presencia de especies de otros géneros como *Fagus*, *Pinus*, *Carya* y *Abies*, propios de zonas templadas como el bosque mesófilo de montaña entonces un factor de agrupación en este subgrupo es la presencia de los hongos ectomicorizógenos. La mayor parte de las especies de *Quercus* se distribuyen en función de un gradiente altitudinal y climático, por lo tanto algunas forman parte de bosques templados y otras de bosques tropicales. Sin embargo algunos encinos pueden formar parte de diferentes tipos de bosque como es el caso de *Quercus polymorpha* que se distribuye en zonas cálidas constituyendo parte de los encinares tropicales a 400 msnm y a la vez en bosques templados de encinos aproximadamente hasta los 1400 msnm en la zona de estudio. Esto explica el hecho de que algunas especies de hongos ectomicorizógenas asociadas simbióticamente con este encino se encuentren en ambas comunidades. Bajo el criterio de que dependiendo de la diversidad y tipo del sustrato vegetal se establecen los hongos saprofitos, entonces muchas especies de estos hongos pueden estar presentes también en ambos ecosistemas. Aún así se debe reconocer el factor de especificidad en la

simbiosis ectomicorrizógena y entonces muchos hongos que crecen frecuentemente en los bosques de encino tropical no se distribuyen en el encinar de clima templado y viceversa y lo mismo en el bosque mesófilo de montaña. Otros géneros de árboles ectomicorrizógenos que se presentan en este último tipo de vegetación son exclusivos de este hábitat en particular, en este caso sus simbiontes fúngicos son especies completamente distintas a las que se asocian a los encinos, si a la vez muchos elementos forestales no micorrizógenos están presentes en este tipo de vegetación, la diversidad de sustratos y de los hongos saprofiticos asociados a estos es muy amplia, lo que define al bosque mesófilo como un hábitat mas complejo y con mayor diversidad de todos los ecosistemas estudiados. Considerando todo lo anterior existen muchos factores ecológicos que explican la asociación entre los componentes de este subgrupo. En el caso del **Subgrupo IIb**, la mayor parte de los componentes forestales de las selvas y el matorral Tamaulipeco son de origen tropical y la muy baja presencia de los hongos ectomicorrizógenos en ésta se debe principalmente a que estos elementos forestales son típicamente anectotróficos en donde predomina la micorriza VA que se reconoce porque en esta participan hongos micromicetos no incluidos en este estudio. Sin embargo, si se reconoce una importante diversidad vegetal y de los sustratos que esta provee al bosque por lo tanto existe aquí una gran predominancia de los hongos saprofiticos, entre los cuales existen también especies saprofiticas generalistas que habitan en diferentes sustratos y por lo tanto pueden crecer en diferentes tipos de vegetación, pero también muchos hongos son exclusivos de algún tipos de vegetación lo que sugiere en estos un evidente nivel de especificidad de sustrato. Algunos elementos del matorral Tamaulipeco están presentes también en selvas bajas como es el caso de *Phoebe tampicensis*, *Ebenopsis ebano*, *Prosopis laevigata* y *Celtis laevigata*. Esto puede explicar también algunas de estas distribuciones y la relación entre los componentes del subgrupo.

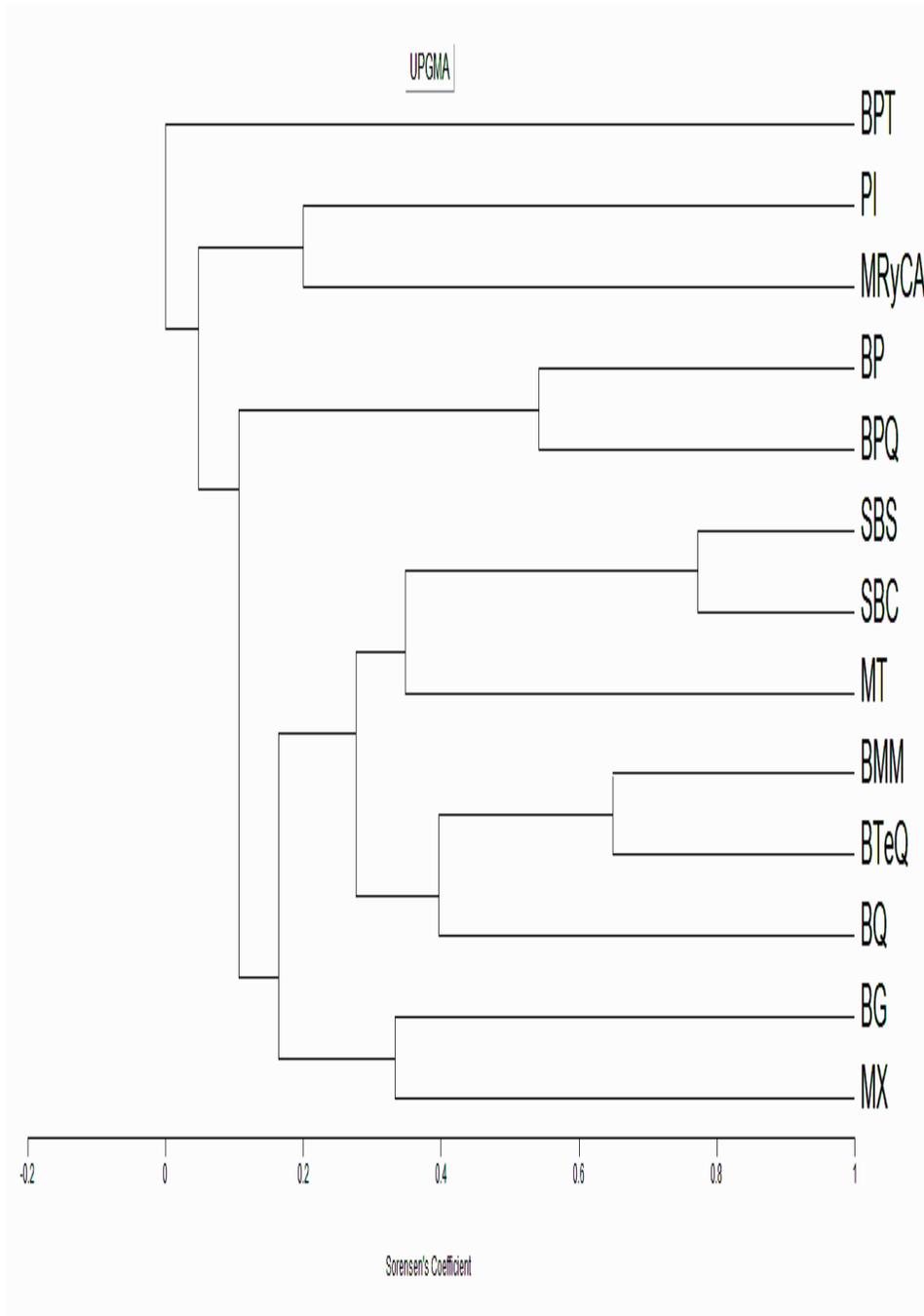
El **Grupo III** se asocian la vegetación de media y alta montaña que comprende a las comunidades mixtas de pinos y encinos y los pinares en parte más alta de este gradiente, en estas dos comunidades los pinos son el principal factor de asociación. La información existente sobre la distribución de los hongos indica que a mayor altitud y por lo tanto en climas mas fríos al menos en el hemisferio boreal la micorriza de las plantas dominantes en

este caso pinos y encinos usualmente ectotrofica, por lo que la proporción de hongos macroscópicos ectomicorrizógenos es mayor que la de los saprofiticos. En la zona especies como *Quercus mexicana* y *Q. greggii* son comunes en zonas altas de la sierra, así mismo *Pinus teocote*, *P. arizonica*, *P. hartwegii*, *P. montezumae* y *P. cembroides*, son elementos que pueden constituir bosques mixtos en algunos sitios o bosques de diversas especies o monodominantes de *Pinus*. En algunas zonas altas de la sierra la presencia de *Abies* y *Pseudotsuga* determina la presencia de algunos hongos específicos asociados a estos. Es evidente que la presencia de los pinos y su condición ectomicorrizógena es el principal factor que asocia a las comunidades de este grupo en el estudio. También debe reconocerse que el sustrato vegetal en este tipo de bosques es notablemente diferente al de las otras comunidades mencionadas, por lo que las especies de hongos saprofiticos también suelen ser distintas.

El **Grupo IV** se conforma por 2 comunidades vegetales en el primer caso la conjunción del matorral rosetófilo y el chaparral y en el segundo el pastizal inducido. El matorral rosetófilo esta constituido por plantas anectotróficas en donde predominan los hongos con hábitos saprofiticos el hábitat contiguo a este es el chaparral el cual se presenta en forma de “mogotes” en donde especies como *Quercus pringlei*, *Pinus nelsonii* y algunas especies de rosáceas conforman sitios con cobertura vegetal baja o intermedia dejando comúnmente espacios entre las plantas. Estas pueden conformar ectomicorrizas, en algunos sitios se encuentra también a especies de *Arctostaphylos* y *Comarostaphylis* lo que puede indicar la presencia de ectendomicorriza en la cual participan algunos géneros y especies de hongos macroscópicos. Los pastizales inducidos son comunidades temporalmente transitorias desde el punto de vista sucesional, que son circundados por el bosque natural. Estos se establecen como espacios en donde se combinan elementos de la vegetación natural circundante y las especies de gramíneas que usualmente conforman este pastizal. Las especies de hongos propias de espacios abiertos son usualmente coprófilas como *Psilocybe coprophila*, *Panaeolus antillarum*, *Conocybe láctea*, *Agrocybe praecox*, y el siempre presente *Schizophyllum commune*, así como *Tulostoma spp.*, *Podaxis pistillaris* y *Geastrum mínimum*, que crecen en áreas abiertas y en diferentes sustratos vegetales. Estos hongos usualmente están asociados a sitios alterados y a las zonas abiertas donde se

encuentran las heces del ganado equino y bovino principalmente. Esto puede significar un factor de asociación entre los dos ambientes vegetales del grupo. Sin embargo el chaparral de *Quercus* y *Pinus* con algunos hongos ectomicorrizógenos no indica mucho nivel asociativo entre las dos comunidades a excepción de que en ambas se presenta un bajo nivel de diversidad fúngica.

El **Grupo V** incluye a los pinares de baja montaña, esta comunidad tiene muchas características tropicales ya que en algunos casos *Pinus teocote* se localiza en sitios hasta de 650 m de altitud, en ambiente de clima cálido relativamente cercanos a encinares o selvas subcaducifolias. Aquí solo han sido encontradas algunas pocas especies de hongos asociadas, algunas exclusivamente con este pino, destacan entre estas *Phaeolus schweinitzii* y *Buchwaldoboletus lignicola*, mismos que a la vez establecen una coexistencia de hábitat en la base del tronco de esta especie de pino. Este grupo permanece aislado de los demás posiblemente por presentar las más baja diversidad de especies y por la especificidad de algunos de sus hongos asociados.



**Dendrograma de clasificación de las comunidades vegetales de acuerdo a su diversidad fúngica.**

## DISCUSIÓN

La extensa diversidad micológica del estado hasta el presente se ve representada por 1036 taxones, esta gran riqueza fúngica se debe fundamentalmente a una combinación de factores climáticos, vegetacionales y geológicos. La diversidad micológica la conforman diferentes grupos taxonómicos de hongos superiores que llevan a cabo tres formas principales de vida como hongos saprofiticos, micorrizógenos y parásitos. Se reconoce que 615 de las especies registradas en el estudio corresponden a hongos saprofiticos, estos manifiestan un determinado nivel de afinidad o especificidad a ciertos sustratos, lo que debe influenciar su distribución en los diferentes tipos de vegetación a través del gradiente altitudinal. Por otro lado las 402 especies de hongos ectomicorrizógenos registradas, están distribuidos en el gradiente altitudinal en función de la distribución de sus plantas hospederas, pero se debe reconocer existencia de especies generalistas que pueden habitar diferentes hospederos y en ocasiones a la vez diferentes niveles del gradiente altitudinal y climático y otras que manifiestan una mas notable especificidad de simbiontes vegetales. En cuanto a los hongos parásitos, se registran 19 taxones, en estos su distribución ecológica depende de la presencia y distribución de los organismos hospederos, ya sea plantas, animales u otros hongos. La mayor cantidad de especies se encontró asociada al bosque mesófilo de montaña, pero los encinares de clima templado y tropicales también presentan una alta diversidad en donde predominan las especies ectomicorrizógenas. Los bosques mixtos y de pino, son básicamente ectotróficos, en estos predominan los hongos ectomicorrizógenos ya que las coníferas y los encinos son los simbiontes vegetales de una gama de especies fúngicas. La selva baja caducifolia y otras comunidades tropicales o subtropicales son hábitats básicamente anectotróficos en donde existe una gran diversidad de sustratos vegetales colonizables provenientes de decenas de especies que componen este tipo de bosque, lo que determina una notable diversidad de hongos saprofiticos. Desde el punto de vista biogeográfico la mayor parte de los hongos estudiados presentan un origen y afinidad principalmente en Norteamérica, aunque un porcentaje menor de las especies estudiadas y en particular las que se presentan en los bosques tropicales son de origen Neotropical o Paleotropical. Y solo algunas pocas constituyen especies endémicas de la región.

## CONCLUSIONES

En este estudio se presenta la evidencia de la existencia de una alta diversidad de macrohongos en el Estado de Tamaulipas. Esta diversidad se ve respaldada por la determinación de 1036 taxones pertenecientes a 345 géneros y adscritos a 93 familias de macromicetos. El mismo se fundamenta en la revisión de al menos 7000 especímenes de herbario, provenientes de 13 tipos de vegetación y 50 diferentes localidades del estado. Las especies se distribuyen de manera regular en base a patrones ecológicos y biogeográficos definidos y exhiben una muy amplia diversidad morfológica en los diferentes ecosistemas en los que se distribuyen. Varios miles de especímenes de herbario, aún no han sido revisados taxonómicamente y por lo tanto permanecen sin identificación debido a la falta de trabajo curatorial, por otro lado, muchas localidades, tipos de vegetación y áreas geográficas del estado aún no han sido exploradas con objetivos de investigación micológica. Esto implica que el inventario micológico aquí presentado, constituye tan solo un mediano adelanto al conocimiento existente sobre los hongos en Tamaulipas. Esto refuerza la necesidad de realización de estudios micológicos intensivos en diferentes zonas del estado, en particular aquellas que no han sido previamente muestreadas. Se requiere continuar con las investigaciones micológicas a través del desarrollo de proyectos de tesis por estudiantes de nivel licenciatura y posgrado, la aplicación de proyectos de investigación y la incorporación de otros investigadores en los estudios micológicos, que permita la actualización del inventario micológico en el estado y los trabajos aplicados que de estos puedan surgir.

## LITERATURA CITADA

- Arora, D. 1986. *Mushrooms Demystified*. 2a. Ed. Ten Speed Press. USA.
- Ayala, N., 1996. Estudio sistemático, corológico y ecológico de los Agaricales  
*Sensu lato* del Estado de Baja California, México. Universidad de Alcalá de  
Henares, España.
- Ayala, N. y C. Ochoa. 1998. Hongos conocidos de Baja California. Universidad de Baja  
California, Mexicali.
- Bandala, V., G. Guzmán, L. Montoya. 1993. *Los hongos del Grupo de los  
Poliporáceos conocidos en México*. In: Marmolejo, J.G. y F. Garza Ocañas  
(Eds). Contribuciones micológicas en homenaje al Biólogo José Castillo Tovar,  
por su labor en pro de la micología mexicana. Reporte científico No.  
Especial 13, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo  
León, Linares, pp. 1-55.
- Baroni, T. J. & Lodge, D. J. 1998. Basidiomycetes of the Greater Antilles I: new species  
and new records of *Alboleptonia* from Puerto Rico and St John, USVI.  
*Mycologia* 90: 680-696.
- Baroni, T. J., D. J. Lodge & S. A. Cantrell. 1997. Tropical connections: sister species  
and species in common between the Caribbean and the Eastern United States.  
*McIlvainea*, 13(1): 4-19.
- Bessette, A. E., A. R. Bessette & D. W. Fischer. 1997. *Mushrooms of Northeastern  
North America*. Syracuse University Press.
- Bessette, A. E., E. C. Roody & A. R. Bessette. 2000. *North American Boletes*. Syracuse  
University Press.

- Bessette, A. E., W. C. Roody, A. R. Bessette & D. L. Dunaway. 2007. Mushrooms of the Southeastern United States. Syracuse University Press, Syracuse, N.Y.
- Bessette, A. E., D. B. Harris y A. R. Bessette. 2009. Milk Mushrooms of North América. Syracuse University Press, Syracuse, N.Y.
- Binder, M. & D. S. Hibbett. 2006. Molecular systematics and biological diversification of Boletales. *Mycologia* 98(6): 971-981.
- Binion, D. E., H. H. Burdshall, S. L. Stephenson, O. K. Miller, W. C. Roody & L. N. Vasilyeva. 2008. *Macrofungi Associated with oaks of Eastern North America*. West Virginia University Press. Morgantown.
- Blackwell, M. 2011. The Fungi: 1, 2, 5.1 million species?. *American Journal of Botany* 98(3): 426-438
- Briones-Villarreal, O. 1991. Sobre la flora, vegetación y fitogeografía de la Sierra de San Carlos, Tamaulipas. *Acta Botánica Mexicana* 16: 15-43.
- Brundrett, M. C. 2002. Coevolution of roots and mycorrhizas of land plants. *New Phytologist* 154: 275 - 304.
- Bruns, T. D. & R. Shefferson. 2004. Evolutionary studies of ectomycorrhizal fungi: recent advances and future directions. *Can. J. Bot.* 82: 1122-1132.
- Cantrell, S. A. & Lodge, D. J. 2001. *Hygrophoraceae* of the Greater Antilles, Section *Firmae*. *Mycological Research* 105, 215-224.
- Cantrell, S. A., D. J. Lodge & T. J. Baroni. 2001. Basidiomycetes of the Greater Antilles Project. *Mycologist* 15(3): 107-112.
- Capello-García, S. 2006. *Hongos del Yumká*. Guía Ilustrada. Universidad Juárez de Tabasco, Villahermosa.
- Castellano, M. A., G. Guevara, J. García & J. M. Trappe. 2012. *Elaphomyces appalachiensis* y *E. verruculosus* sp. nov. (Ascomycota, Eurotiales,

- Elaphomycetaceae) from Eastern North América. *Rev. Mex. Mic.* 35: 17-22.
- Castillo, J. 1987. *Micología General*. Limusa, México.
- Castillo, J. y G. Guzmán. 1970. Estudios sobre los Poliporáceos de Nuevo León, II. *Bol. Soc. Bot. Mex.* 3: 1-47.
- Castillo, J., J. García y F. E. San Martín. 1979. Algunos datos sobre la distribución ecológica de los hongos, principalmente los micorrícicos en el centro del Estado de Nuevo León. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 13: 229-237.
- Cázares, E. J. García, J. Castillo & J. M. Trappe. 1992. Hypogeous Fungi from Northern Mexico. *Mycologia* 84(39): 341-359.
- Cázares, E., G. Guevara, J. García & J. M. Trappe. 2008. *Melanogaster minysporus* sp. nov. a new sequestrate member of the Boletales from México. *Rev. Mex. Mic.* 28: 67-69.
- Chacón, S., G. Guzmán, L. Montoya y V. M. Bandala. 1995. Guía ilustrada de los Hongos del Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero de Xalapa, Veracruz y Áreas circunvecinas. Instituto de Ecología A.C., Xalapa, Veracruz.
- Cifuentes, B. J. 1996. Estudio taxonómico de los géneros Hydnoïdes estipitados (Fungi: Aphyllophorales) en México. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias UNAM, México, D.F.
- Cifuentes, J., M. Villegas, L. Pérez-Ramírez. 1986. Hongos. In: Lot, A., F. Chiang (comp.). *Manual de herbarios*. Consejo Nacional de la Flora de México, México, D.F.
- Cifuentes, J., M. Villegas y L. Pérez. 1993. Hongos Macroscópicos, p. 59-126. En: *Historia Natural del Parque Omiltemi, Chilpancingo, Guerrero, México*. UNAM, México.
- Contreras-Pacheco, M. A., L. Pérez-Ramírez y J. Cifuentes Blanco. 2012. Estudio

- taxonómico de hongos corticioides (Hymenomycetes: Fungi) poco conocidos en México. *Rev. Mex. Biodiv.* 83: 15-22.
- Dennis, R. W. G. 1970. *Fungus flora of Venezuela and adjacent countries*. Kew. Bull. Add. Ser. 3: 531 pp.
- Díaz Barriga, H. 1992. *Hongos comestibles y venenosos de la cuenca de Pátzcuaro, Michoacán*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo - CID Estado de Michoacán-Instituto de Ecología, A.C.
- Díaz Moreno, R., R. Valenzuela y J. Marmolejo. 2005. Flora Micológica de Bosques de Pino y Pino-Encino en Durango, México. *Ciencia UANL*, 8: 262-269.
- Drehmel, D., T. James & R. Vilgalys. 2008. Molecular Phylogeny and biodiversity of the Boletes. *Fungi* 1(4): 17-23.
- Esqueda, M., M. Coronado, A. Gutierrez, R. Valenzuela, S. Chacón, R. L. Gilbertson, T. Herrera, M. Lizárraga, G. Moreno, E. Pérez-Silva y T. H. Devender. 2010. *Hongos*, p. 189-205. En Francisco E. Molina Freaner y Thomas R. Van Denver, Eds. *Diversidad Biológica de Sonora*. UNAM-CONABIO.
- Estrada Torres, A., Wrigley de Basanta, E. Conde & C. Lado. 2009. Myxomycetes associated with dryland ecosystems of the Tehuacán-Cuicatlán Valley Biosphere Reserve, Mexico. *Fungal Diversity*. *Fungal Diversity* 36: 17-56.
- Frutis, I. y G. Guzmán, 1983. Contribución al conocimiento de los hongos del estado de Hidalgo. *Bol. Soc. Mex. Mic.*, 18: 219-265.
- García, J. y F. Garza. 2001. Conocimiento de los hongos de la familia Boletaceae de México *Ciencia UANL*, 3: 336 – 343.
- García, J. 1999. Estudio sobre la taxonomía, ecología y distribución de algunos hongos de la Familia Boletaceae (Basidiomycetes, Agaricales) de México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L., Linares, Nuevo León.

- García, J. y G. Guevara. 2005. *Macromicetos (Hongos Superiores) de Tamaulipas p. 67- 79*. En: Barrientos, L., A. Correa, J.V. Horta y J. García. *Biodiversidad Tamaulipeca Vol. I*. DGEST- FOMIX-COTACYT- ITCV.
- García, J. y J. Castillo. 1981. Las especies de Boletáceos y Gomfidiaceos conocidos en el Estado de Nuevo León. *Bol. Soc. Mic. 15*: 121-197.
- García, J. y R. Valenzuela. 2005. *Hongos Macromicetos p. 321-337*. En Sánchez – Ramos, G., P. Reyes-Castillo y R. Dirzo (Eds.), *Historia Natural de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México*. Universidad Autónoma de Tamaulipas.
- García, J. 2005. Hongos ectomicorizógenos de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas. *Biotam Nueva Serie. Ed .Especial 2005*: 12-25.
- García, J., D. Pedraza, C. I. Silva, R. L. Andrade y J. Castillo. 1998. *Hongos del Estado de Querétaro*. Hear Taller Grafico, Querétaro.
- García, J., G. Gaona, J. Castillo y G. Guzmán. 1986. Nuevos Registros de Boletáceos en México. *Rev. Mex. Mic. 2*: 346-366.
- García, J., R. Singer, E. Estrada, F. Garza y R. Valenzuela. 2013. Dos especies nuevas del Género *Boletus* en (Boletales, Agaricomycetes) en México. *Rev. Mex. Biodiv*: en prensa.
- Garza, F., J. García y J. Castillo. 1985. Macromicetos asociados al bosque de *Quercus rysophylla* en algunas localidades del centro del Estado de Nuevo León. *Rev.Mex.Mic. 1*:423-437.
- Garza, F., J. García, E. Estrada y H. Villalón. 2002. Macromicetos, ectomicorizas y cultivos de *Pinus culminicola* en Nuevo León. *Ciencia UANL, 5 (2)*: 204-210.
- Gilbertson, R. L. & L. Ryvarden. 1986. North American Polypores I. *Abortiporus-Lindtneria*. Fungiflora. Oslo. 433 pp.

- González-Velázquez, A. y R. Valenzuela. 1993. Boletáceos y Gonfidiáceos del Estado de México I: Discusiones sobre su distribución en diferentes tipos de vegetación, asociaciones ectomicorrizógenas, fenología y comestibilidad. *Rev. Mex. Mic.* 9:35-46.
- Gonzalez-Velázquez, A. y R. Valenzuela. 1995. Boletáceos y Gonfidiáceos del Estado de México II. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas* 41: 119-196.
- Gonzalez-Medrano, F. 1998. Lista florística preliminar de Tamaulipas. Informe final SNIB-CONABIO, Proyecto No. P092, México, D. F.
- Gonzalez-Medrano, F. 2005. La Vegetación, *En: Sanchez, G., P. Reyes-Castillo y R. Dirzo. Historia Natural de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México.* Universidad Autónoma de Tamaulipas.
- Guevara, G., J. García, J. Castillo & O. K. Miller. 1987. New Records of *Lactarius* in México. *Mycotaxon* 30:157-176.
- Guevara, G., M. A. Castellano, J. García, E. Cázares & J. M. Trappe. 2008. *Hysterangium* (Hysterangiales, Hysterangiaceae) from Northern México. *Rev. Mex. Mic.* 28: 95-100.
- Guzmán-Davalos, L. y G. Guzman. 1979. Estudio ecológico comparativo entre los hongos (macromicetos) de los bosques tropicales y los de coníferas del Sureste de México. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 13: 89-125
- Guzmán, G. y T. Herrera. 1973. Especies de Macromicetos citadas de México IV. Gasteromicetos. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 7: 105-119
- Guzman, G. 1970. Monografía del género *Scleroderma* Pers. emend. Fr. *Darwiniana* 16: 233-407.
- Guzmán, G. 1977. Identificación de los Hongos Comestibles, Venenosos, Alucinantes y

- Destructores de Madera. Limusa, México.
- Guzmán, G. & F. Ramírez Guillén. 2001. *The Amanita caesarea-complex*. Bibliotheca Mycologica, Vol. 187. J. Cramer, Stuttgart.
- Guzmán, G. y M. Piepenbiring. 2011. *Los Hongos de Panamá*. Introducción a la identificación de los Macroscópicos. Instituto de Ecología A.C., Xalapa, Ver., Mexico.
- Guzmán, G. 1983. The Genus *Psilocybe*. Beihefte zur Nova Hedwigia 74. Cramer, Vaduz.
- Guzmán, G. 1997. Los nombres de los hongos y lo relacionado con ellos en América Latina. Instituto de Ecología, A. C. - CONABIO
- Guzmán, G. 1998. Inventoring the fungi of México. *Biodiversity and Conservation* 7: 369-384.
- Guzmán, G. 2003. *Los Hongos de El Edén, Quintana, Roo*. Introducción a la micobiota tropical de México. CONABIO e Instituto de Ecología, Xalapa.
- Halling, R. E. 2001. Ectomycorrhizae: Co-evolution Significance and Biogeography. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 88: 5-13.
- Halling, R. E. & G. M. Mueller. 2002. Agarics and Boletes of Neotropical Oakwoods. *In: Watling, R., J. C. Frankland, S. Isaac and C. H. Robinson, Tropical Mycology*. CABI Guildford and King's Lynn, U.K.
- Halling, R. & G. M. Mueller. 2003. *Leccinum* (boletaceae) in Costa Rica. *Mycologia* 95(3): 488-499.
- Halling, R. & G. M. Mueller. 2005. *Common Mushrooms of the Talamanca Mountains, Costa Rica*. The New York Botanical Garden.
- Halling, R., T. W. Osmundson & M. A. Neves. 2008. Pacific boletes: Implications for biogeographic relationships. *Myc. Res.* 112(4): 437-447.

- Hawksworth, D. L. 1991. The Fungal Dimension of Biodiversity: Magnitude, Significance and Conservation. *Mycol. Res.* 95: 641-655.
- Hawksworth, D. L. 1997. *Inventorying a Tropical Fungal Biota: Intensive and Extensive Approaches*. Pp. 29-49. In: Janardhanan, K. K., C. Rajendran, K. Natarajan and D.L. Hawksworth. Eds., *Tropical Mycology*. Science Publishers, Inc. U.S.A.
- Hawksworth, D. L. 2001. The Magnitude of fungal diversity: 1.5 million species estimate revisited. *Mycol. Res.* 105: (12): 1422-1432.
- Henkel, T. W., J. Terborgh & R. J. Vilgalys. 2002. Ectomycorrhizal fungi and their leguminous hosts in the Parakaima Mountains of Guyana. *Mycol. Res.* 106 (5): 515-531.
- Henkel, T. W., M. Catherine Aime, M. M. L. Chin, S. L. Miller, R. Vilgalys & M. E. Smith. 2011. Ectomycorrhizal fungal sporocarp diversity and discovery of new taxa in *Dicymbe* monodominant forests of the Guiana Shield. *Biodivers. Conserv.* On line.
- Heredia, G. 1989. Estudio de los hongos de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas. Consideraciones sobre la distribución y ecología de algunas especies. *Acta Botanica Mexicana* 7: 1- 17.
- Hernández, X. E., E. H. Crum, W. B. Fox & J. Sharp. 1951. A unique vegetation area in Tamaulipas. *Bull. Torr. Bot. Club* 78(6): 458-463.
- Herrera, T. y M. Ulloa. 1990. *El Reino de Los Hongos*. Micología básica y aplicada. Fondo de Cultura Económica, México.D.F.
- Hesler, L. R. & A. H. Smith. 1963. North American Species of *Hygrophorus*. The University of Tennessee Press, Knoxville.
- Hesler, L. R. & A. H. Smith. 1979. *North American Species of Lactarius*. The

University of Michigan Press, Ann Arbor.

- Hibbett, D. 2006. A phylogenetic overview of the Agaricomycotina. *Mycologia*, 98: 917-925.
- Hibbett, D., M. Binder, J. Bischoff, M. Blackwell, P. Cannon, O. Eriksson, S. Huhndorf, T. James, P. M. Kirk, R. Lücking, H. T. Lumbsch, F. Lutzoni, P. B. Matheny, D. J. McLaughlin, M. J. Powell, S. Redhead, C. L. Schoch, J. W. Spatafora, J. A. Stalpers, R. Vilgalys, M. C. Aime, A. Aptroot, R. Bauer, D. Begerow, G. L. Benny, L. A. Castlebury, P. W. Crous, Y. Dai, W. Gams, D. M. Geiser, G. W. Griffith, C. Gueidan, D. L. Hawksworth, G. Hestmark, K. Hosaka, R. A. Humber, K. D. Hyde, J. E. Ironside, U. Kõljalg, C. P. Kurtzman, K. Larsson, R. Lichtwardt, J. Longcore, J. Miądlikowska, A. Miller, J. Moncalvo, S. Mozley-Standridge, F. Oberwinkler, E. Parmasto, V. Reeb, J. D. Rogers, C. Roux, L. Ryvarden, J. P. Sampaio, A. Schüßler, J. Sugiyama, R. G. Thorn, L. Tibell, W. A. Untereiner, C. Walker, Z. Wang, A. Weir, M. Weiss, M. M. White, K. Winka, Y. Yao & N. Zhang . 2007. A higher-level phylogenetic classification of the Fungi. *Mycol. Res.*, 111: 509-547.
- Horak, E. 1983. Mycogeography in the South Pacific Region: Agaricales, Boletales. *Aust. J. Bot. Ser.*, 10: 1-41
- Huffman, D. M., L. H. Tiffany, G. Knaphus & R. A. Healy. 2008. Mushrooms and other Fungi of the Midcontinental United states. 2<sup>nd</sup>. Ed. University of Iowa Press, Iowa.
- Kirk, P., Cannon, P. F, Minter, D. W. & J. A. Stalpers. 2008. *Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi*. 10th edn. CAB International Wallingford, U.K.
- Kornerup, A. & J. H. Wanscher. 1978. *Methuen handbook of colour*. 3a ed. Eyre

- Methuen. London. 252 p.
- Lado, C., M. Rodriguez-Palma & A. Estrada-Torres. 1999. Myxomycetes from seasonal tropical forest on the pacific coast of Mexico. *Mycotaxon* 71: 307-321.
- Largent, D. L. 1986. *How to identify Mushrooms to genus I: macroscopic features*. 2<sup>nd</sup> ed. Eureka: Mad River Press Inc. 166 p.
- Largent, D. L., Johnson, D. & R. Watling . 1977. *How to identify mushrooms to genus III: microscopic features*. 3rd ed. Eureka: Mad River Press Inc. 147 p.
- Lincoff, G. H. 1981. The Audubon Society Field Guide to North American Mushrooms. Alfred A. Knopf, Nueva York.
- Lodge, D. J. & Pegler, D. N. 1990. The *Hygrophoraceae* of the Luquillo Mountains of Puerto Rico. *Mycological Research* 94, 443-456.
- Lodge, D. J., T. J. Baroni & S. A. Cantrell. 2002. *Basidiomycetes of the Greater Antilles Project*. In Watling, R., J.C. Frankland, A.M. Ainsworth, S. Isaac and C.H. Robinson. *Tropical Mycology, 1*: 45-60.
- Lutzoni, F., F. Kauff, C. J. Cox, D. McLaughlin, G. Celio, B. Dentinger, M. Padamsee, D. Hibbett, T. Y. James, E. Baloch, M. Grube, V. Reeb, V. Hofstetter, C. Schoch, A. E. Arnold, J. Miadlikowska, J. Spatafora, D. Johnson, S. Hambleton, M. Crockett, R. Shoemaker, G-H. Sung, R. Lücking, T. Lumbsch, K. O'Donnell, M. Binder, P. Diederich, D. Ertz, C. Gueidan, K. Hansen, R. C. Harris, K. Hosaka, Y-W. Lim, B. Matheny, H. Nishida, D. Pfister, J. Rogers, A. Rossman, I. Schmitt, H. Sipman, J. Stone, J. Sugiyama, R. Yahr & R. Vilgalys. 2004. Assembling the fungal tree of Life: progress, classification and evolution of subcellular traits. *American Journal of Botany*, 91: 1446-1480.
- Malloch, D. W. 1987. The evolution of mycorrhizae. *Can. J. Plant Path.* 9: 398-402.
- Malloch, D. W., K. A. Pirozynski & P. Raven. 1980. Ecological and evolutionary

- significance of mycorrhizal symbioses in vascular plants, a review. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 77(4): 2113- 2118.
- Marmolejo, J. G., J. Castillo y G. Guzmán. 1981. Descripción de especies de teleforáceos poco conocidos en México. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 15: 9-66.
- Mata, M. 1999. Macrohongos de Costa Rica, Vol. 1. 256 pp. INBIO.
- Mata, M., R. Halling & G. M. Mueller. 2003. *Macrohongos de Costa Rica Vol. 2.* 240 pp., INBIO.
- Medel, R., Castillo, R. y G. Guzmán. 2008. Las especies de *Xylaria* (Ascomycota, Xylariaceae, conocidas de Veracruz, México y discusión de nuevos registros. *Rev. Mex. Mic.* 28: 101-118
- Medel, R., G. Guzmán y S. Chacón. 1999. Especies de macromicetos citados de México IX. Ascomycetes, Parte III: 1983-1996. *Acta Bot. Mex.* 46: 57-72.
- Metzler, S. & V. Metzler. 1992. *Texas Mushrooms.* University of Texas Press, Austin.
- Montoya, L. 2000. Estudio del Género *Lactarius* Pers. (Fungi, Basidiomycotina, Russulales) en México. Tesis Doctoral. Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares, España.
- Montoya L. & V. M. Bandala. 2011. A new *Phylloporus* from two relict *Fagus grandifolia* var. *mexicana*, populations in a montane cloud forest. *Mycotaxon* 117: 9-18.
- Moser, M. 1978. *Keys to Agarics and Boleti.* Whitefriars Press Ltd., Tonbridge.
- Mueller, G. M., G. F. Bills & M. S. Foster. 2004. *Biodiversity of Fungi: Inventory and Monitoring Methods.* Elsevier, New York.
- Mueller, G. M., Q. X. Wu, Y. Q. Huang, S. Y. Guo, R. Aldama-Gómez & R. Vilgalys. 2001. Assessing biogeographic relationships between North American and Chinese macrofungi. *Journal of Biogeography* 28: 271-281.

- Mueller, G. M., R. E. Halling, J. Carranza, M. Mata & J. P. Schmit. 2006. *Saprotrophic and Ectomycorrhizal Macrofungi of Costa Rican Oak Forests* p. 55-68. In: M. Kappelle. *Ecology and Conservation of Neotropical Montane Oak Forests*. Springer-Verlag, Berlin.
- Mueller, G. M., J. P. Schmit, P. R. Leacock, B. Buyc, J. Cifuentes, D. E. Desjardin, R. E. Halling, K. Hjortstam, T. Iturriaga, K. H. Larsson, D. J. Lodge, T. W. May, D. Minter, M Rajchenberg, S. A. Redhead, L. Ryvardeen, J. M. Trappe, R. Watling & Q. Wu. 2007. Global diversity and distribution of macrofungi. *Biodivers. Conserv.* 16:37-48.
- Nava-Mora, R. y R. Valenzuela. 1997. Los macromicetos de la Sierra de Nanchititla I. *Polibotánica*, 5: 21-36.
- Neves M. A. & R. Halling. 2010. Study on species of *Phylloporus* I: Neotropics and North América. *Mycologia* 102(4): 923-943.
- O'Brien, H. E., J. L. Parrent, J. A. Jackson, J. M. Moncalvo & R. Vilgalys, 2005. Fungal Community Analysis by Large-Scale Sequencing of Environmental Samples. *App. Env. Microb.* 71(9) : 5544-5550.
- Ortiz Santana, B., Lodge, D. J., Baroni , T. J. & E. E. Both. 2007. Boletes from Belize and the Dominican Republic. *Fungal Divers.* 27: 247-416.
- Pedraza, D., C. I. Silva y J. García, 2008. *Hongos tóxicos y comestibles del Estado de Querétaro*. Universidad Autónoma de Querétaro.
- Pegler, D. N. 1983. *Agaric Flora of the Lesser Antilles*. Kew Bull. add. Ser. 9: 1-668, 27 pls.
- Pérez Silva, E. y T. Herrera. 1991. *Iconografía de macromicetos de México*. I *Amanita*. Publicaciones Especiales 6, Instituto de de Biología, UNAM.
- Petersen, R. H & K. W. Huges. 2007. Some agaric distribution patterns involving Pacific landmasses and Pacific Rim. *Mycoscience* 48: 1-14

- Phillips, R. 1991. *Mushrooms of North America*. Little, Brown and Company, Boston.
- Pompa-Gonzalez, A., E. Aguirre Acosta, A. V. Encalada Olivas, A. de Anda- Jaureguí, J. Cifuentes y R. Valenzuela. 2011. *Los Macromicetos del Jardín Botánico de ECOSUR. Dr. Alfredo Barrera Marín*, Puerto Morelos, Quintana, Roo.
- Puig, H. 1989. Análisis fitogeográfico del bósque mesófilo de Gómez Farías. *Biotam 1*: 34- 53.
- Puig, H. 2005. La biogeografía de las plantas del bosque mesófilo p. 67-87. En Sánchez –Ramos, G., P. Reyes-Castillo y R. Dirzo (Eds.), *Historia Natural de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México*. Universidad Autónoma de Tamaulipas.
- Quiñones-Martínez, M. 1999. Taxonomía, ecología y distribución, de los hongos macromicetos de bosque Modelo, Chihuahua. Tesis de Maestría. Facultad de Zootecnia, Universidad Autónoma de Chihuahua.
- Quintos, M., L. Varela y M. Valdés. 1984. Contribución al estudio de los macromicetos, principalmente los ectomicorrícicos en el Estado de Durango (México). *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología*, 19: 283-290.
- Raymundo, T. y R. Valenzuela. 2003. Los poliporáceos de México VI. Los hongos poliporoides del Estado de Oaxaca. *Polibotánica 16*: 79-112.
- Raymundo, T., M. Contreras, S. Bautista-Hernández, R. Díaz-Moreno y R. Valenzuela. 2012. Hongos tremeloides del Bosque Las Bayas, municipio de Pueblo Nuevo, Durango, México. *Polibotánica 33*: 85-103.
- Rinaldi, A. C., O. Comandini & T. W. Kuyper. 2008. Ectomycorrhizal Fungal diversity: separating the wheat from the chaff. *Fungal Diversity 33*:1 - 45
- Rodríguez, O. y L. Guzmán-Davalos. 1999. Nuevos registros del género *Pluteus* fr. (Pluteaceae) en México. *Documents Mycologiques 29 (114)*: 67-78.

- Rodríguez, O., M. Cedano, L. Villaseñor, A. Arias. 2002. Guía ilustrada de los hongos del bosque La Primavera. Ed. Grafic Centro, Guadalajara.
- Rodríguez, O., M. Herrera-Fonseca, M. R. Sánchez-Jacome, I. Alvaraz, R. Valenzuela, J. García y L. Guzmán-Dávalos. 2010. Catalogo de la micobiota del bosque La Primavera, Jalisco. *Rev. Mex. Mic.* 32: 29-40.
- Ryvarden, L. 1993. Tropical polypores. *In*: Isaac, S., J. C. Frankland, R. Watling & J. S. Whalley (editors) *Aspects of tropical mycology*. University Press, Cambridge
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa. México, DF, 432 pp.
- San Martín, F. & J. D. Rogers. 1995. *Rossellinia* and *Thamnomycetes* in México. *Mycotaxon* 53: 115-127.
- San Martín, F. & J. D. Rogers. 1989. A Preliminary Account of *Xylaria* of México. *Mycotaxon* 34: 283-373 (2):283-373.
- San Martín, F. & J. D. Rogers. 1993. *Biscogniauxia* and *Camillea* in México, *Mycotaxon* 47: 229-258.
- San Martín, F. & J. D. Rogers. 2005. Distribución y hospederos de Xylariaceae, Hymenoascomyetes, p. 292-311. . En En Sánchez –Ramos, G., P. Reyes-Castillo y R. Dirzo (Eds.), *Historia Natural de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México*. Universidad Autónoma de Tamaulipas.
- Sanchez–Jacome, M. R. y L. Guzman–Davalos. 2011. Hongos citados para Jalisco, II. *Ibugana* 16: 25-60.
- Sims, K., R. Watling, R. De La Cruz & P. Jeffries. 1997. Ectomicorrhizal fungi of the Philippines: a preliminary survey and notes on the geographic biodiversity of the Sclerodermatales. *Biodiv. Cons.* 6: 45-58.
- Singer, R. 1986. *Agaricales in Modern Taxonomy*. 4a. ed. Koeltz Scientific Books, Koenigstein.

- Singer, R. 1988. La fitogeografía de las Boletineas (Basidiomycetes, Agaricales) en relación a las especies mexicanas. *Rev. Mex Mic.* 4: 267-74,
- Singer, R., I. Araujo & M. H. Ivory. 1983. The Ectotrophically Mycorrhizal Fungi of the Neotropical Lowlands, Especially Central Amazonia. (Litter decomposition and ectomicorrhiza in Amazonian forests 2.). J. Cramer, Vaduz.
- Singer, R., J. García & L. D. Gómez. 1990. The Boletineae of México and Central América III. *Nova Hedwigia, Beihefte* 98: 1-78. 2 lams. Cramer, Berlin.
- Singer, R., J. García & L. D. Gómez. 1991. The Boletineae of México and Central América III. *Nova Hedwigia, Beihefte* 102: 1-99, 24 lams. Cramer, Berlin.
- Singer, R., J. García & L. D. Gómez. 1992. The Boletineae of México and Central IV. América. *Nova Hedwigia, Beihefte* 105: 1-62. Cramer, Berlin.
- Smith A. H. & H. D. Thiers .1971. The Boletes of Michigan. The University of Michigan Press, Ann Arbor.
- Smith Weber, N. & A. H. Smith. 1985. A Field Guide to Southern Mushrooms. The University of Michigan Press. Ann Arbor.
- Snell, W. H. & E. A. Dick. 1970. *The Boleti of Northeastern North América*. Cramer, Lehre.
- Tedersoo, L., T. W. May & M. E. Smith. 2010. Ectomycorrhizal lifestyle in fungi: global diversity, distribution and evolution of phylogenetic lineages. *Mycorrhiza* 20: 217-263.
- Tovar-Velazco, J. y R. Valenzuela. 2006. Los Hongos del Parque Nacional Desierto de los Leones. Primer Espacio de Conservación Biológica en México. Gobierno del Distrito Federal-Secretaria del Medio Ambiente- Parque Nacional Desierto de Los Leones. México.
- Trappe, J. M. 1962. Fungus associates of ectotrophic mycorrhizae. *Bot. Rev.* 28(4): 538-

606.

- Treviño-Carreón, J. y A. Valiente-Banuet. 2005. La vegetación de Tamaulipas y sus principales asociaciones vegetales. En: Barrientos, L., A. Correa, J.V. Horta y J. García. *Biodiversidad Tamaulipeca Vol. I*. DGEST- FOMIX-COTACYT-ITCV.
- Ulloa, M. y R. T. Hanlin. 1978. Atlas de Micología Básica. Ed. Concepto, Mexico, D.F.
- Valenzuela, R. 2011. Revisión de especies con himenóforo poroide de la familia Hymenochaetaceae (Aphyllophorales, Hymenomycetes en México. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias UNAM.
- Valenzuela, R. y S. Chacón-Jiménez. 1991. Los Poliporáceos de México. III. Algunas Especies de la Reserva de la Biósfera El Cielo, Tamaulipas. *Rev. Mex. Mic.* 7: 39-70.
- Valenzuela, R., R. Nava y J. Cifuentes. 1994. El género *Albatrellus* en México I. *Rev. Mex. Mic.* 10:113-152.
- Valenzuela, R., T. Raymundo y M. R. Palacios. 2004. Macromicetos que crecen sobre *Abies religiosa* en el Eje Neovolcánico Transversal. *Polibotanica* 18: 33-51.
- Valenzuela, R., M. R. Palacios-Pacheco, T. Raymundo y S. Bautista-Hernández. 2006. Especies de poliporáceos poco conocidos en México. *Rev. Mex. Biodiv.* 77: 35-49.
- Valiente Banuet, A., F. González-Medrano y D. Piñero-Dalmau. 1995. La vegetación selvática de la región de Gómez Farías, Tamaulipas, México. *Act. Bot. Mex.* 33: 1-36.
- Vite-Garín, T. M., J. L. Villarruel-Ordaz y J. Cifuentes. 2000. Contribución al conocimiento del género *Helvella* (Ascomycota: Pezizales) en Mexico: descripción de especies poco conocidas. *Rev. Mex. Biodiv.* 77: 143-151.

- Watling, R. 2001. The relationships and possible distributional patterns of boletes in south-east Asia. *Mycol. Res.* 105 (12): 1440-1448.
- Welden, A. L. y G. Guzmán. 1978. Lista preliminar de los hongos, líquenes y mixomicetos de las regiones, 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.
- Wu, Q. & G. Mueller. 1997. Biogeographic relationships between the macrofungi of temperate eastern Asia and eastern North America. *Can. J. Bot.* 75: 2108-2116.
- Yang, Z. L. 2005. *Diversity and Biogeography of Higher Fungi in China* p 35-62. In: Jianping Xu Ed., *Evolutionary Genetics of Fungi*. Norfolk, U.K.: Horizon Bioscience.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a todas las personas que contribuyeron de una u otra forma en el estudio, entre los que se incluye a las siguientes: Dr. Eduardo Estrada Castellón, Dr. Fortunato Garza Ocañas, Dr. Cesar Cantú Ayala, Dr. José G. Marmolejo, Dr. Enrique Jurado Ybarra, Dra. Laura Guzmán –Dávalos, Dr. Ricardo Valenzuela Garza, Dr. Gonzalo Guevara Guerrero, Dr. Jacinto Treviño Carreón, Dr. Arnulfo Moreno Valdés, Dr. Felipe San Martín González, Dra. Olivia Rodriguez, Dr. Efrén Cázares Gonzalez, Dr. Rolf Singer, Dr. Gregory M. Mueller, Dr. James M. Trappe, Dr. Michael A. Castellano y muchas otras personas que de manera parcial o eventual apoyaron en las actividades de campo de este estudio. Se agradece al CONACYT y a las Autoridades de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León, las facilidades y el apoyo económico brindados durante el período del estudio doctoral. Se agradece al ANUIES y a la DGEST por el apoyo otorgado al cuerpo académico “Manejo de Recursos Naturales” y a la RED ACADEMICA de “Sistemática y Ecología en Comunidades Forestales y Cultivos” en el grupo correspondiente al Instituto Tecnológico de Cd. Victoria por el apoyo recibido durante los últimos años. A las Autoridades del Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria y del Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica por las facilidades brindadas durante el período de este estudio.

## ANEXO 1

### Listado Taxonómico de las especies y su hábitat.

(MXer) Matorral Xerófilo, (BQba) Bosque de *Quercus* de baja altitud, (MT) Matorral Tamaulipeco, (SBC) Selva Baja Caducifolia, (SBS) Selva Baja Subcaducifolia, (BPBA) Bosque de *Pinus* de baja altitud, (BGal) Bosque de Galería, (BTQ) Bosque Templado de *Quercus*, (BMM) Bosque Mesófilo de Montaña, (BPQ) Bosque de *Pinus-Quercus*, (Cha) Chaparral, (BP) Bosque de *Pinus*, (PI) Pastizal Inducido.

Familias y Especies	Hábitat
AGARICACEAE	
<i>Agaricus augustus</i> Fr.	BTQ
<i>Agaricus campestris</i> Fr.	PI
<i>Agaricus placomyces</i> Peck.	MT,SBC,SBS
<i>Agaricus silvaticus</i> Schaeff.	BMM,BPQ,BP
<i>Agaricus silvicola</i> (Vittad.) Peck	BPQ
<i>Agaricus</i> sp. 1	PI
<i>Agaricus</i> sp. 2	MT
<i>Agaricus</i> sp. 3	BP
<i>Agaricus</i> sp.4	SBC,SBS
<i>Agaricus xanthodermus</i> Genev.	MT,SBC
<i>Bovista pila</i> Berk. y M.A. Curtis	BPQ,BP
<i>Calvatia craniiformis</i> (Schwein) Fr.	BTQ
<i>Calvatia cyathiformis</i> (Bosc.) Morgan	BQba,SBC,SBS,BTQ,BMM,
<i>Chlorophyllum humei</i> (Murrill) Vellinga	BQba, MT,BTQ,BMM, PI
<i>Chlorophyllum molybdites</i> (G. Mey.) Masee	BQba, MT,BTQ,BMM, PI
<i>Coprinus comatus</i> (O.F. Müll.) Pers.	MT,BTQ,BMM,BPQ
<i>Cystoderma fallax</i> A.H. Sm. & Singer	BPQ,BP
<i>Cystoderma cinnabarinum</i> (Alb. & Schwein.) Fayod	BPQ, BP

<i>Cystoderma granulorum</i> (Batsch) Fayod	BPQ,BP
<i>Cystolepiota aff. eriophora</i> (Peck) Knudsen	MT,SBC,SBS
<i>Echinoderma asperum</i> (Pers.) Bon	BQba,BTQ,BMM
<i>Lepiota azalearum</i> (Murr.) Dennis	SBC,SBS
<i>Lepiota</i> sp. Secc. <i>Stenosporae</i>	SBC,SBS
<i>Lepiota aff. cristata</i> (Bolton) P. Kumm.	BP
<i>Lepiota americana</i> (Peck) Sacc.	BPQ
<i>Lepiota besseyii</i> H.V. Sm. & N.S. Weber	BQba
<i>Lepiota clypeolaria</i> (Bull: Fr.) Kumm.	BQba,BTQ,BP
<i>Lepiota erythrosticta</i> (Berk.: Br.) Sacc.	SBC,SBS
<i>Lepiota hemisclera</i> (Berk. : Curtis) Sacc.	BTQ
<i>Lepiota</i> sp. 1	MT,SBC,SBS,BMM
<i>Lepiota</i> sp. 2	MT,SBC,SBS,BMM
<i>Lepiota</i> sp. 3	MT,SBC
<i>Lepiota</i> sp. 4	SBC,SBS
<i>Lepiota</i> sp. 5	BTQ,BPQ
<i>Lepiota</i> sp. 6	BTQ,BPQ
<i>Lepiota subclypeolaria</i> (Berk.: Curt) Sacc.	BQba,MT
<i>Lepiota subcristata</i> Murr.	MT,SBC
<i>Leucoagaricus naucinus</i> (Fr.) Singer	MT,PI
<i>Leucoagaricus rubrotinctus</i> (Peck) Singer	BQba,MT,SBC,BG,BTQ,BMM,BPQ
<i>Leucoagaricus</i> sp. 1	MT,SBC
<i>Leucoagaricus</i> sp. 2	SBC,SBS
<i>Leucoagaricus</i> sp. 3	SBC,SBS
<i>Leucoagaricus</i> sp. 4	BPQ
<i>Leucoagaricus</i> sp. 5	MT,SBC,SBS, BPQ
<i>Leucocoprinus birnbaumii</i> (Corda) Singer	MX,BQba,MT,SBC,SBS, BG,
<i>Leucocoprinus caepestipes</i> (Schw.: Fr.) Pat.	MX,BQba,MT,SBC,SBS, BG,TQ,BMM
<i>Leucocoprinus fragilissimus</i> (Berk. & M.A. Curtis) Pat.	SBC,SBS

<i>Leucocoprinus lilacinogranulosus</i> (Henn.) Locq.	MT
<i>Leucocoprinus</i> sp. 1	SBC
<i>Leucocoprinus sulphurellus</i> Pegler	SBC,SBS
<i>Lycoperdon aff. aurantiacum</i> Bull.	MT SBC BG
<i>Lycoperdon echinatum</i> Schaeff.	BMM,BPQ,BP
<i>Lycoperdon mammaeforme</i> Pers.	BMM,BPQ,BP
<i>Lycoperdon marginatum</i> Vittad.	BTQ,BMMBPQ
<i>Lycoperdon molle</i> Pers.	BMM,BPQ
<i>Lycoperdon perlatum</i> Pers.	BTQ,BMM.BPQ,BP
<i>Lycoperdon pusillum</i> Fr.	MT,CH
<i>Lycoperdon pyriforme</i> Pers.	BTQ,BPQ
<i>Lycoperdon umbrinum</i> Pers.	BQba,MT,SBC,SBS,BMM.BPQ
<i>Macrolepiota procera</i> (Scop. : Fr.) Singer	SBC,SBS,BTQ,BMM
<i>Macrolepiota</i> sp. 1	BTQ,BMM
<i>Macrolepiota</i> sp. 2	SBC,G BTQ,BMM
<i>Macrolepiota</i> sp.3	BQba,MT
<i>Micropsalliota</i> sp. 1	BQba
<i>Montagnea arenaria</i> (DC.) Zeller	MX, MT
<i>Morganella subincarnata</i> (Peck) Kreisel & Dring	BQba,SBC,SBS,BMM
<i>Rugosospora pseudorubiginosa</i> (Cifuentes & Guzmán) Guzmán & Bandala	SBC
<i>Secotium aff. agaricoides</i> (Czern.) Hollós	MX, MT
<i>Tulostoma</i> sp. 1	MX
<i>Tulostoma</i> sp. 2	CH
<i>Vascellum aff. pratense</i> (Pers.) Kreisel	BPQ
<i>Podaxis pistillaris</i> (L.) Fr.	MX,PI
<b>ALBATRELLACEAE</b>	
<i>Albatrellus cristatus</i> (Schaeff.) Kotl. & Pouzar	BTQ,BMM.BPQ
<i>Albatrellus dispansus</i> (Lloyd) Canf. & Gilb.	BTQ,BMM
<i>Albatrellus ellissii</i> (Berk.) Pouzar	BPQ

<i>Albatrellus pilosus</i> (Petch) Ryvar den	BQba,MT,SBC
<i>Albatrellus</i> sp .1	BPQ
<i>Albatrellus subrubescens</i> (Murrill) Pouzar	BMM
<i>Jahnoporus hirtus</i> (Cooke) Nuss	BMM
<i>Leucophleps</i> sp.	Ch
AMANITACEAE	
<i>Amanita</i> aff. <i>aureoflocossa</i> Bas	SBS
<i>Amanita caesarea</i> (Scop.) Pers.	BPQ,BP
<i>Amanita polypyramis</i> (Berk. & M.A. Curtis) Sacc.	BQba, BTQ, BMM,
<i>Amanita alexandri</i> Guzmán	BMM
<i>Amanita arocheae</i> Tulloss, Ovrebo & Halling	BQba, BMM
<i>Amanita bisporigera</i> G.F. Atk.	BQba, BTQ,BMM,BPQ
<i>Amanita brunnescens</i> G.F. Atk.	BTQ,BMM
<i>Amanita caesarea</i> (Scop.) Pers. var.	BQba,BTQ
<i>Amanita ceciliae</i> (Berk. & Broome) Bas	BMM
<i>Amanita cookeri</i> (E.-J. Gilbert & Kühner) E.-J. Gilbert	BMM
<i>Amanita crocea</i> (Qué.) Singer	BTQ,BMM,BPQ
<i>Amanita flavoconia</i> Atk.	BTQ,BMM,BPQ
<i>Amanita flavorubescens</i> G.F. Atk.	BQba,BTQ
<i>Amanita fulva</i> (Schaeff.) Krombh.	BQba,BTQ,BMM,BPQ
<i>Amanita gemmata</i> (Fr.) Gilb.	BTQ,BMM,BPQ
<i>Amanita guzmanii</i> Cifuentes, Villegas & G. Santiago	BMM
<i>Amanita jacksoni</i> Pomerl.	BQba,BTQ,BMM
<i>Amanita muscaria</i> (L.) Lam.	BPQ,BP
<i>Amanita pantherina</i> (DC.) Krombh.	BTQ,BMM,BPQ,BP
<i>Amanita porphyria</i> Alb. & Schwein.	BTQ,BMM
<i>Amanita rubescens</i> Pers.:Fr.	BTQ,BMM,BPQ
<i>Amanita</i> sp. 1 Secc. <i>Vaginatae</i>	BQba,MT, BP
<i>Amanita</i> sp. 2	BMM

<i>Amanita vaginata</i> (Bull.) Lam.	BQba,BTQ,BMM,BPQ,BP
<i>Amanita vaginata f. alba</i> (Bull.) Romagn.	BQba,BTQ
<i>Amanita verna</i> (Bull.) Lam.	CH
<i>Amanita volvata</i> (Peck) Lloyd	BMM
<i>Limacella aff glioderma</i> (Fr.) Maire	BQba,MT,BTQ,BMM
<i>Limacella illinita</i> (Fr.) Maire	SBC,BG,BMM
<i>Limacella</i> sp. 1	SBC
<b>AURICULARIACEAE</b>	
<i>Auricularia auricula</i> (Hook. f.) Underw.	BQba, BTQ,BMM,BPQ
<i>Auricularia delicata</i> (Mont.) Henn.	SBC,BG
<i>Auricularia fuscossuccinea</i> (Mont.) Henn.	SBC,BG, BMM
<i>Auricularia mesenterica</i> (Dicks.) Pers.	BQba,SBC,SBS, BTQ,BMM
<i>Auricularia polytricha</i> (Mont.) Sacc.	BQba,MT,SBC,SBS
<i>Pseudohydnum gelatinosum</i> (Scop.) P. Karst.	BMM
<b>AURISCALPIACEAE</b>	
<i>Artomyces pixidatus</i> (Pers.) Jülich	BMM
<i>Auriscalpium</i> sp.	SBS
<i>Auriscalpium vulgare</i> Gray	BP
<i>Lentinellus cochleatus</i> (Pers.) P. Karst.	BQba,BMM
<i>Lentinellus ursinus</i> (Fr.) Kühner	BMM
<b>BANKERACEAE</b>	
<i>Boletopsis leucomelaena</i> (Pers.) Fayod	BMM
<i>Hydnellum conrescens</i> (Pers.) Banker	BMM
<i>Hydnellum conigenum</i> (Peck) Banker	BMM
<i>Hydnellum earlianum</i> Banker	BMM
<i>Hydnellum scrobiculatum</i> (Fr.) P. Karst.	BMM
<i>Hydnellum</i> sp.	BMM
<i>Phellodon mellaleucus</i> (Sw. ex Fr.) P. Karst.	BMM
<i>Phellodon niger</i> (Fr.) P. Karst.	BMM

<i>Sarcodon fennicus</i> (P. Karst.) P. Karst.	BMM
<i>Sarcodon scabrosus</i> (Fr.) P. Karst.	BTQ,BMM,BPQ,BP
<i>Sarcodon</i> sp.	BMM
<i>Sarcodon imbricatus</i> (L.) P. Karst.	BTQ,BMM
<b>BATTARRAEACEAE</b>	
<i>Battarraea stevenii</i> (Libosch.) Fr.	MX
<i>Battarraeastrum digueti</i> (Pat. & Har.) R. Heim & T. Herrera	MX
<b>BOLBITIACEAE</b>	
<i>Agrocybe praecox</i> (Pers.) Fayod	PI
<i>Agrocybe</i> sp. 1	MT,PI
<i>Agrocybe</i> sp. 2	PI
<i>Bolbitius</i> sp.	MT,PI
<i>Bolbitius vitellinus</i> (Pers.) Fr.	PI
<i>Conocybe lactea</i> (J.E. Lange) Métrod	MT,SBC,PI
<i>Conocybe tenera</i> (Schaeff.) Fayod	SBC,SBS, PI
<i>Conocybe</i> sp. 1	PI
<i>Gastrocybe lateritia</i> Watling	PI
<b>BOLETACEAE</b>	
<i>Aureoboletus auriporus</i> (Peck) Pouzar	BQba, BTQ,BMM,BPQ
<i>Austroboletus neotropicalis</i> Singer, J. García & L.D. Gómez	BQba,BMM
<i>Boletellus coccineus</i> (Sacc.) Singer	BQba, BTQ,BMM
<i>Boletellus flocculosipes</i> (Murrill) Perr.-Bertr.	BTQ,BMM
<i>Boletellus projectellus</i> (Murrill) Singer	BTQ. BPQ
<i>Boletellus pseudochrysenderoides</i> A.H. Sm. & Thiers	BQba,BTQ,BMM
<i>Boletellus russellii</i> (Frost) E.-J. Gilbert	BPQ
<i>Boletus aff. atkinsonii</i> Peck	BMM
<i>Boletus aff. appendiculatus</i> Schaeff.	BPQ
<i>Boletus aff. bicoloroides</i> A.H. Sm. & Thiers	BMM
<i>Boletus aff. mahoganicolor</i> Bessette, Both & Dunawa	BTQ

<i>Boletus aff. neoregius</i> Halling & G.M. Muell.	BTQ,BPQ
<i>Boletus aff. vermiculosus</i> Peck	BMM
<i>Boletus austrinus</i> Singer	BQba,BMM
<i>Boletus barrowsii</i> Thiers & A.H. Sm.	BPQ,BP
<i>Boletus cieloensis ad int.</i>	BMM
<i>Boletus fairchildianus</i> (Singer) Singer	BQba,BTQ
<i>Boletus floridanus</i> (Murrill.) Singer	BQba,BTQ
<i>Boletus frostii</i> J.L. Russell	BTQ
<i>Boletus gertrudiae</i> Peck	BMM
<i>Boletus hypocaycinus</i> Singer	BTQ,BMM
<i>Boletus inedulis</i> (Murrill) Murrill	BQba,BTQ
<i>Boletus luridellus</i> (Murrill) Murrill	BQba,BTQ
<i>Boletus luridus</i> Schaeff.	BQba,BTQ,BMM,BPQ
<i>Boletus oliveicyaneus</i> García et Garza ad int.	BQba,BTQ,BMM
<i>Boletus paulae</i> García, Singer y Garza.	BQba,BTQ,BMM
<i>Boletus pseudopecki</i> A.H. Sm. & Thiers	BTQ
<i>Boletus rubellus</i> Krombh.	BQba, BTQ,BMM,BPQ
<i>Boletus rubricitrinus</i> (Murrill) Murrill	BQba,BTQ
<i>Boletus sierramadrensis</i> García et Garza ad it.	BTQ,BMM
<i>Boletus singerii</i> García, Estrada y Valenzuela	BTQ
<i>Boletus</i> sp.1	BMM
<i>Boletus subvelutipes</i> Peck	BQba,BTQ, BMM
<i>Boletus tamaulipanus</i> Ad int.	BQba,BTQ,BMM
<i>Boletus variipes</i> Peck	BTQ,BMM,BPQ
<i>Boletus variipes</i> var. <i>agicola</i> A.H. Sm. & Thiers	BQba,BTQ, BMM
<i>Buchwaldoboletus lignicola</i> (Kallenb.) Pilát	BPT
<i>Chalciporus amarellus</i> (Quél.) Bataille	BP
<i>Chalciporus rubinellus</i> (Peck) Singer	BP
<i>Chalciporus</i> sp. 1	BMM

<i>Heimioporus ivoryi</i> (Singer) E. Horak	BTQ,BPQ
<i>Leccinum aff. hortonii</i> (A.H. Sm. & Thiers) Hongo & Nagas.	BQba,BMM
<i>Leccinum albellum</i> (Peck) Singer	BTQ,BMM,BPQ
<i>Leccinum chromapes</i> (Frost) Singer	BMM
<i>Leccinum eximium</i> (Pers.) Singer	BTQ, BMM
<i>Leccinum griseum</i> (Qué.) Singer	BTQ,BMM,BPQ
<i>Leccinum rubropunctum</i> (Peck) Singer	BQba,BMM,
<i>Leccinum rugosiceps</i> (Peck) Singer	BQba,BMM,BPQ
<i>Leccinum</i> sp. 1	BMM
<i>Leccinum sphaerocystis</i> (Smith y Thiers) Singer et García <i>ad int.</i>	BTQ,BMM
<i>Leccinum subglabripes</i> (Peck) Singer	BQba,BTQ,BMM
<i>Meiorganum curtissii</i> (Berk.) Singer, J. García & L.D. Gómez	BTQ,BMM
<i>Phylloboletellus chloephorus</i> var. <i>mexicanus</i> Singer, J. García & L.D. Gómez	MT,SBC,SBS
<i>Phylloporus aff. phaeoxanthus</i> Singer & L.D. Gómez	BMM
<i>Phylloporus aff. arenicola</i> A.H. Sm. & Trappe	BP
<i>Phylloporus foliiporus</i> (Murrill) Singer	BTQ, BMM
<i>Phylloporus rhodoxanthus</i> (Schwein.) Bres.	BTQ,BMM
<i>Phylloporus mulensis</i> García y Neves <i>ad int.</i>	BTQ
<i>Phylloporus victoriensis</i> García y Neves <i>ad int.</i>	BQba
<i>Porphyrellus cyaneotinctus</i> (A.H. Sm. & Thiers) Singer	BQba,BTQ,BMM
<i>Porphyrellus zaragozae</i> Singer & J. García	BTQ
<i>Pulveroboletus ravenelii</i> (Berk. & M.A. Curtis) Murrill	BQba,BMM,BPQ
<i>Retiboletus griseus</i> (Frost) Manfr. Binder & Bresinsky	BTQ,BMM,BPQ
<i>Retiboletus retipes</i> (Berk. & M.A. Curtis) Manfr. Binder & Bresinsky	BQba,BMM
<i>Rubinoboletus balloui</i> (Peck) Heinem. & Rammeloo	BQba,BTQ,BMM
<i>Rubinoboletus caespitosus</i> T.H. Li & Watling	BMM
<i>Strobilomyces confusus</i> Singer	BMM
<i>Strobilomyces floccopus</i> (Vahl) P. Karst.	BQba,BTQ,BMM,BPQ

<i>Tylopilus alboater</i> (Schwein.) Murrill	BQba,BTQ,BMM
<i>Tylopilus ferrugineus</i> (Frost) Singer	BQba,BTQ,BMM
<i>Tylopilus griseocarneus</i> Wolfe & Halling	BQba, BTQ,BMM
<i>Tylopilus plumbeoviolaceus</i> (Snell & E.A. Dick) Snell & E.A. Dick	BQba,BTQ,BMM
<i>Tylopilus rubrobrunneus</i> Mazzer & A.H. Sm.	BQba
<i>Tylopilus</i> sp. 1	BQba, BTQ
<i>Tylopilus subcellulosus</i> Singer & J. García	BMM
<i>Tylopilus tabacinus</i> (Peck) Singer	BQba
<i>Tylopilus williamsii</i> Singer & J. García	BMM
<i>Xanthoconium aff. chatoogaense</i> Wolfe	BTQ
<i>Xanthoconium affine</i> (Peck) Singer	BQba,BTQ,BMM
<i>Xanthoconium affine var. reticulatus</i> (A.H. Sm.) Wolfe	BQba,BTQ
<i>Xanthoconium separans</i> (Peck) Halling & Both	BQba,BMM
<i>Xerocomus badius</i> (Fr.) E.-J. Gilbert	BTQ,BMM
<i>Xerocomus illudens ssp. xanthomycelinus</i> Singer 1946	BTQ,BMM
<i>Xerocomus spadiceus</i> (Fr.) Quél.	BMM
<i>Xerocomus subtomentosus</i> (L.) Quél.	BTQ,BMM
<i>Xerocomus truncatus</i> Singer, Snell & E.A. Dick	BQba,BTQ,BMM
<b>BOLETINELLACEAE</b>	
<i>Gyrodon rompeli</i> (Pat. & Rick) Singer	MT,SBC,SBS,BG, BTQ
<i>Phlebopus portentosus</i> (Berk. & Broome) Boedijn	MT,SBC,SBS
<b>BONDARZEWIACEAE</b>	
<i>Heterobasidium annosum</i> (Fr.) Bref.	BTQ,BMM
<b>CANTHARELLACEAE</b>	
<i>Cantharellus</i> sp .1	BQba,BTQ
<i>Cantharellus cibarius</i> Fr.	BQba,BTQ,BMM,BPQ, BP
<i>Cantharellus cinnabarinus</i> (Schwein.) Schwein	BTQ,BMM
<i>Cantharellus lateritius</i> (Berk.) Singer	BQba,BTQ
<i>Cantharellus minor</i> Peck	BMM

<i>Cantharellus</i> sp. 2	BTQ
<i>Cantharellus tubaeformis</i> Fr.	BTQ,BMM
<i>Cantharellus xanthopus</i> (Pers.) Duby	BP
<i>Craterellus cornucopioides</i> (L.) Pers.	BTQ
<i>Craterellus fallax</i> A.H. Sm.	BTQ,BMM,BPQ
<i>Pseudocraterellus sinuosus</i> (Fr.) Corner	BTQ,BMM
<i>Pseudocraterellus</i> sp. 1	BTQ
CLAVARIACEAE	
<i>Ramariopsis kunzei</i> (Fr.) Corner	BMM
<i>Clavaria fumosa</i> Pers.	BMM
<i>Clavaria vermicularis</i> Batsch	BMM
<i>Clavaria zollingeri</i> Lév.	BMM
<i>Clavulinopsis corniculata</i> (Schaeff.) Corner	BMM
<i>Clavulinopsis fusiformis</i> (Sowerby) Corner	BMM
CLAVARIADELPHACEAE	
<i>Beenakia</i> sp. 1	BMM
<i>Beenakia</i> sp. 2	BMM
<i>Clavariadelphus ligula</i> (Schaeff.) Donk	BMM
<i>Clavariadelphus</i> sp. 1	BMM
<i>Clavariadelphus truncatus</i> (Qué.) Donk	BP
CLAVICIPITACEAE	
<i>Aschersonia aleyrodis</i> Webber	SBS
CLAVULINACEAE	
<i>Clavulina cinerea</i> (Bull.) J. Schröt.	BMM,BPQ,BP
CONIOPHORACEAE	
<i>Gyrodontium sacchari</i> (Spreng.) Hjortstam	SBC
COPRINACEAE	
<i>Panaeolina foeniciscesii</i> (Pers.) Maire	MT
<i>Panaeolus cyanescens</i> (Berk. & Broome) Sacc.	MT,SBC

<i>Panaeolus semiovatus</i> var. <i>phalaenarum</i> (Fr.) Ew. Gerhardt	SBC
<i>Panaeolus subbalteatus</i> (Berk. & Broome) Sacc.	MT
CORDYCIPIACEAE	
<i>Cordyceps</i> sp. 1	SBS
<i>Cordyceps sphaecocephala</i> (Klotzsch ex Berk.) Berk. & M.A. Curtis	BQba,SBC,SBS
<i>Cordyceps polyarthra</i> Möller	SBS
CORTINARIACEAE	
<i>Cortinarius</i> aff. <i>alboviolaceus</i> (Pers.) Fr.	BQba,BTQ,BMM,BPQ
<i>Cortinarius</i> aff. <i>croceus</i> (Schaeff.) Gray	BMM
<i>Cortinarius</i> aff. <i>iodeoides</i> Kauffman	BQba
<i>Cortinarius bolaris</i> (Pers.) Fr.	BMM
<i>Cortinarius corrugatus</i> Peck	BTQ,BMM
<i>Cortinarius elegantissimus</i> Rob. Henry	BTQ
<i>Cortinarius hesleri</i> Ammirati & A.H. Sm.	BTQ,BMM,BPQ
<i>Cortinarius iodes</i> Berk. & M.A. Curtis	BQba,BTQ,BMM
<i>Cortinarius sanguineus</i> (Wulfen) Fr.	BTQ,BMM,BPQ
<i>Cortinarius</i> sp. 1	BTQ
<i>Cortinarius</i> sp. 2	BTQ,BPQ
<i>Cortinarius</i> sp. 3	BTQ,BPQ
<i>Cortinarius</i> sp. 4	BTQ,BPQ,BP
<i>Cortinarius</i> sp. 5	BTQ,BPQ,BP
<i>Cortinarius</i> sp. 6	BTQ,BPQ
<i>Cortinarius</i> sp. 7	BPQ,BP
<i>Cortinarius</i> sp. 8	BTQ,BMM,BPQ
<i>Cortinarius violaceus</i> (L.) Gray	BTQ,BMM,BPQ
<i>Dermocybe</i> aff. <i>cinammomeus</i> (L.) Fr.	BMM
<i>Phaeocollybia</i> sp. 1	BMM
<i>Taxterogaster</i> sp. 1	BPQ

CORYNELIACEAE

*Corynelia oreophila* (Speg.) Starbäck BMM

CREPIDOTACEAE

*Crepidotus mollis* (Schaeff.) Staude BTQ,BMM

*Crepidotus* sp. 1 SBC

*Crepidotus* sp. 2 BTQ,BMM

CUDONIACEAE

*Spathularia flavida* Pers. BP

CYPHELLACEAE

*Campanophyllum proboscideum* (Fr.) Cifuentes & R.H. Petersen BMM,BPQ

*Cheimonophyllum candidissimum* (Berk. & M.A. Curtis) Singer BMM,BPQ

*Chondrostereum purpureum* (Pers.) Pouzar BTQ,BMM

DACRYMYCETACEAE

*Calocera viscosa* (Pers.) Fr. BTQ,BMM

*Dacriopynax spathularia* (Schwein.) G.W. Martin MT, BTQ,BMM,BPQ

*Dacrymyces deliquescens* (Bull.) Duby BTQ,BMM,BPQ,BP

*Dacrymyces palmatus* (Schwein.) Burt BMM

DIPLOCYSTIDIACEAE

*Astraeus hygrometricus* (Pers.) Morgan BQba,BPQ,CH,BP

ELAPHOMYCETACEAE

*Elaphomyces appalachiensis* Linder BPQ

*Elaphomyces granulatus* Fr. BPQ,BP

*Elaphomyces muricatus* Fr. BMM

ENDOGENACEAE

*Endogone* sp. 1 BPQ,BP

*Endogone* sp. 2 BMM,BPQ

*Endogone* sp. 3 BPQ

ENTOLOMATACEAE

*Claudopus byssisedum* (Pers.) Gillet BMM

<i>Claudopus</i> sp. 1	MT
<i>Claudopus</i> sp. 2	BTQ,BPQ,BP
<i>Clitopilus</i> sp. 1	BQba,SBC
<i>Clitopilus scyphoides</i> (Fr.) Singer	BMM
<i>Entoloma incanum</i> (Fr.) Hesler	BMM
<i>Entoloma mexicanum</i> (Murrill) Hesler	MT,SBC
<i>Nolanea murrei</i> (Berk. & Curt.) Dennis	BMM
<i>Entoloma nigroviolaceum</i> (P.D. Orton) Hesler	BMM
<i>Entoloma permutata</i> (E. Horak) Pegler	MT,SBC
<i>Leptonia serrulata</i> (Fr.) P. Kumm.	BMM
<i>Entoloma sinuatum</i> (Bull.) P. Kumm.	BTQ,BMM
<i>Entoloma</i> sp. 1	SBC,SBS
<i>Entoloma</i> sp. 2	BTQ,BMM
<i>Entoloma</i> sp. 3	BTQ,BMM
<i>Entoloma</i> sp. 4	BTQ,BMM
<i>Entoloma</i> sp. 5	BTQ,BPQ
<i>Entoloma</i> sp. 6	BTQ,BPQ
<i>Entoloma</i> sp. 7	BTQ,BPQ
<i>Entoloma</i> sp. 8	BTQ,BPQ
<i>Entoloma</i> sp. 9	BTQ,BPQ
<i>Inopilus</i> sp. 1	MT,SBC
<i>Inopilus</i> sp. 2	SBC,SBS
<i>Inopilus</i> sp. 3	BMM
<i>Leptonia howellii</i> (Peck) Dennis	BMM
<i>Nolanea pseudopapillata</i> Pegler	MT,SBC
<i>Rhodocybe aff. mundula</i> (Lasch) Singer	BP
<i>Rhodocybe</i> sp. 1	BPQ
<i>Rhodocybe</i> sp. 2	SBC,SBS

FOMITOPSIDACEAE

<i>Antrodia albida</i> (Fr.) Donk	BMM
<i>Daedalea quercina</i> (L.) Pers.	BTQ,BMM,BPQ
<i>Daedaleopsis confragosa</i> (Bolton) J. Schröt.	BMM
<i>Fomitopsis feei</i> (Fr.) Kreisel	SBC,SBS
<i>Fomitopsis rosea</i> (Alb. & Schwein.) P. Karst.	MT,SBC,SBS
<i>Ischnoderma resinosum</i> (Schrad.) P. Karst.	SBC,SBS
<i>Laetiporus aff. cincinnatus</i> (Morgan) Burds.	SBS
<i>Laetiporus sulphureus</i> (Bull.) Murrill	BMM
<i>Oligoporus caesius</i> (Schrad.) Gilb. & Ryvarden	BTQ,BMM,BPQ,BP
<i>Phaeolus schweinitzii</i> (Fr.) Pat.	BPT,BPQ, BP
<i>Postia fragilis</i> (Fr.) Jülich	BTQ
GANODERMATACEAE	
<i>Ganodema lobatum</i> (Schwein.) G.F. Atk.	MT,SBC
<i>Ganoderma applanatum</i> (Pers.) Pat.	BTQ,BMM,BPQ
<i>Ganoderma australe</i> (Fr.) Pat.	BMM
<i>Ganoderma brownii</i> (Murrill) Gilb.	BMM
<i>Ganoderma curtisii</i> (Berk.) Murrill	BTQ
<i>Ganoderma lucidum</i> (Curtis) P. Karst.	BQba,MT,SBC,SBS,BG,BTQ,BMM
<i>Ganoderma resinaceum</i> Boud.	BTQ
<i>Ganoderma sessile</i> Murrill	BMM
<i>Humphreya coffeata</i> (Berk.) Steyaert	MT,SBC
GEASTRACEAE	
<i>Geastrum aff. saccatum</i> Fr.	SBC,SBS
<i>Geastrum minimum</i> Schwein. 1822	MT
<i>Geastrum pectinatum</i> Pers.	BPQ,BP
<i>Geastrum</i> sp.1	BMM
<i>Geastrum</i> sp. 2	SBC, SBS
<i>Geastrum</i> sp. 3	MT,SBC
<i>Geastrum</i> sp. 4	SBS

<i>Geastrum triplex</i> Jungh.	BTQ,BMM,BPQ,BP
<i>Myriostoma coliforme</i> (Dicks.) Corda	MT
GEOGLOSSACEAE	
<i>Geoglossum difforme</i> Fr.	BMM
<i>Trichoglossum</i> sp.	BMM
GLOEOPHYLLACEAE	
<i>Gloeophyllum carbonarium</i> (Berk. & M.A. Curtis) Ryvarden	BPQ
<i>Gloeophyllum saepiarium</i> (Wulfen) P. Karst.	BPQ
<i>Gloeophyllum striatum</i> (Schw.) Murrill	BQba,MT,SBC
<i>Mycobonia flava</i> (Sw.) Pat.	SBS
<i>Trametes americana</i> Overh.	MT,SBC,BMM
GLOMACEAE	
<i>Glomus fulvum</i> (Berk. & Broome) Trappe & Gerd.	BQba,MT,SBC,BTQ,BMM
<i>Glomus aff. microcarpum</i> Tul. & C. Tul.	SBS
GOMPHACEAE	
<i>Gautieria magnicellaris</i> (Pilát) E.L. Stewart & Trappe	BTQ
<i>Gautieria</i> sp. 1 Miquih	BPQ
<i>Gautieria</i> sp. 2 Miquih	BPQ
<i>Gomphus clavatus</i> (Pers.) Gray	BMM
<i>Gomphus floccossus</i> (Schwein.) Singer	BMM
GOMPHIDIACEAE	
<i>Brauniellula albipes</i> (Zeller) A.H. Sm. & Singer	BMM
<i>Chroogomphus ochraceus</i> (Kauffman) O.K. Mill.	BMM,BPQ
<i>Chroogomphus vinicolor</i> (Peck) O.K. Mill.	BPQ,BP
<i>Gomphidius smithii</i> Singer	BP
GYROPORACEAE	
<i>Gyroporus castaneus</i> (Bull.) Quéf.	BQ,BTQ,BMM,BPQ
<i>Gyroporus</i> sp. 1	BQba
<i>Gyroporus</i> sp. 2	BMM

<i>Gyroporus subalbellus</i> Murrill	BQba
HELVELLACEAE	
<i>Helvella acetabulum</i> (L.) Quéf.	BMM,BPQ,BP
<i>Helvella crispa</i> (Scop.) Fr.	BMM,BPQ,BP
<i>Helvella elastica</i> Bull.	BMM,BPQ
<i>Helvella lacunosa</i> Fr.	BPQ,BMM,BPQ,BP
<i>Helvella macropus</i> (Pers.) P. Karst.	BMM,BPQ,BP
<i>Helvella</i> sp. 1	BP
<i>Helvella</i> sp. 2	BPQ,BP
<i>Helvella villosa</i> (Hedw.) Dissing & Nannf.	BMM
HERICIACEAE	
<i>Hericium erinaceus</i> (Bull.) Pers.	BTQ,BMM,BPQ
HYDNACEAE	
<i>Hydnum repandum</i> L.	BQba,BTQ,BMM,BPQ,BP
<i>Hydnum rufescens</i> Schaeff.	BMM
<i>Hydnum umbilicatum</i> Peck	BTQ,BMM,BPQ
<i>Sistotrema confluens</i> Pers.	BPQ
HYDNANGIACEAE	
<i>Laccaria amethystina</i> Cooke	BTQ,BMM,BPQ
<i>Laccaria laccata</i> (Scop.) Cooke	BTQ,BMM,BPQ
<i>Laccaria masoniae</i> var. <i>brevispinosa</i> McNabb	BMM
<i>Laccaria proxima</i> (Boud.) Pat.	BMM
<i>Laccaria trullisata</i> (Ellis) Peck	BMM
HYDNODONTACEAE	
<i>Trechispora regularis</i> (Murrill) Liberta	BTQ
HYGROPHORACEAE	
<i>Camarophyllus buccinulus</i> (Speg.) Pegler	MT,SBC
<i>Cuphophyllus pratensis</i> (Fr.) Bon	MT,SBC,BMM
<i>Hygrocybe acutoconica</i> (Clem.) Singer	BMM,BPQ,BP

<i>Hygrocybe atosquamosa</i> Pegler	SBC,SBS,BMM
<i>Hygrocybe cantharellus</i> (Schwein.) Murrill	BMM
<i>Hygrocybe chlorophana</i> (Fr.) Wünsche	BMM,BPQ
<i>Hygrocybe coccinea</i> (Schaeff.) P. Kumm.	BMM
<i>Hygrocybe conica</i> (Schaeff.) P. Kumm.	BTQ,BMM,BPQ,BP
<i>Hygrocybe firma</i> (Berk. & Broome) Singer	SBC,SBS, BMM
<i>Hygrocybe hypohaemacta</i> (Corner) Pegler	SBC,SBS,BMM
<i>Hygrocybe incolor</i> Pegler	SBS
<i>Hygrocybe laeta</i> (Pers.) P. Kumm.	BMM
<i>Hygrocybe miniata</i> (Fr.) P. Kumm.	SBC,SBS,BMM
<i>Hygrocybe nitida</i> (Berk. & M.A. Curtis) Murrill	BMM
<i>Hygrocybe nitrata</i> (Pers.) Wünsche	BMM
<i>Hygrocybe occidentalis</i> (Dennis) Pegler	SBC,SBS
<i>Hygrocybe prieta</i> Lodge & Pegler	SBS
<i>Hygrocybe psittacina</i> (Schaeff.) P. Kumm.	BMM
<i>Hygrophorus aff. capreolarius</i> (Kalchbr.) Sacc.	BMM
<i>Hygrophorus aff. eburneus</i> (Bull.) Fr.	BMM,BP
<i>Hygrophorus chrysodon</i> (Batsch) Fr.	BPQ,BP
<i>Hygrophorus erubescens</i> (Fr.) Fr.	BTQ
<i>Hygrophorus hypothejus</i> (Fr.) Fr.	BMM,BPQ
<i>Hygrophorus lawrenci</i> Hesler & A.H. Sm.	BPQ,BP
<i>Hygrophorus olivaceoalbus</i> (Fr.) Fr.	BPQ
<i>Hygrophorus paludosus</i> Peck	BPQ
<i>Hygrophorus russula</i> (Schaeff.) Kauffman	BTQ,BMM,BPQ
<i>Hygrophorus sordidus</i> Peck	BTQ,BMM,BPQ
<i>Hygrophorus</i> sp. 2	BMM
<i>Hygrophorus</i> sp. 3	BTQ,BPQ
<i>Hygrophorus roseicarpus</i> García <i>ad int.</i>	MT,SBC,SBS

**HYGROPHOROPSIDACEAE**

<i>Hygrophoropsis aurantiaca</i> (Wulfen) Maire	BPQ, BP
HYMENOGYSALES	
HYMENOGYSALES	
<i>Coltricia cinnamomea</i> (Jacq.) Murrill	BTQ,BMM
<i>Coltricia focicola</i> (Berk. & M.A. Curtis) Murrill	BMM
<i>Coltricia montagnei</i> (Fr.) Murrill	BMM
<i>Coltricia perennis</i> (L.) Murrill	BMM,BPQ
<i>Cyclomyces iodinus</i> (Mont.) Pat.	BMM
<i>Fomitiporia calkinsii</i> (Murrill) Vlasák & Kout	BTQ
<i>Fuscoporia gilva</i> (Schwein.) T. Wagner & M. Fisch.	SBS,BMM
<i>Hydnochaete olivacea</i> (Schwein.) Banker	BMM
<i>Hydnochaete tabacina</i> (Berk. & M.A. Curtis ex Fr.) Ryvarden	BTQ
<i>Hymenochaete damicornis</i> Speg.	BTQ
<i>Hymenochaete sallei</i> Berk. & M.A. Curtis	BTQ,BMM
<i>Hymenochaete tabacina</i> (Sowerby) Lév.	BTQ,BMM
<i>Inonotus cuticularis</i> (Bull.) P. Karst.	BQba,BTQ
<i>Inonotus dryadeus</i> (Pers.) Murrill	BTQ,BMM
<i>Inonotus fulvomelleus</i> Murrill	BTQ
<i>Inonotus jamaicensis</i> Murrill	BPQ
<i>Inonotus radiatus</i> (Sowerby) P. Karst.	BTQ,BMM
<i>Inonotus tropicalis</i> (M.J. Larsen & Lombard) T. Wagner & M. Fisch.	SBS,BMM
<i>Phellinus robustus</i> (P. Karst.) Bourdot & Galzin	BTQ,BMM
<i>Phellinus allardi</i> (Bres.) S. Ahmad	SBC,SBS
<i>Phellinus callimorphus</i> (Lév.) Ryvarden	BMM
<i>Phellinus fastuosus</i> (Lév.) S. Ahmad	BMM
<i>Phellinus ferruginosus</i> (Schrad.) Pat.	BMM
<i>Phellinus gilvus</i> (Schwein.) Pat.	BQba,BTQ,BMM,BPQ
<i>Phellinus rimosus</i> (Berk.) Pilát	MT
<i>Phellinus sarcites</i> (Fr.) Ryvarden	BTQ,BMM
<i>Phellinus sonorae</i> Gilb.	SBC,SBS

<i>Phellinus</i> sp. 1	MT
<i>Phellinus</i> sp. 2	SBC,SBS
<i>Phellinus spiculosus</i> (W.A. Campb. & R.W. Davidson) Niemelä	BTQ
<i>Phellinus umbrinellus</i> (Bres.) S. Herrera & Bondartseva 1980	BMM
<i>Phylloporia chrysites</i> (Berk.) Ryvarden	SBC,SBS,BG
<i>Phylloporia fruticum</i> (Berk. & M.A. Curtis) Ryvarden	SBC,SBS,BG
<i>Phylloporia pectinata</i> (Klotzsch) Ryvarden	SBC,SBS
<i>Phylloporia spathulata</i> (Hook.) Ryvarden	MT,SBC
<i>Phylloporia weberiana</i> (Bres. & Henn. ex Sacc.) Ryvarden	SBC,SBS
HYPOCREACEAE	
<i>Hypomyces hyalinus</i> (Schwein.) Tul. & C. Tul.	BMM
<i>Hypomyces lactifluorum</i> (Schwein.) Tul. & C. Tul.	BTQ,BMM,BPQ,BP
<i>Hypomyces lateritius</i> (Fr.) Tul. & C. Tul.	BTQ
<i>Hypomyces luteovirens</i> (Fr.) Tul. & C. Tul.	BMM
<i>Hypomyces</i> sp.	BMM
HYSTERANGIACEAE	
<i>Hysterangium aureum</i> Zeller	BTQ
<i>Hysterangium latisorum</i> Castellano, Cázares & Guevara	BTQ
<i>Hysterangium quercicola</i> Castellano, Cázares & Guevara	BTQ
<i>Hysterangium</i> sp. 1	BTQ
<i>Hysterangium</i> sp. 2	BP
<i>Hysterangium</i> sp. 3	BP
<i>Hysterangium</i> sp. 4	BTQ
<i>Hysterangium velatisporum</i> Castellano, Cázares & Guevara	BTQ
INOCYBACEAE	
<i>Inocybe calmistrata</i> (Fr.) Gillet	BMM
<i>Inocybe aff. adaequata</i> (Britzelm.) Sacc.	BQba,BMM
<i>Inocybe aff. histrix</i> (Fr.) P. Karst.	BMM
<i>Inocybe lacera</i> (Fr.) P. Kumm	BTQ

<i>Inocybe fastigiata</i> (Schaeff.) Quél.	BTQ,BMM,BPQ
<i>Inocybe geophila</i> (Fr.) P. Kumm.	BTQ,BMM,BPQ
<i>Inocybe lilacina</i> (Peck) Kauffman	BTQ,BMM,BPQ
<i>Inocybe pyridiora</i> (Pers.) P. Kumm..	BTQ
<i>Inocybe</i> sp.	BTQ
<i>Tubaria</i> sp.	MT
LENTARIACEAE	
<i>Lentaria byssiseda</i> Corner	SBC
LEOTIACEAE	
<i>Bisporella citrina</i> (Batsch) Korf & S.E. Carp.	BMM
<i>Chlorocyboria aeruginascens</i> (Nyl.) Kan. ex Ram., Korf & Bat.	BMM
<i>Cudoniella clavus</i> (Alb. & Schwein.) Dennis	BMM
<i>Leotia lubrica</i> (Scop.) Pers.	BMM,BPQ,BP
<i>Leotia viscosa</i> Fr.	BMM
LYOPHYLLACEAE	
<i>Calocybe cyanea</i> Singer	MT,SBC
<i>Lyophyllum decastes</i> (Fr.) Singer	BTQ,BPQ
<i>Lyophyllum fumatofoetens</i> Secr. : Jul. Schäff.	BMM
<i>Lyophyllum conatum</i> (Schumach.) Singer	BG
MARASMIACEAE	
<i>Baeospora</i> sp. 1	BPQ,BP
<i>Campanella</i> sp. 1	SBC,SBS
<i>Clitocybula familia</i> (Peck) Singer	BQba, SBC
<i>Crinipellis eggersii</i> Pat.	MT,SBC,SBS
<i>Crinipellis septotricha</i> Singer	MT,SBC
<i>Crinipellis</i> sp. 1	BTQ,BMM
<i>Gerronema fibula</i> (Bull.) Singer	SBC,SBS, BMM
<i>Gerronema icterinum</i> (Singer) Singer	MT,SBC
<i>Gerronema</i> sp. 1	BTQ,BMM

<i>Gymnopus alkalivirens</i> (Singer) Halling	BMM
<i>Gymnopus confluens</i> (Pers.) Antonín, Halling & Noordel.	BTQ,BMM
<i>Gymnopus dryophilus</i> (Bull.) Murrill	BQba,SBC,BG,BMM,BPQ
<i>Gymnopus ioccephalus</i> (Berk. & M.A. Curtis) Halling	BMM
<i>Gymnopus</i> sp. 1	BTQ,BPQ
<i>Gymnopus erythropus</i> (Pers.) Antonín, Halling & Noordel.	BMM
<i>Hydropus cylindrosporus</i> (Dennis) Singer	SBC,SBS
<i>Hydropus nigrita</i> (Berk. & M.A. Curtis) Singer	SBC,SBS,BMM
<i>Lactocollybia epia</i> (Berk. & Broome) Pegler	SBC,SBS
<i>Marasmiellus aff. ramelais</i> (Bull.) Singer	SBC,SBS,BMM
<i>Marasmiellus pilosus</i> (Dennis) Singer	MT,SBC,SBS
<i>Marasmiellus</i> sp. 1	SBC,SBS
<i>Marasmius aff. sullivanti</i> Mont.	SBC
<i>Marasmius heamotocephalus</i> (Mont.) Fr.	BTQ,BMM
<i>Marasmius rotula</i> (Scop.) Fr.	BTQ,BMM
<i>Marasmius siccus</i> (Schwein.) Fr.	SBC,BMM
<i>Marasmius</i> sp. 1	SBC
<i>Megacollybia plathyphylla</i> (Pers.) Kotl. & Pouzar	BTQ,BMM
<i>Omphalotus subilludens</i> (Murrill) H.E. Bigelow	BPT,BTQ
<i>Rhodocollybia butyracea</i> (Bull.) Lennox	BMM
<i>Rhodocollybia maculata</i> (Alb. & Schwein.) Singer	BTQ,BMM,BPQ
<i>Skeperiella aff. cochlearis</i> Pegler	SBC,SBS
<i>Tetrapyrgos nigripes</i> (Fr.) E. Horak	MT,SBC,SBS,BTQ,BMM
<i>Trogia buccinalis</i> (Mont.) Pat.	SBC,SBS
<i>Trogia cantharelloides</i> (Mont.) Pat.	SBC,SBS
<b>MERIPILACEAE</b>	
<i>Hydnopolyporus fimbriatus</i> (Fr.) D.A. Reid	SBC,SBS,BMM
<i>Hydnopolyporus palmatus</i> (Hook.) O. Fidalgo	BTQ

<i>Rigidoporus microporus</i> (Sw.) Overeem	SBC,SBS,BMM
MERULIACEAE	
<i>Abortiporus biennis</i> (Bull.) Singer	SBC,SBS,BG,BTQ,BMM
<i>Antrodiella hydrophylla</i> (Berk. & M.A. Curtis) Ryvarden	BMM
<i>Antrodiella liebmanni</i> (Fr.) Ryvarden	SBC,SBS
<i>Bjerkandera adusta</i> (Willd.) P. Karst.	BMM
<i>Cymatoderma caperatum</i> (Berk. & Mont.) D.A. Reid	SBC,SBS,BTQ,BMM
<i>Diacanthodes novoguineensis</i> (Henn.) O. Fidalgo	MT,SBC
<i>Flavodon flavus</i> (Klotzsch) Ryvarden	MT, BG
<i>Gloeoporus dichrous</i> (Fr.) Bres.	BTQ,BMM
<i>Irpex lacteus</i> (Fr.) Fr.	SBC,SBS
<i>Merulius incarnatus</i> Schwein.	BPT,BTQ,BMM,BPQ
<i>Merulius tremellosus</i> Schrad.	BQba,BTQ,BMM,BPQ
<i>Phlebia</i> sp.	BMM
<i>Sarcodontia pachydon</i> (Pers.) Spirin	BTQ,BMM
<i>Sarcodontia spumea</i> (Sowerby) Spirin	BMM
<i>Steccherinum</i> sp.	BTQ,BMM
MYCENACEAE	
<i>Dictyopanus pusillus</i> (Pers. ex Lév.) Singer	BQba,MT,SBC,BTQ,BMM
<i>Favolaschia</i> sp. 1	SBC,SBS
<i>Filoboletus clypeatus</i> (Pat.) Singer	SBC,SBS
<i>Mycena aff. luteopallens</i> Peck	BMM
<i>Mycena epypterigia</i> (Scop.) Gray	BMM,BPQ
<i>Mycena holoporphyra</i> (Berk. & M.A. Curtis) Singer	BMM
<i>Mycena leaiana</i> (Berk.) Sacc.	BMM
<i>Mycena pura</i> (Pers.) P. Kumm.	BTQ,BPQ, Ch, BP
<i>Mycena</i> sp. 1	SBC
<i>Mycena</i> sp. 2	BMM
<i>Mycena</i> sp. 3	SBC,SBS,BMM

<i>Panellus pusillus</i> (Pers. ex Lév.) Burds. & O.K. Mill.	BMM
<i>Xeromphalina campanella</i> (Batsch) Maire	BMM,BPQ
<i>Xeromphalina tenuipes</i> (Schwein.) A.H. Sm.	BTQ,BMM,BPQ
NIDULARIACEAE	
<i>Cyathus olla</i> (Batsch) Pers.	BTQ,BMM
<i>Cyathus poeppigii</i> Tul. & C. Tul.	SBC,SBS,BMM
<i>Cyathus stercoreus</i> (Schwein.) De Toni	MT,SBC,SBS, BTQ,BMM,BPQ
<i>Cyathus striatus</i> (Huds.) Willd.	BMM
OCTAVIANIACEAE	
<i>Octaviana</i> sp. 1	BTQ
<i>Octaviana</i> sp. 2	BTQ
<i>Octaviana</i> sp. 3	Ch
<i>Octaviana</i> sp. 4	BMM
OPHIACORDYCEPSACEAE	
<i>Elaphocordyceps ophioglossoides</i> (Ehrh.) G.H. Sung, J.M. Sung & Spatafora	BMM
<i>Elaphoordyceps canadensis</i> Ellis & Everh.	BPQ,BP
<i>Elaphocordyceps capitata</i> (Holmsk.) G.H. Sung, J.M. Sung & Spatafora	BMM
<i>Elaphocordyceps fracta</i> (Mains) G.H. Sung, J.M. Sung & Spatafora	BPQ,BP
PAXILLACEAE	
<i>Alpova</i> sp. 1	Ch
<i>Alpova</i> sp. 2	BPQ
PEZIZACEAE	
<i>Hydnobolites cerbriformis</i> Tul. & C. Tul.	BPQ
<i>Hydnotria</i> sp.1	BP
<i>Peziza</i> sp. 1	PPQ
<i>Peziza badioconfusa</i> Korf	BTQ,BMM
<i>Peziza</i> sp. 2	BTQ,BPQ
<i>Peziza leporina</i> P. Karst.	BTQ,BMM

<i>Peziza</i> sp. 3	BTQ,BPQ
<i>Peziza</i> sp. 4	BTQ,BPQ
<i>Tuber</i> aff. <i>excavatum</i> Vittad.	BPQ,BP
<i>Tuber lyonii</i> F.K. Butters	BQba, BTQ,BMM
<i>Tuber</i> sp. 1	BTQ
<i>Tuber</i> sp. 2	BMM
<i>Tuber</i> sp. 3	BPQ
<i>Tuber</i> sp. 4	BTQ
PHALLACEAE	
<i>Aseroe rubra</i> Labill.	BTQ
<i>Clathrus columnatus</i> Bosc	BQba,BTQ,BMM
<i>Clathrus crispus</i> Turpin	MT,SBC,SBS,BMM
<i>Lysurus periphragmoides</i> (Klotzsch) Dring	MX,MT
<i>Mutinus bambusinus</i> (Zoll.) E. Fisch.	SBC,SBS,BMM
<i>Phallus indusiatus</i> Vent.	BQba,SBC,SBS
<i>Phallus ravenelii</i> Berk. & M.A. Curtis	MT,SBC,BMM
PHANEROCHAETACEAE	
<i>Ceriporia xylostromatoides</i> (Berk.) Ryvarden	BMM
PHELLORINIACEAE	
<i>Phellorinia inquinans</i> Berk.	MX
PHYSALACRIACEAE	
<i>Armillaria mellea</i> (Vahl) P. Kumm.	BTQ, BPQ, BP
<i>Armillaria polymyces</i> (Pers.) Singer & Cléménçon	BTQ,BMM,BPQ,BP
<i>Armillaria tabescens</i> (Scop.) Emel	BMM
<i>Cryptotrama asprata</i> (Berk.) Redhead & Ginns	BQba,MT,SBC,SBS,BG,BTQ,BMM
<i>Flammulina velutipes</i> (Curtis) Singer	SBC,SBS,BMM
<i>Oudemansiella canarii</i> (Jungh.) Höhn.	BTQ,BMM,BPQ
<i>Strobilurus conigenoides</i> (Ellis) Singer	SBS,BPT,BTQ,BMM
<i>Xerula furfuracea</i> (Peck) Redhead, Ginns & Shoemaker	BMM

<i>Xerula megalospora</i> (Clem.) Redhead, Ginns & Shoemaker	BMM
<i>Xerula pudens</i> (Pers.) Singer	BMM
<i>Xerula radicata</i> (Relhan) Dörfelt	BTQ, BMM
<i>Xerula setulosa</i> (Murrill) R.H. Petersen & T.J. Baroni	BTQ
<i>Xerula</i> sp. 1	BTQ,BMM,BPQ
<i>Xerula steffenii</i> (Rick) Boekhout & Bas	MT,SBC
<b>PLEUROTACEAE</b>	
<i>Cantharocybe singerii</i> García, Spielou y Guevara <i>ad int.</i>	MT
<i>Hohenbuehelia atrocaerulea</i> (Fr.) Singer	MT,SBC
<i>Hohenbuehelia petaloides</i> (Bull.) Schulzer	BTQ,BMM
<i>Pleurotus</i> sp. 1	BQba
<i>Pleurotus agaves</i> Dennis	Ch
<i>Pleurotus cystidiosus</i> O.K. Mill.	BMM
<i>Pleurotus djamor</i> (Rumph. ex Fr.) Boedijn	BQba,SBC,SBS, BTQ, BMM
<i>Pleurotus djamour</i> var. <i>roseus</i> Corner	SBS
<i>Pleurotus drynus</i> (Pers.) P. Kumm.	BQba,BPQ
<b>PLUTEACEAE</b>	
<i>Pluteus</i> aff. <i>admirabilis</i> (Peck) Peck	BTQ,BMM
<i>Pluteus</i> aff. <i>pellitus</i> (Pers.) P. Kumm.	MT
<i>Pluteus cervinus</i> (Schaeff.) P. Kumm.	BTQ,BMM,BPQ,BP
<i>Pluteus</i> sp. 1	MT
<i>Pluteus</i> sp. 2	BTQ,BMM
<i>Volvariella</i> sp. 1	MT,SBC
<i>Volvariella bombycina</i> var. <i>flaviceps</i> (Murrill) Shaffer	BMM
<i>Volvariella</i> sp. 2	SBC,SBS
<b>PODOSCYPHACEAE</b>	
<i>Cotylidia aurantiaca</i> (Pat.) A.L. Welden	SBC,SBS, BMM
<i>Cotylidia diaphana</i> (Schwein.) Lentz	BTQ
<b>POLYPORACEAE</b>	

<i>Antrodiella duracina</i> (Pat.) I. Lindblad & Ryvarden	MT,SBC,SBS, BTQ,BMM,BPQ
<i>Lentinus aff cyathiformis</i> (Schaeff.) Bres.	SBC
<i>Lentinus badius</i> (Berk.) Berk.	SBC,SBS
<i>Lentinus conchatus</i> Mont.	SBC,BTQ,BPQ
<i>Lentinus rudis</i> (Fr.) Henn.	BMM
<i>Lentinus</i> sp. 1	MT
<i>Lentinus</i> sp. 2	BPQ
<i>Lentinus strigosus</i> Fr.	MT
<i>Lentinus sulcatus</i> Berk.	BQba,BTQ,BPQ
<i>Lentinus velutinus</i> Fr.	BQba,MT
<i>Perenniporia</i> sp. 1	BMM
<i>Perenniporiella tepeitensis</i> (Murrill) Ryvarden	BMM
<i>Picnoporus cinnbarinus</i> (Jacq.) P. Karst.	BTQ,BPQ
<i>Pleurotus levis</i> (Berk. & M.A. Curtis) Singer	BTQ
<i>Pycnoporus sanguineus</i> (L.) Murrill	MX,BQba,MT,SBC,SBS,BG,BTQ,BMM,BP
<i>Skeletocutis nivea</i> (Jungh.) Jean Keller	BPQ
<i>Trametes hirsuta</i> (Wulfen) Lloyd	BTQ,BMM
<i>Trichaptum byssogenum</i> (Jungh.) Ryvarden	BQba
<i>Trichaptum sector</i> (Ehrenb.) Kreisel	BQba
<i>Coriolopsis brunneoleuca</i> (Berk.) Ryvarden	SBC,SBS,BMM
<i>Coriolopsis byrsina</i> (Mont.) Ryvarden	BMM
<i>Coriolopsis occidentalis</i> (Klotzsch) Murrill	SBC
<i>Coriolopsis polyzona</i> (Pers.) Ryvarden	BMM
<i>Datronia caperata</i> (Berk.) Ryvarden	BMM
<i>Datronia mollis</i> (Sommerf.) Donk	SBC,SBS,BMM
<i>Earliella scabrosa</i> (Pers.) Gilb. & Ryvarden	SBC,SBS
<i>Echinochaete brachypora</i> (Mont.) Ryvarden	SBS,BMM
<i>Fuscocerreana portoricensis</i> (Fr.) Ryvarden	BMM,BQ
<i>Hexagonia hydnooides</i> (Sw.) M. Fidalgo	SBS,BMM

<i>Hexagonia papyracea</i> Berk.	SBC,SBS,BPT, BTQ, BMM
<i>Hexagonia tenuis</i> (Hook.) Fr.	BTQ,BMM
<i>Lentinus crinitus</i> (L.) Fr.	BQba,MT,SBC,SBS,BG,BTQ,BMM,BPQ
<i>Lenzites betulina</i> (L.) Fr.	SBC,BMM
<i>Megasporoporia setulosa</i> (Henn.) Rajchenb.	SBC,SBS
<i>Microporellus ovovatus</i> (Jungh.) Ryvarde	BMM
<i>Navisporus sulcatus</i> (Lloyd) Ryvarde	BMM
<i>Nigroporus vinosus</i> (Berk.) Murrill	BQba,BMM
<i>Perenniporia tenuis</i> (Schwein.) Ryvarde	BMM
<i>Polyporus admirabilis</i> Peck	BMM
<i>Polyporus alveolarius</i> (Bosc) Fr.	BQba,MT,SBC
<i>Polyporus arcularius</i> Rostk.	BQba,BTQ,BMM
<i>Polyporus brumalis</i> (Pers.) Fr.	BTQ,BMM
<i>Polyporus guyannensis</i> Mont.	SBC,SBS
<i>Polyporus melanopus</i> (Pers.) Fr.	BQba,MT,SBC,SBS
<i>Polyporus radicans</i> Schwein.	BMM
<i>Polyporus tenuiculus</i> (P. Beauv.) Fr.	BQba,SBC,SBS, BG, BTQ,BMM
<i>Polyporus tricholoma</i> Mont.	BQba,MT,SBC, BG, BTQ, BPQ
<i>Polyporus umbellatus</i> (Pers.) Fr.	MT
<i>Polyporus varius</i> Grev.	BPQ
<i>Porogramme albocincta</i> (Cooke & Masee) J. Lowe	BMM
<i>Pseudofavolus cucullatus</i> (Mont.) Pat.	SBC,SBS,BTQ,BMM
<i>Tinctoporellus epimiltinus</i> (Berk. & Broome) Ryvarde	BMM
<i>Trametes corrugata</i> (Pers.) Bres.	SBC,SBS
<i>Trametes elegans</i> (Spreng.) Fr.	BQba,MT,SBC,SBS,BG,BTQ,BMM,BPQ
<i>Trametes maxima</i> (Mont.) A. David & Rajchenb.	BQba,SBC,SBS,BTQ,BMM
<i>Trametes pavonia</i> (Hook.) Ryvarde	MT,SBC,BMM
<i>Trametes versicolor</i> (L.) Lloyd	BTQ,BMM,BPQ
<i>Trametes villosa</i> (Sw.) Kreisel	MX,BQ,SBC, BG, BTQ, BMM

<i>Trichaptum abietinum</i> (Dicks.) Ryvarden	BPQ,BP
<i>Trichaptum bifforme</i> (Fr.) Ryvarden	SBC,SBS,BTQ,BMM,BPQ
<i>Polyporus leprieuri</i> Mont.	SBC,SBS
<i>Fomes fasciatus</i> (Sw.) Cooke	SBS,BMM
<i>Junghuhnia collabens</i> (Fr.) Ryvarden	BMM
<i>Junghuhnia nitida</i> (Pers.) Ryvarden	BMM
<i>Physosporinus sanguinolentus</i> (Alb. & Schwein.) Pilát	BMM
<i>Polyporus squamosus</i> (Huds.) Fr.	BTQ,BPQ,BP
<b>PSATHYRELLACEAE</b>	
<i>Coprinellus aff. micaceus</i> (Bull.) Vilgalys, Hoppole & Jacq. Johnson	SBC,SBS,BTQ,BMM
<i>Coprinopsis lagopus</i> (Fr.) Redhead, Vilgalys & Moncalvo	BMM
<i>Lacrymaria lacrymabunda</i> (Bull.) Pat.	MT,SBC,PI
<i>Parasola plicatilis</i> (Curtis) Redhead, Vilgalys & Hoppole	BTQ,BMM
<i>Psathyrella longistriata</i> (Murrill) A.H. Sm.	BQba,MT, SBC
<i>Psathyrella</i> sp. 1	
<i>Psathyrella</i> sp. 2	BQba,MT, SBC
<i>Coprinopsis atramentaria</i> (Bull.) Redhead, Vilgalys & Moncalvo	BMM
<b>PTERULACEAE</b>	
<i>Pterula</i> sp.	SBC,SBS
<b>PYRONEMATACEAE</b>	
<i>Aleuria aurantia</i> (Pers.) Fuckel	BMM
<i>Aleuria rhenana</i> Fuckel	BP
<i>Genabea cerebriformis</i> (Harkn.) Trappe	BP
<i>Genea arenaria</i> Harkn.	BP
<i>Genea</i> sp. 1	BTQ,BP
<i>Humaria hemisphaerica</i> (F.H. Wigg.) Fuckel	BTQ,BMM;BPQ, BP
<i>Otidea</i> sp. 1	BMM
<i>Otidea</i> sp. 2	BMM
<i>Pyronema domesticum</i> (Sowerby) Sacc.	BP

<i>Scutellinia scutellata</i> (L.) Lambotte	BTQ,BMM
RAMARIACEAE	
<i>Ramaria flava</i> (Schaeff.) Quél.	BTQ,BMM,BPQ
<i>Ramaria aff. fumigata</i> (Peck) Corner	BTQ,BMM
<i>Ramaria aff. primulina</i> R.H. Petersen	BTQ,BMM
<i>Ramaria cokeri</i> R.H. Petersen	BMM
<i>Ramaria cyanocephala</i> (Berk. & M.A. Curtis) Corner	SBC,SBS
<i>Ramaria gelatinosa</i> (Coker) Corner	BPQ,BMM
<i>Ramaria</i> sp. 1	BMM
<i>Ramaria</i> sp. 2	BMM
<i>Ramaria</i> sp. 3	BP
<i>Ramaria</i> sp. 4	SBC,SBS
<i>Ramaria subbotrytis</i> (Coker) Corner	BMM
RHIZOPOGONACEAE	
<i>Rhizopogon aff. pinyonensis</i> K.A. Harrison & A.H. Sm.	BP
<i>Rhizopogon aff. succosus</i> A.H. Sm.	CH
<i>Rhizopogon guzmanii</i> Trappe & Cázares	BP
<i>Rhizopogon rubescens</i> (Tul. & C. Tul.) Tul. & C. Tul.	BP
<i>Rhizopogon</i> sp. 1	BMM,BP
<i>Rhizopogon</i> sp. 2	BPQ
<i>Rhizopogon vinicolor</i> A.H. Sm.	BPQ,BP
<i>Rhizopogon</i> sp. 3	BP
RUSSULACEAE	
<i>Arcangeliella</i> sp. 1	BP
<i>Arcangeliella</i> sp. 2	BMM
Astrogastraceo	BTQ
<i>Gymnomyces</i> sp. 1	BTQ,BPQ
<i>Gymnomyces</i> sp. 2	BTQ
<i>Lactarius aff. scrobiculatus</i> Teng	BP

<i>Lactarius aff. camphoratus</i> (Bull.) Fr.	BTQ,BPQ
<i>Lactarius fumosus</i> Peck	BTQ,BMM
<i>Lactarius maculatipes</i> Burl.	BQba, BTQ,BMM
<i>Lactarius aff. pterosporus</i> Romagn.	BTQ,BPQ
<i>Lactarius aff. yazoensis</i> Hesler & A.H. Sm.	BMM
<i>Lactarius argillaceifolius</i> Hesler & A.H. Sm.	BTQ,BPQ
<i>Lactarius chelidonium</i> Peck	BTQ,BMM,BPQ
<i>Lactarius chrysorrhoeus</i> Fr.	BPQ,BP
<i>Lactarius cinereus</i> var. <i>fagetorum</i> Hesler & A.H. Sm.	BTQ,BPQ,BP
<i>Lactarius corrugis</i> Peck	BMM
<i>Lactarius croceus</i> Burl.	BMM
<i>Lactarius deceptivus</i> Peck	BMM
<i>Lactarius deliciosus</i> (L.) Gray	BMM
<i>Lactarius fuliginosus</i> (Fr.) Fr.	BMM,BPQ,BP
<i>Lactarius fumosus</i> Peck	BMM
<i>Lactarius gerardi</i> Peck	BTQ, BMM
<i>Lactarius hygrophoroides</i> Berk. & M.A. Curtis	BMM
<i>Lactarius indigo</i> (Schwein.) Fr.	BMM
<i>Lactarius nebulosus</i> Pegler	BQba, BTQ,BMM,
<i>Lactarius paradoxus</i> Beardslee & Burl.	SBS
<i>Lactarius piperatus</i> var. <i>glaucescens</i> (L.) Pers.	BTQ,BPQ
<i>Lactarius psammicola</i> A.H. Sm.	BMM
<i>Lactarius pubescens</i> (Fr.) Fr.	BTQ,BMM,BPQ
<i>Lactarius</i> sp. 1	BMM
<i>Lactarius</i> sp. 2	BTQ,BMM
<i>Lactarius subdulcis</i> (Pers.) Gray	BMM
<i>Lactarius subisabellinus</i> Murrill	BTQ,BMM
<i>Lactarius uvidus</i> (Fr.) Fr.	BP,BPQ
<i>Lactarius volemus</i> (Fr.) Fr.	BMM,BPQ,BP

<i>Macowanites</i> sp. 1	BQba,BMM
<i>Multifurca achricompacta</i> (Bills & O.K. Mill.) Buyck & V. Hofstetter	BTQ,BMM
<i>Multifurca furcata</i> (Coker) Buyck & V. Hofstetter	BTQ
<i>Russula mariae</i> Peck	BTQ,BMM
<i>Russula</i> aff. <i>amoeneolens</i> Romagn.	BTQ,BMM
<i>Russula</i> aff. <i>foetens</i> Pers.	BQba,BMM
<i>Russula</i> aff. <i>nigrescentipes</i> Peck	BTQ,BPQ
<i>Russula brevipes</i> Peck	BTQ,BPQ
<i>Russula compacta</i> Frost	BTQ,BMM
<i>Russula cyanoxantha</i> (Schaeff.) Fr.	BQba, BMM
<i>Russula cystidiosa</i> Murrill	BTQ,BMM,BPQ
<i>Russula flavida</i> Frost	BTQ,BMM
<i>Russula foetentula</i> Peck	BTQ
<i>Russula heterophylla</i> (Fr.) Fr.	BTQ,BMM,BPQ,BP
<i>Russula laurocerasi</i> Melzer	BMM
<i>Russula lutea</i> (Huds.) Gray	BP
<i>Russula mephitica</i> Pegler	BTQ,BMM
<i>Russula nigricans</i> Fr.	BTQ,BMM
<i>Russula olivacea</i> Pers.	BTQ,BMM
<i>Russula sanguinea</i> (Bull.) Fr.	BPQ,BP
<i>Russula</i> sp. 1	BPQ,BP
<i>Russula virescens</i> (Schaeff.) Fr.	BTQ,MM
<i>Russula xerampelina</i> (Schaeff.) Fr.	BP,BPQ
<i>Zelleromyces</i> sp. 1	BQba, BPQ
<b>SARCOSYPHACEAE</b>	
<i>Cookeina sulcipes</i> (Berk.) Kuntze	SBS
<i>Cookeina tricholoma</i> (Mont.) Kuntze	SBC,SBS
<i>Cookeina venezueleae</i> (Berk. & M.A. Curtis) Le Gal	SBS,BMM
<i>Phillipsia</i> aff. <i>rugospora</i> Paden	BQba,SBC,SBS, BG, BTQ,BMM

<i>Phillipsia domingensis</i> Berk.	BQba,SBC,SBS, BTQ, BMM
SARCOSOMATACEAE	
<i>Plectania</i> sp. 1	BMM
<i>Sarcosoma mexicanum</i> (Ellis & Holw.) Paden & Tylutki	BTQ,BMM
<i>Urnula craterium</i> (Schwein.) Fr.	BMM
SCHIZOPHYLLACEAE	
<i>Schizophyllum umbrinum</i> Berk.	BMM
<i>Schizophyllum commune</i> Fr.	MX,BQba,MT,SBC, BG,BTQ,BMM,BP
SCHIZOPORACEAE	
<i>Schizopora paradoxa</i> (Schrad.) Donk	BTQ
SCLERODERMATACEAE	
<i>Pisolithus tinctorius</i> (Mont.) E. Fisch	MT,BQba,BPT, BTQ,BPQ,
<i>Sclerodema texense</i> Berk.	BQba,MT, BG,BTQ,BMM,BPQ,BP
<i>Scleroderma areolatum</i> Ehrenb.	BTQ
<i>Scleroderma cepa</i> Pers.	BQba,MT, BTQ,BMM,BPQ
<i>Scleroderma</i> sp.	BQba
<i>Scleroderma verrucosum</i> (Bull.) Pers.	BTQ,MT
SERPULACEAE	
<i>Neopaxillus echinospermus</i> (Speg.) Singer	MT,SBC,SBS
SPARASSIDACEAE	
<i>Sparassis crispa</i> (Wulfen) Fr.	BPQ,BTQ
<i>Sparassis</i> sp.	BTQ
SPHAEROBOLACEAE	
<i>Sphaerobolus stellatus</i> Tode	MT
STEREACEAE	
<i>Stereum complicatum</i> (Fr.) Fr.	BTQ,BMM,BPQ
<i>Stereum gausapatum</i> (Fr.) Fr.	BTQ,BMM
<i>Stereum hirsutum</i> (Willd.) Pers.	BTQ,BMM
<i>Stereum ochraceoflavum</i> (Schwein.) Sacc.	BTQ,BMM,BPQ

<i>Stereum ostrea</i> (Blume & T. Nees) Fr.	SBS,BTQ,BMM,BPQ,BP
<i>Xylobolus frustulatus</i> (Pers.) Boidin	BQba,SBS,BTQ,BMM.BPQ,BP
<i>Xylobolus</i> sp. 1	BTQ,BMM
<i>Xylobolus subpileatus</i> (Berk. & M.A. Curtis) Boidin	BQba
<b>STROPHARIACEAE</b>	
<i>Galerina autumnalis</i> (Peck) A.H. Sm. & Singer	BTQ,BMM
<i>Gymnopilus</i> sp. 1	BTQ,BMM
<i>Gymnopilus aff. aureuginosus</i> (Peck) Singer	BMM
<i>Gymnopilus palmicola</i> Murrill	BTQ,BMM
<i>Gymnopilus</i> sp. 2	MT,SBC
<i>Gymnopilus</i> sp. 3	MT,SBC
<i>Gymnopilus</i> sp. 4	MT,EF
<i>Hebeloma sinapizans</i> (Paulet) Gillet	BTQ,BPQ,BP
<i>Hebeloma</i> sp. 1	BTQ,BPQ,BP
<i>Hymenogaster</i> sp. 1	BTQ
<i>Hymenogaster</i> sp. 1	BTQ,BMM
<i>Hypholoma fasciculare</i> (Huds.) P. Kumm.	BMM,BPQ, BP
<i>Hypholoma sublateralitium</i> (Schaeff.) Quél.	BPQ,BP
<i>Hypholoma subviride</i> (Berk. & M.A. Curtis) Dennis	BMM
<i>Pholiota aff. highlandensis</i> (Peck) A.H. Sm. & Hesler	BP
<i>Pholiota astragalina</i> (Fr.) Singer	BPQ,BP
<i>Pholiota limonella</i> (Peck) Sacc.	BP
<i>Pholiota polychroa</i> (Berk.) A.H. Sm. & H.J. Brodie	BTQ, BPQ
<i>Pholiota squarrosoides</i> (Peck) Sacc.	BP
<i>Psilocybe aff. luteonitens</i> (Fr.) Park.-Rhodes	BMM
<i>Psilocybe aff. semilanceata</i> (Fr.) P. Kumm.	PI
<i>Psilocybe coprophila</i> (Bull.) P. Kumm.	BQba,MT, SBC, BTQ, BMM,BPQ, BP,PI
<i>Psilocybe cubensis</i> (Earle) Singer	MT,SBC,SBS,BG, BMM,PI
<i>Psilocybe subyungensis</i> Guzmán	BMM

<i>Stropharia coronilla</i> W. Saunders & W.G. Sm.	BTQ,BMM,PI
<i>Stropharia hardii</i> G.F. Atk.	BTQ
<i>Stropharia semiglobata</i> (Batsch) Quél.	BQba,MT, SBC, BTQ,BMM,BPQ,BP,Ch,PI
SUILLACEAE	
<i>Suillus aff. glandulosipes</i> Thiers & A.H. Sm.	BP
<i>Suillus brevipes</i> (Peck) Kuntze	BPQ,BP
<i>Suillus cothurnatus ssp. hiemalis</i> Singer	BPQ,BP
<i>Suillus flavoluteus</i> (Snell) Singer	BPQ,BP
<i>Suillus granulatus</i> (L.) Roussel	BPQ,Ch,BP
<i>Suillus lakei</i> (Murrill) A.H. Sm. & Thiers	BP conif
<i>Suillus pseudobrevipes</i> A.H. Sm. & Thiers	BPQ,BP
<i>Suillus</i> sp. 1	BP
<i>Suillus tomentosus</i> (Kauffman) Singer	BMM,BPQ,BP
TAPINELLACEAE	
<i>Pseudomerulius aureus</i> (Fr.) Jülich	BQba,BMM
<i>Tapinella atrotomentosa</i> (Batsch) Šutara	BQba,SBC
<i>Tapinella pannuoides</i> (Batsch) E. J. Gilbert	BPQ,BP
TERFEZIACEAE	
<i>Pachyphloeus carneus</i> Harkn.	BTQ
<i>Pachyphloeus marroninus</i> Healy, Bonito & Guevara	BTQ
<i>Pachyphloeus thysellii</i> W. Colgan & Trappe	BTQ
<i>Pachyphloeus virescans</i> Gilkey	BTQ,BMM
THELEPHORACEAE	
<i>Thelephora aff. terrestris</i> Ehrh.	BTQ,BMM
<i>Thelephora anthocephala</i> (Bull.) Fr.	BTQ,BPQ
<i>Thelephora caryophyllea</i> (Schaeff.) Pers.	BMM
<i>Thelephora palmata</i> Pers.	BMM
<i>Thelephora regularis</i> Fr.	BMM
<i>Thelephora vialis</i> Schwein.	BPQ

SEBACINACEAE

*Tremellodendron schweinitzii* (Peck) G.F. Atk.

BTQ,BMM,BPQ

*Sebacina conrescens* (Schwein.) P. Roberts

BQba,BMM

TREMELLACEAE

BQba,SBC,SBS,BMM

*Tremella aff. encephala* Pers.

BP

*Tremella aff. reticulata* (Berk.) Farl.

BP

*Tremella foliacea* Pers.

BTQ

*Tremella fuciformis* Berk.

BTQ,BMM

*Tremella lutescens* Lloyd

BQba,BTQ,BMM

*Tremella mesenterica* Schumach.

BQba,MT,BTQ,BMM,BPQ,BP

*Exidia recisa* (Ditmar) Fr.

BTQ,BMM

TRICHOLOMATACEAE

BQba,BTQ

*Asproinocybe russuloides* Heinem.

BP

*Asproinocybe aff. brunneolilacina* Thoen

BMM

*Asproinocybe* sp.

SBC

*Callistosporium* sp.

SBS

*Catathelasma ventricosum* (Peck) Singer

BTQ

*Chrysomphalina chrysophylla* (Fr.) Cléménçon

BMM

*Clitocybe clavipes* (Pers.) P. Kumm.

BMM

*Clitocybe dealbata* (Sowerby) P. Kumm.

BMM

*Clitocybe gibba* (Pers.) P. Kumm.

BTQ,BMM,BPQ,BP

*Clitocybe inversa* (Scop.) Quéf.

BQ,BTQ,BMM,BPQ,BP

*Clitocybe* sp. 1

BMM

*Clitocybe* sp. 2

MT

*Fayodia* sp. 1

BTQ

*Floccularia luteovirens* (Alb. & Schwein.) Pouzar

BTQ,BPQ

*Lentinula boryana* (Berk. & Mont.) Pegler

BTQ

*Lepista nuda* (Bull.) Cooke

BMM

*Lepista* sp.1

BQba,SBC,BTQ,BMM,BPQ,BP

<i>Lepista</i> sp. 2	SBC,SBS
<i>Lepista</i> sp. 3	SBC,SBS
<i>Lepista subisabellina</i> (Murrill) Pegler	BTQ
<i>Leucopaxillus aff. makasanus</i> Pegler	SBC,SBS
<i>Leucopaxillus albissimus</i> (Peck) Singer	MT,SBC,SBS
<i>Leucopaxillus amarus</i> (Alb. & Schwein.) Kühner	BTQ
<i>Leucopaxillus brasiliensis</i> (Rick) Singer & A.H. Sm.	MT,SBC
<i>Leucopaxillus gracillimus</i> Singer & A.H. Sm.	BQ,MT,SBC,SBS
<i>Leucopaxillus</i> sp. 1	BP
<i>Leucopaxillus</i> sp. 2	BTQ,BP
<i>Leucopholiota</i> sp.	SBC,SBS
<i>Macrocybe titans</i> (H.E. Bigelow & Kimbr.) Pegler, Lodge & Nakasone	MT,SBC
<i>Melanoleuca alboflavida</i> (Peck) Murrill	BMM
<i>Melanoleuca</i> sp. 1	MT,SBC
<i>Melanoleuca</i> sp. 2	BTQ,BPQ,BP
<i>Mycenella</i> sp.	BMM
<i>Neoclitocybe byssiseda</i> (Bres.) Singer	BMM
<i>Omphalia</i> sp.	SBC,SBS
<i>Omphalina</i> sp.	SBC,SBS
<i>Phyllotopsis nidulans</i> (Pers.) Singer	BMM
<i>Resupinatus applicatus</i> (Batsch) Gray	SBC,SBS
<i>Tricholoma caligatum</i> (Viv.) Ricken	BPQ
<i>Tricholoma flavovirens</i> S. Lundell	BTQ,BPQ
<i>Tricholoma imbricatum</i> (Fr.) P. Kumm.	BPQ,BP
<i>Tricholoma myomyces var. cystidiatum</i> Shanks	BPQ,Ch,BP
<i>Tricholoma sejunctum</i> (Sowerby) Quéf.	BTQ,BMM,BPQ
<i>Tricholoma</i> sp. 1	BTQ,BMM,BPQ
<i>Tricholoma</i> sp. 2	BPQ
<i>Tricholoma</i> sp. 3	BTQ,BPQ

<i>Tricholoma</i> sp. 4	BTQ,BPQ
<i>Tricholoma</i> sp. 5	BTQ,BPQ
<i>Tricholoma sulphurescens</i> Bres.	BTQ
<i>Tricholoma sulphureum</i> (Bull.) P. Kumm.	BMM,BPQ
<i>Tricholoma ustale</i> (Fr.) P. Kumm.	BTQ,BMM,BPQ
<i>Tricholomopsios decora</i> (Fr.) Singer	BMM
<i>Tricholomopsis rutilans</i> (Schaeff.) Singer	BMM,BPQ,BP
<i>Tricholosporum</i> sp. 1	BMM
<i>Tricholosporum</i> sp. 2	SBC
<b>XYLARIACEAE</b>	
<i>Anthostomella melanosticta</i> Ellis & Everh.	SBS,BMM
<i>Biscogniauxia atropunctata</i> (Schwein.) Pouzar	SBC,SBS
<i>Biscogniauxia mediterranea</i> (De Not.) Kuntze	BQba,BPQ
<i>Camillea cyclisca</i> (Mont.) Læssøe, J.D. Rogers & Whalley	SBC,SBS,BMM
<i>Camillea magnifica</i> F. San Martín & J.D. Rogers	MT,SBC
<i>Camillea</i> sp.1	SBC,SBS
<i>Camillea punctulata</i> (Berk. & Ravenel) Læssøe, J.D. Rogers & Whalley	BTQ,BMM
<i>Camillea tinctor</i> (Berk.) Læssøe, J.D. Rogers & Whalley	SBC,SBS
<i>Creosphaeria sassafras</i> (Schwein.) Y.M. Ju, F. San Martín & J.D. Rogers	SBC,SBS,BTQ,BMM
<i>Daldinia childiae</i> J.D. Rogers & Y.M. Ju	SBC,SBS
<i>Daldinia clavata</i> Henn.	BMM
<i>Daldinia eschscholtzii</i> (Ehrenb.) Rehm	SBC,SBS
<i>Discoxylaria myrmecophila</i> J.C. Lindq. & J.E. Wright	MT,SBC
<i>Entonaema liquescens</i> Möller	MT,SBC
<i>Entonaema pallida</i> G.W. Martin	SBS
<i>Hypoxylon erythrostroma</i> J.H. Mill.	SBS
<i>Hypoxylon haematostroma</i> Mont.	SBC,SBS
<i>Hypoxylon lenormandi</i> Berk. & M.A. Curtis	SBC,SBS,BTQ,BMM

<i>Hypoxyylon monticulosum</i> Mont.	SBC,SBS
<i>Hypoxyylon moriforme</i> Henn.	SBC
<i>Hypoxyylon placentiforme</i> Berk. & M.A. Curtis	SBC,SBS,BMM
<i>Hypoxyylon shearii</i> Y.M. Ju & J.D. Rogers	BMM
<i>Hypoxyylon stygium</i> (Lév.) Sacc.	BMM
<i>Hypoxyylon subgilvum</i> Berk. & Broome	BMM
<i>Hypoxyylon subrutulum</i> Starbäck	SBC,SBS,BMM
<i>Hypoxyylon thouarsianum</i> (Lév.) Lloyd	SBC,SBS
<i>Kretzschmaria aff. cetrarioides</i> (Welw. & Curr.) Sacc.	SBC,SBS,BMM
<i>Kretzschmaria aff. heliscus</i> (Mont.) Masee	SBC,SBS
<i>Kretzschmaria culmorum</i> Ju & Rogers	SBC,SBS
<i>Nemania bipapillata</i> (Berk. & M.A. Curtis) Pouzar	SBC,SBS
<i>Nemania diffusa</i> (Sowerby) Gray	SBC,SBS,BMM
<i>Nemania effusa</i> (Nitschke) Pouzar	SBC,SBS
<i>Phylacia poculiformis</i> (Mont.) Mont.	BMM
<i>Phylacia sagrana</i> Mont.	SBC,SBS
<i>Phyllacia bomba</i> (Mont.) Pat.	SBC,SBS
<i>Podosordaria entosulphurea</i> (J.D. Rogers, F. San Martín & Y.M. Ju) J.D. Rogers, Y.M. Ju & F. San Martín	SBC,SBS
<i>Podosordaria muli</i> J.D. Rogers, Y.M. Ju & F. San Martín	SBC,SBS,BMM
<i>Poronia oedippus</i> (Mont.) Mont.	SBC,SBS,BMM
<i>Rosellinia sublimbata</i> (Durieu & Mont.) Pass.	MT
<i>Stilbohypoxyylon quisquiliarum</i> (Mont.) J.D. Rogers & Y.M. Ju	SBC,SBS
<i>Ustulina deusta</i> (Hoffm.) Lind	SBC,SBS
<i>Ustulina zonata</i> (Lév.) Sacc.	BTQ,BMM
<i>Walleya microplaca</i> (Berk. & Br.) J.D. Rogers, Y.M. Ju & F. San Martín Gonzalez	SBS
<i>Xylaria adscendens</i> (Fr.) Fr.	SBC,SBS
<i>Xylaria alata</i> F. San Martín & J.D. Rogers	BMM
<i>Xylaria amphitele</i> F.S.M. González & J.D. Rogers	SBS

<i>Xylaria anisopleura</i> (Mont.) Fr.	SBS
<i>Xylaria aristata</i> Mont.	SBS,BMM
<i>Xylaria cf. corniculata</i> Sacc.	SBS
<i>Xylaria cf. microceras</i> (Mont.) Berk.	SBS
<i>Xylaria cf. aenea</i> Mont.	SBS
<i>Xylaria cf. laevis</i> Lloyd	BMM
<i>Xylaria claviceps</i> F.S.M. González & J.D. Rogers	SBS
<i>Xylaria cocophora</i> Mont.	SBC,SBS
<i>Xylaria cordovenssis</i> Berk. ex Cooke	SBC,SBS,
<i>Xylaria cubensis</i> (Mont.) Fr.	BMM
<i>Xylaria curta</i> Fr.	SBC,SBS,BTQ
<i>Xylaria diminuta</i> F. San Martín & J.D. Rogers	SBC,SBS
<i>Xylaria enteroleuca</i> (Speg.) P.M.D. Martin	SBC,SBS
<i>Xylaria equina</i> San Martín et Guevara	SBC,SBS,BMM
<i>Xylaria eugeniae</i> F. San Martín, Vanoye & P. Lavín	BQba,SBC
<i>Xylaria feejensis</i> (Berk.) Fr.	BMM
<i>Xylaria frustulosa</i> (Berk. & M.A. Curtis) Cooke	SBS
<i>Xylaria gracillima</i> (Fr.) Fr.	SBC,SBS
<i>Xylaria grammica</i> (Mont.) Mont.	SBS
<i>Xylaria guazumae</i> F.S.M. González & J.D. Rogers	SBS
<i>Xylaria ianthinovelutina</i> Mont.	SBC,SBS
<i>Xylaria juniperus</i> var. <i>asperula</i> Starbäck	MT,SBC
<i>Xylaria kegeliana</i> (Lév.) Fr.	BMM
<i>Xylaria longiana</i> Rehm	SBS
<i>Xylaria longipes</i> Nitschke	BTQ,BMM
<i>Xylaria magnoliae</i> J.D. Rogers	SBS,BMM
<i>Xylaria mellisii</i> (Berk.) Cooke	BMM
<i>Xylaria multiplex</i> (Kunze) Fr.	SBC,SBS
<i>Xylaria muscula</i> Lloyd	SBS

<i>Xylaria musooriensis</i> Dargan	SBS
<i>Xylaria oxyacanthae</i> Lév.	SBC,SBS
<i>Xylaria persicaria</i> (Schwein.) Berk. & M.A. Curtis	SBS,BMM
<i>Xylaria phosphorea</i> Berk.	BMM
<i>Xylaria piperiformis</i> Berk.	BMM
<i>Xylaria poitei</i> (Lév.) Fr.	SBC,SBS
<i>Xylaria polymorpha</i> (Pers.) Grev.	BQba,SBC
<i>Xylaria quercinofila</i> F. San Martín, J.D. Rogers & P. Lavín	BQba,SBC,SBS
<i>Xylaria scruposa</i> (Fr.) Berk.	BTQ,BMM
<i>Xylaria subcoccophora</i> F. San Martín & P. Lavín	SBC,SBS
<i>Xylaria telfairii</i> (Berk.) Sacc.	BMM
<i>Xylaria uniapiculata</i> F.S.M. González & J.D. Rogers	BMM

## CAPÍTULO 3

### DISTRIBUCION ECOLOGICA DE MACROHONGOS ECTOMICORRIZOGENOS EN BOSQUES TROPICALES Y TEMPLADOS DE TAMAULIPAS, MÉXICO.

#### RESUMEN

Se presentan los resultados de un estudio sobre los macromicetos ectomicorizógenos asociados a los bosques templados y tropicales del Estado de Tamaulipas. Se reconocen 402 taxones adscritos a 39 familias de hongos de las Clases Ascomycetes, Basidiomycetes y Glomeromycetes. Las especies fueron registradas de 50 localidades diferentes del estado y se asocian a diferentes especies forestales que son componentes de bosques tropical subcaducifolio, bosque tropical caducifolio, matorral tamaulipeco, bosque de encino tropical, bosque de *Pinus* subtropical, bosque templado de *Quercus*, bosque mesófilo de montaña, bosque de *Pinus-Quercus*, bosque de *Pinus* y *coníferas* y chaparral con *Pinus*, *Quercus*, ericáceas y rosáceas. La mayor parte los taxones registrados se adscriben al bosque mesófilo de montaña, siguiéndole las que se encontraron en el bosque templado de *Quercus*, el bosque mixto de *Pinus* y *Quercus*, el Bosque de *Pinus* y coníferas y el bosque tropical de *Quercus*, otras comunidades exhibieron muy poca diversidad de hongos asociados. Los grupos taxonómicos con mayor diversidad de especies son las familias Boletaceae con 84 especies, Russulaceae con 59 y Amanitaceae con 27, Cortinariaceae con 21, otras familias presentaron menor diversidad de especies. El material examinado fue recolectado de 1985 hasta la fecha y es parte de la colección micológica del Herbario José Castillo Tovar (ITCV) en Ciudad Victoria, Tamaulipas. Se incluyen discusiones sobre la ecología y biogeografía de algunas especies estudiadas.

## **ECOLOGICAL DISTRIBUTION OF ECTOMYCORRHIZAL MACROFUNGI IN TROPICAL AND TEMPERATE FORESTS OF TAMAULIPAS, MEXICO.**

### **ABSTRACT**

The results of the study of ectomycorrhizal macromycetes associated to temperate and tropical forests in the State of Tamaulipas are presented. 402 taxa assigned to 39 families of fungi in the Phylum Ascomycota, Basidiomycota and Glomeromycota are recognized. The species were recorded from 50 localities in the State and they are associated with different species of the forest plant and they are component of the tropical subdeciduous forests, tropical deciduous forest, tamaulipan thorn scrub, tropical oak forest, subtropical pine forest, oak temperate forest, tropical montane cloud forest, *Pinus-Quercus* forest, pine and conifers forest and chaparral with pine, oak, Rosaceous and Ericaceous species. Most of the fungal species belong to tropical montane cloud forest, followed by species found in oak temperate forest, mixed *Pinus-Quercus* forest, Pine and conifers forest, and tropical oak forest. The rest of the communities exhibited very little diversity of associated fungi. The taxonomic groups with the greatest diversity of species are Boletaceae with 84 species, Russulaceae 59, Amanitaceae 27; Cortinariaceae with 21, other families showed lower species diversity. The specimens examined were collected from 1985 to date and is part of the Mycological Herbarium José Castillo Tovar (ITCV) in Cd. Victoria, Tamaulipas. Discussions on the ecology and biogeography of some species are included.

### **INTRODUCCIÓN**

#### **Aspectos de la biodiversidad micológica de México**

La primera estimación reconocida sobre la diversidad fúngica del mundo fue la de Hawksworth (1991, 2001) quien consideró la existencia de 1.5 millones de especies en basada en criterios ecológicos, reconociendo la importancia de los inventarios micológicos en Inglaterra y su extrapolación a otros sitios del planeta, otros autores han participado en este propósito de comprender de manera mas comprensiva la biota fungica, la estimación

más actualizada sobre los hongos del planeta es la de Blackwell (2011), quién discutió la existencia de hasta 5.1 millones de especies, fundamentada en criterios taxonómicos de grupos recientemente incluidos en el Reino Myceteae, el reconocimiento de las interacciones fúngicas con diferentes grupos biológicos y la distribución diferencial de estos grupos a través de las distintas regiones del mundo. Con esta última estimación se reconoce a los hongos como uno de los grupos megadiversos del planeta. Otro criterio basado en datos reales de estimaciones en diferentes regiones del planeta y en particular sobre los macromicetos fue propuesta por Mueller *et al.* (2007), quienes estimaron la existencia de entre 53000 a 65000 especies de macromicetos en el mundo. Estas estimaciones se basaron en la relación existente entre la diversidad de plantas y la diversidad de hongos en diferentes zonas templadas y tropicales del mundo. México es un país megadiverso, en este existen cerca de 22 000 especies de plantas las cuales se distribuyen en una amplia diversidad de ecosistemas (Rzedowski, 1998). En este se ven ampliamente representados la mayor parte de los grupos biológicos algunos de los cuales alcanzan los niveles mas altos de biodiversidad, incluyendo los hongos. Estimaciones sobre la biodiversidad fúngica en México fueron realizadas por Guzmán (1998), quien reconoció que se conocen alrededor de 6710 especies de hongos de los cuales 2800 corresponden a macromicetos entre Ascomycetes y Basidiomycetes, 1 600 a hongos liquenizados, 200 son Myxomycetes y 2000 especies de micromicetos. Sin embargo en base al criterio de este autor en México deben de existir alrededor de 200 000 especies de hongos. Si reconocemos la cifra anterior, entonces solamente se conoce cerca de el 3.5 % de la diversidad fúngica del país, mientras que la mayor parte de la diversidad fúngica estimada para México no ha sido estudiada.

### **Hongos ectomicorrizógenos**

Los hongos ectomicorrizógenos son componentes muy importantes en los diferentes tipos de ecosistemas terrestres y forman parte integral del ecosistema desempeñando diferentes e importantes funciones en estos como lo citó Dell (2002) y Jumpponen *et al.* (2004). Muchas especies de este grupo ecológico de hongos se asocian a especies de ciertos

géneros particulares de plantas en las comunidades forestales tanto en bosques de clima templado como en bosques tropicales. Estudios relacionados a la diversidad, aspectos ecológicos y biogeográficos de los hongos micorrizicos en las regiones tropicales de América son los de Singer *et al.* (1983), Pegler (1983), Singer *et al.* (1990, 1991, 1992), Miller *et al.* (2000), Halling (2001), Halling & Mueller (2002), Mueller *et al.* (2006), Henkel *et al.* (2002), Morris *et al.* (2008), Tedersoo *et al.* (2009), Ortiz-Santana *et al.* (2007), Neves y Halling (2010), Henkel *et al.* (2012), entre otros. La estimación de la diversidad de hongos ectomicorizógenos oscila entre los 20,000 y 25,000 especies para aproximadamente 6,000 especies de plantas simbiotes según Rinaldi *et al.* (2008) y Brundrett (2009). Por otra parte los estudios sobre la diversidad de hongos ectomicorizógenos en Norteamérica son muy diversos encontramos entre estos a los de Trappe (1962), Walker *et al.* (2005), Jumpponen *et al.* (2004), Valentine *et al.* (2004), Dickie *et al.* (2009), Allen *et al.* (2005), Frank *et al.* (2006) y Smith *et al.* (2007). Estudios en otros continentes son los Thoen y Bá (1989) de Senegal, Africa, de Sims *et al.* (1997) de Filipinas, Bá *et al.* (2012) de Africa, Riviere *et al.* (2007), de Africa e India, Pande *et al.* (2003), para el Oeste del Himalaya, Tedersoo *et al.* (2008) de Tasmania, Yuwa Amornpitak *et al.* (2006), de Thailandia, los de Mú (1994), Shaochang *et al.* (1994), Zhang *et al.* (2010), para China, el de Bougher (1994) de Australia. Estudios generales sobre los hongos ectomicorizógenos y la ectomicorriza a nivel global incluyen a los de Malloch *et al.* (1980), Malloch (1987), Brundrett (2002), Bruns & Shefersoon (2004), Rinaldi *et al.* (2008) y Tedersoo *et al.* (2010). Aspectos biogeográficos sobre hongos ectomicorizógenos incluyen los estudios de Wu & Mueller (1997), Halling (2001), Mueller *et al.* (2001), Watling (2001), Halling *et al.* (2008), entre otros.

### **La vegetación y los hongos ectomicorizógenos en México y Tamaulipas**

México es el país con más especies forestales de los género *Quercus* y *Pinus* en América con alrededor de 160-165 y entre 45 y 49 taxones respectivamente Nixon (1998) y Styles (1998). El surgimiento de estos grupos de plantas sucedió en durante el período cretácico, diversificándose y distribuyéndose a través del planeta principalmente en el hemisferio

boreal durante el terciario y el cuaternario, hasta el presente. Un proceso de especialización de simbionte vegetal con fúngico, se reconoce entre muchas especies de hongos ectomicorrizógenos y sus árboles hospederos según Trappe (1962), esto incluye géneros como *Fagus*, *Alnus*, *Pseudotsuga*, *Abies*, *Picea*, y otros que también existen en el país. Por otra parte muchas especies correspondientes a varias familias de macromicetos establecen relaciones simbióticas con estos géneros forestales, son los casos de *Amanita*, *Russula*, *Lactarius*, *Cortinarius*, *Hygrophorus*, *Boletus*, *Tylopilus*, *Phylloporus*, *Xerocomus*, *Gyroporus*, *Suillus*, *Chroogomphus*, *Gomphidius*, *Tricholoma*, *Ramaria*, *Cantharellus*, *Gomphus*, *Helvella*, *Tuber*, *Pachyphloeus*, *Rhizopogon*, *Hysterangium*, *Gautieria*, y otros. Estas interacciones se han desarrollado a través de los diferentes períodos del tiempo geológico, como lo consideran Berbee & Taylor (1993). Los hongos micorrícicos probablemente se diversificaron durante el Jurásico cuando las gimnospermas micorrícicas se establecieron globalmente durante la Pangea según Halling & Mueller (2002). La diversidad de hongos ectomicorrizógenos en México esta directamente relacionada a la diversidad de sus hospederos vegetales. En un estudio reciente Mueller *et al.* (2006), reconocieron la existencia de mas de 200 especies de hongos ectomicorrizógenos en Costa Rica, estos asociados a tan solo 12 especies de encinos, en México con mas de 160 especies de encinos y cerca de 50 de pinos, además de otros hoperberos de clima templado y tropical, la diversidad de hongos micorrizógenos debe ser mucho mayor. En el Estado de Tamaulipas se presenta la intersección latitudinal de las dos grandes regiones biogeográficas de América, la Neartica y la Neotropical, esto permite la presencia mezclada de elementos forestales y bióticos incluyendo fúngicos en general cuya afinidad de origen proviene de ambas regiones, siendo parte de las causas por las cuales la biodiversidad es muy manifiesta en la región. Esto también determina la presencia de asociaciones vegetales diversas, las cuales manifiestan sus particulares características fisonómicas y de composición florística a través de un gradiente altitudinal y la fisiografía regional, el cual a la vez es parte de la complejidad geológica y biológica del territorio nacional.

El Estado de Tamaulipas está situado al extremo noreste de México, colinda hacia el norte con el Estado de Texas en los Estados Unidos, al oeste con Nuevo León y San Luís Potosí, hacia el sur con Veracruz y San Luis Potosí y al este con el Golfo de México. En esta

entidad se distribuyen bosques tropicales y tropicales de que se distribuyen desde el nivel del mar y bosques templados de media y alta montaña con dominancia de *Quercus*, el bosque mesófilo de montaña, bosques mixtos de *Quercus* y *Pinus*, bosques de *Pinus* y bosques de coníferas, además de algunos otros tipos de vegetación. Estos se presentan a través del notable gradiente altitudinal y climático, desde el nivel del mar y superando en algunos sitios los 3500 de altitud. Las especies de *Quercus* y *Pinus*, en la región exhiben una interesante diversidad de especies adaptadas a diferentes hábitats en dicho gradiente, algunas de las cuales constituyen elementos endémicos de la flora de la región. Esto permite la presencia de hongos muy notablemente adscritos tanto a la micobiota neotropical en los bosques tropicales de clima cálido, como especies de origen neártico en los bosques de clima templado a templado frío de las partes más altas de las montañas y una mezcla de elementos fúngicos en la zona de transición entre las comunidades de clima tropical y templado, aproximadamente entre los 900 y 1000 msnm. Sin embargo los hongos ecomicorrizógenos, se presentan en una mayor diversidad en los bosques templados con dominancia de *Quercus* y en una menor cantidad asociados con las especies de *Pinus* y otros árboles. Diversos estudios micológicos se han realizado en México en donde se incluye a los hongos ectomicorrizógenos, Guzmán (1970) sobre el género *Scleroderma* en México, el de García y Castillo (1981), sobre los Boletáceos y Gomfidiaceos de Nuevo León, el de Cázares *et al.* (1992) sobre los hongos hipógeos del norte de México, el de García (1999) sobre la taxonomía y distribución de los hongos de la Familia Boletaceae en México, el de García y Garza, (2001) sobre los Boletaceae de México, el de Garza *et al.* (2002), que trata sobre las micorrizas y los hongos micorrizicos del chaparral de *Pinus culminicola* en Nuevo León. La contribución de Montoya (2000) sobre los hongos del género *Lactarius* de México, Gonzalez-Velazquez y Valenzuela en (1993 y 1995) estudiaron los Boletaceos del Estado de México, el estudio de Cifuentes (1996), sobre los hongos Hydnoides estipitados de México, el de Garza *et al.* (1985) sobre los hongos micorrizicos asociados con *Quercus rysophylla* en Nuevo León, el trabajo de Valenzuela y Cifuentes (1994) sobre el género *Albatrellus* en México. Además de los estudios de de Guzmán y Ramírez Guillen (2001) sobre el complejo de *Amanita caesarea*, los trabajos monográficos de Singer *et al.* (1990-1992) sobre los Boletáceos de México y Centroamérica, Vite-Garín *et al.* (2000) sobre el Género *Helvella* en México, entre otros.

En Tamaulipas y la región entre estos se encuentran los de los de García *et al.* (1986) en el que se incluyen especies de Boletaceos del estado, el de Heredia (1989), sobre los hongos de la Reserva de la Biosfera El Cielo, el de Guevara *et al.* (1987) sobre especies de *Lactarius* de la región noreste de México incluyendo especies de Tamaulipas, el de García (1993) sobre los Boletaceos del Noreste de México con interesantes registros de Tamaulipas, García (2005), el de García y Valenzuela (2005), El inventario sobre los macromicetos de Tamaulipas realizado por García y Guevara (2005), sobre los macromicetos de la Reserva de la Biosfera El Cielo, el de Guevara *et al.* (2008) en relación al género *Hysterangium* del noreste de México. Cazares *et al.* (2008) describieron a *Melanogaster minysporus* de Nuevo León y Tamaulipas, entre otros; estos trabajos muestran la evidente diversidad de estos hongos en la región, misma que de manera actualizada incluimos en el presente estudio.

### **Características fisiográficas y la vegetación**

El Estado de Tamaulipas se distingue por la presencia de tres regiones fisiográficas como parte del relieve mexicano. Estas regiones son en principio La Planicie Costera Nororiental que ocupa la mayor parte del territorio del estado desde sus límites al este con el Golfo de México y presente en el sur, la región centro y norte del estado. La segunda corresponde a La Sierra Madre Oriental la cual se ubica en la región centro-oeste y suroeste del Estado en dirección del Noroeste al Sureste, este es el principal macizo montañoso del estado alcanzando altitudes cercanas a los 3200 msnm y la tercera corresponde al Altiplano Mexicano ubicado en el extremo sureste del estado.

Sobre la Planicie Costera del Golfo se elevan dos macizos montañosos importantes; la primera de éstas, la Sierra de Tamaulipas, se eleva hasta los 1400 m sobre el nivel del mar y se encuentra ubicada de manera paralela a la costa del Golfo de México y en orientación norte-sur. La otra es la Sierra de San Carlos, que se ubica en el centro-norte del estado y que alcanza altitudes de los 1700 msnm, ambas discontinuidades fisiográficas de la de la Sierra Madre Oriental constituyen las principales serranías del estado fuera de la antes citada. Estos tres macizos montañosos se distinguen por presentar una amplia diversidad de ecosistemas los cuales en su mayoría han sido visitados para la recolección de material

micológico durante los años en los que se ha llevado a cabo el estudio. Estos ecosistemas van desde los matorrales subtropicales, los bosques tropicales de *Quercus*, selvas bajas caducifolias, subcaducifolias y subperennifolias de clima cálido, bosques de clima templado como son los encinares de diferentes especies de *Quercus*, bosque mesófilo de montaña, bosques mixtos de *Quercus-Pinus* y bosques de *Pinus* y otras coníferas, además de los matorrales xerófilos el matorral tamaulipeco y chaparrales de pinos, encinos y rosáceas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Una interesante diversidad de ambientes y sitios forman parte de las localidades de estudio, las que regularmente han sido muestreadas a través de los últimos 25 años. La recolección de los especímenes se llevó a cabo bajo el criterio de muestreo oportunístico en las localidades señaladas procurando abarcar las diferentes condiciones de hábitat posible en esos bosques bajo los criterios de Lodge *et al.* (2005) y Largent (1986). Para el registro del color de los especímenes se utilizó el manual Methuen de Kornerup & Wanscher (1978). El material aquí registrado fué fotografiado y deshidratado bajo los criterios usuales en los estudios de macromicetos. El análisis microscópico de los especímenes se basó en el criterio señalado por Singer (1986) y Largent (1977) para el estudio de macromicetos, con las adecuaciones pertinentes basadas en los estudios moleculares de Hibbett (2006), Hibbett *et al.* (2007).

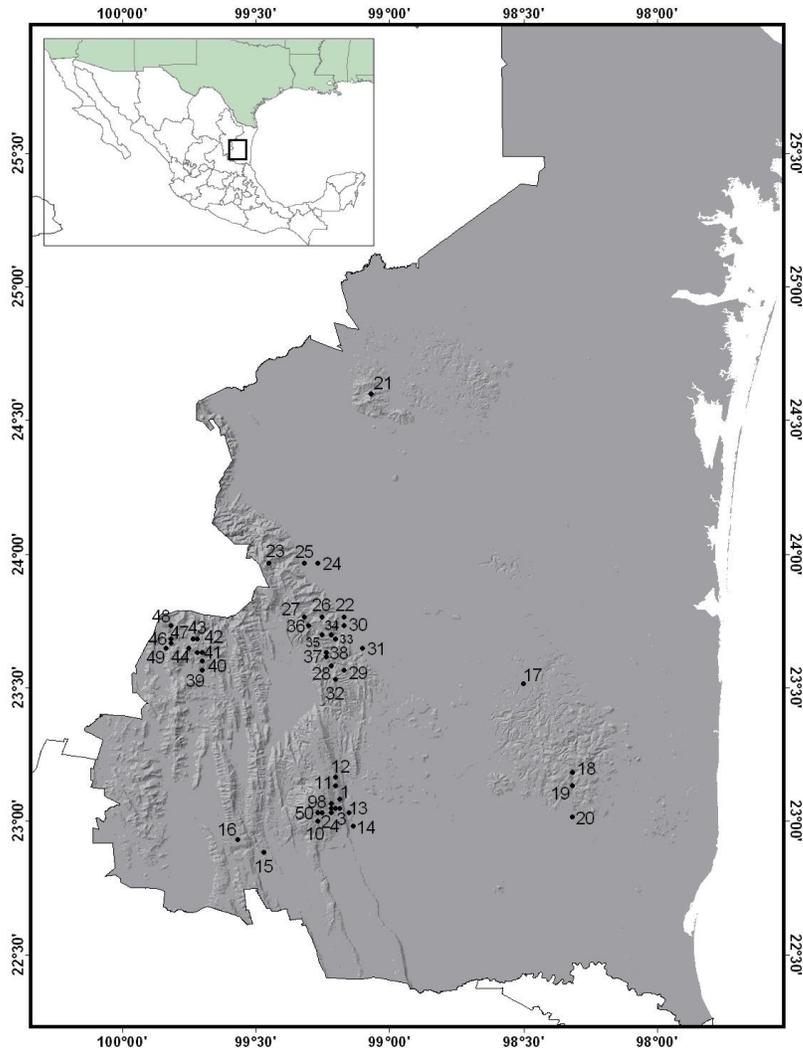
La determinación de taxonómica a nivel específico de la mayoría de las especies aquí citadas se realizó mediante la revisión de literatura especializada en macromicetos, incluyendo las obras de Singer *et al.* (1983), Pegler (1983), Dennis (1970), Snell & Dick (1970), Hesler & Smith (1979), Moser (1978), Bessette *et al.* (1997), Bessette *et al.* (2000), Bessette *et al.* (2007), Bessette *et al.* (2009), Phillips (1991), Smith & Thiers (1971), Smith-Weber & Smith (1985), Lincoff (1981), Huffman *et al.* (2008), Arora (1986), Metzler & Metzler (1992), Hesler & Smith (1963), Binion *et al.* (2008), entre otros. Las especies registradas a nivel genérico se han reconocido al nivel de morfoespecie y bajo ese criterio se anexan a la lista, estas son especies verdaderas diferentes entre sí y de aquellas que han recibido completamente el trabajo curatorial. La determinación y reconocimiento de los hongos

micorrizógenos, se fundamenta en la correlación taxonómica de los géneros señalada por Singer (1986) y en los estudios sobre la diversidad generica y especifica de los macromicetos ectomicorrizógenos señalados por Trappe (1962), Rinaldi *et al.* (2008), Brundrett (2009) y Tedersoo *et al.* (2010), entre otros. La probable correlación de simbiontes forestales se basa en observaciones del desarrollo de los carposomas en el hábitat en relación a los componentes forestales bajo los cuales han sido recolectados. El material registrado forma parte del Herbario Micológico ITCV José Castillo Tovar del Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, Tamaulipas en México.

### Localización del área de estudio

Se estudiaron 50 localidades principales ubicadas en 10 diferentes municipios y regiones del Estado de Tamaulipas (**ver Mapa 1 y Tabla I**).

**Mapa 1. Localización de los principales sitios de muestreo en el Estado de Tamaulipas**



**Tabla I. Localización de los sitios de muestreo.**

NO.	LOCALIDAD	MUNICIPIO	VEGETACIÓN	LATITUD	LONGITUD
1	Rancho El Cielo	Gómez Farías	BMM	23° 05´	99° 11´
2	El Vivero, Ej. San José	Gómez Farías	BMM	23° 02´	99° 13´
3	Ej. Alta Cima	Gómez Farías	BMM	23° 03´	99° 11´
4	Desv. a casa de Piedra, Ej. Alta Cima	Gómez Farías	BMM	23° 04´	99° 12´
5	La Alamillosa, Ej. Alta Cima	Gómez Farías	BMM, BT	23° 03´	99° 11´
6	Casa de Piedra, Ej. Alta Cima	Gómez Farías	BMM	23° 04´	99° 13´
7	Valle del Ovni, Ej. Alta Cima	Gómez Farías	BMM, BP	23° 03´	99° 13´
8	Ejido La Gloria	Gómez Farías	BPQ	23° 02´	99° 15´
9	Valle de las Peras	Gómez Farías	BMM	23° 02´	99° 15´
10	Ej. Joya de Manantiales	Gómez Farías	BPQ	23° 00´	99° 16´
11	El Julilo	Gómez Farías	BMM	23° 08´	99° 12´
12	Camino Julilo-Montecarlo	Gómez Farías	BMM	23° 10´	99° 12´
13	1.5 Km al SO de Gómez Farías	Gómez Farías	BT	23° 02´	99° 09´
14	La Florida	Gómez Farías	BT	22° 59´	99° 08´
15	El Elefante	Gómez Farías	BMM, BPQ	23° 02´	99° 16´
16	Colonia Santa María	Ocampo	BQT	22° 53´	99° 28´
17	Las Enramadas	Ocampo	BQ	22° 56´	99° 34´
18	Rancho El Lajeadero	Casas	BQ, BT	23° 31´	98° 30´
19	Cerro El Yesquero	Casas	BPQ	23° 11´	98° 19´
20	Rancho El Pueblito	Aldama	BQ	23° 08´	98° 19´
21	Ejido San Andrés	Aldama	BQT	23° 01´	98° 19´
22	Cerro El Diente	San Carlos	BMM	24° 36´	99° 04´
23	Ejido Conrado Castillo	Hidalgo	BMM, BPQ	23° 46´	99° 10´
24	Joya de Galindo	Hidalgo	BMM	23° 58´	99° 27´

25	El Tigre	Hidalgo	BQ, BT	23° 58´	99° 16´
26	La Esperanza	Guémez	BQ, BT	23° 58´	99° 19´
27	Cañón de La Peregrina	Victoria	BT, BQ, BPQ, BMM	23° 46´	99° 15´
28	Rancho El Molino	Victoria	BMM, BPQ	23° 46´	99° 19´
29	Ej. Altas Cumbres	Victoria	BQ	23° 35´	99° 13´
30	El Madroño	Victoria	BQ	23° 34´	99° 10´
31	6 Km NE de Ciudad Victoria	Victoria	MT	23° 44´	99° 10´
32	Ej. Juan Capitán	Victoria	MT	23° 39´	99° 06´
33	Puerto Arrazolo	Victoria	BQ	23° 32´	99° 12´
34	Cañón del Novillo, La Quebradora	Victoria	BT	23° 41´	99° 12´
35	Cañón del Novillo, Las Piedrotas	Victoria	BT, BQ	23° 42´	99° 13´
36	Cañón del Novillo, Los Postes	Victoria	BQ, BP	23° 42´	99° 15´
37	La Ascensión	Victoria	BPQ	23° 44´	99° 18´
38	Las Mulas	Victoria	BQ	23° 37´	99° 14´
39	Lagunas de Pino Solo	Victoria	BPQ	23° 38´	99° 14´
40	Km 6 La Peña-Aserradero	Miquihuana	BP, CHQ	23° 34´	99° 42´
41	Km 12 La Peña – Aserradero	Miquihuana	BQ, BPQ	23° 36´	99° 42´
42	Km 18 La Peña–Aserradero	Miquihuana	BP	23° 38´	99° 42´
43	Km 24 La Peña – Aserradero	Miquihuana	BPQ, CHQ	23° 41´	99° 43´
44	Ej. Aserradero	Miquihuana	BPQ	23° 41´	99° 44´
45	Ej. Valle Hermoso	Miquihuana	BPQ, BC	23° 39´	99° 45´
46	Cerro El Nacimiento	Miquihuana	BP y Conif.	23° 38´	99° 43´
47	Paso del Oso	Miquihuana	BP, CHQ	23° 40´	99° 49´
48	Camino Valle Hermoso-La Marcela	Miquihuana	BQ, CHQ	23° 41´	99° 49´
49	La Marcela	Miquihuana	BP, BQ, CHQ	23° 44´	99° 49´
50	Camino Aserradero-Los Walle	Miquihuana	BP, CHQ	23° 39´	99° 50´

## RESULTADOS

Se registran 402 taxones de hongos formadores de ectomicorriza estos pertenecen a 39 familias de hongos principalmente Basidiomycetes y Ascomycetes. Un total de 89 de estas especies se distribuyen en los bosques tropicales de tierra caliente incluyendo encinares tropicales, bosques subtropicales de *Pinus*, matorral tamaulipeco y selvas, la mayor parte de estas en asociación con especies de *Quercus*.

En la zona templada de media montaña se presentan los bosques de encino (*Quercus* spp.), bosque mesófilo de montaña y bosque mixto de *Pinus-Quercus*, en estos se han registrado 302 especies de hongos ectomicorrizógenos en donde las especies de *Quercus* y de *Pinus* constituyen los principales árboles hospederos.

De la zona de alta montaña de bosques de *Pinus* y chaparrales situados por encima de los 2200 m, se registran 82 especies de hongos, una parte de estas asociada a especies de *Pinus*, otra a especies de *Quercus* y algunas pocas asociadas con *Pseudotsuga menziesii*.

Considerando lo anterior se reconoce la gran importancia que el género *Quercus* representa en cuanto a su asociación simbiótica con hongos. Esto representa a la vez el potencial de uso de estas especies de hongos, en programas de regeneración forestal, o en proyectos de utilización sustentable del recurso con propósitos de alimentación o el uso de los hongos medicinales.

Se requiere la realización de análisis de población y productividad fúngica en los bosques para realizar un manejo sustentable de los mismos. Por otra parte los bosques templados de *Pinus*, los cuales en los últimos años han sido severamente afectados por incendios forestales son algunos de los principales objetivos a futuro en el sentido de la utilización de las especies de hongos ectomicorrizógenos en plantaciones forestales con objetivos de restauración ecológica.

Los grupos taxonómicos con mayor diversidad de especies pertenecen a las familias Boletaceae con 84 taxones, Russulaceae con 59, Amanitaceae con 27, Cortinariaceae con 21, Tricholomataceae con 14, Hygrophoraceae con 13, Pezizaceae con 13, Cantharellaceae

con 12, Bankeraceae con 12, Entolomataceae con 11, Ramariaceae con 11, Suillaceae con 9, Inocybaceae con 9, Helvellaceae con 8, Hysterangiaceae con 8, Rhizopogonaceae con 8, Albatrellaceae con 7, Sclerodermataceae con 6 y Thelephoraceae con 6, el resto de la familias comprenden 5 o menos taxones.

Algunas especies han sido encontradas repetida y abundantemente en los diferentes tipos de bosques en las localidades de estudio y constituyen por si, las especies que presentan adaptaciones a un mayor número de hospederos. Otras especies se han encontrado escasamente en los bosques considerandose en la categoría de raras, en este caso es posible que el árbol hospedero sea también una especie escasa o poco frecuente en los bosques. La especificidad ectomicorrizógena es un importante factor que determina la distribución ecológica de las especies, de esta manera alguna especies presentan una estricta especificidad de hospederos y se distribuyen casi exactamente junto con su planta hospedera, sin embargo algunas especies habitantes de encinares tropicales pueden estar presentes en otras cotas altitudinales en el bosque mesófilo de montaña o en encinares de clima templado, pero aquí cabe la posibilidad de que se trate de formas o razas ecológicas, lo cual podría dilucidarse con estudios genéticos.

Las familias de hongos con mayor diversidad y que tradicionalmente aparecen en los estudios sobre hongos ectomicorrizógenos que usualmente se asocian con diferentes familias de plantas a traves del planeta. Los hongos de el encinar tropical de *Quercus oleoides* y otras especies de encino han sido en realidad poco estudiados, por lo que a futuro es importante continuar la revisión de dicha micobiota, estos tipos de bosques son principalmente ecotróficos. Los hongos del bosque mesófilo de montaña y de los encinares, son muy diversos, estos ecosistemas requieren ser muestreados extensivamente, lo que se ha observado en este caso es que la micobiota varía parcialmente de una localidad a otra esta variación implica especies que no se presentan de igual manera en una u otra localidades, posiblemente debido la distribución de ciertas especies de *Quercus*, que forman parte de dichos bosques. Sin embargo en el bosque mesófilo coexisten con los encinos y pinos muchas especies forestales, las cuales no forman ectomicorrizas con macromicetos, por eso este tipo de vegetación se considera como parcialmente ectotrófico, lo que permite también una similar proporción de especies de hongos saprofiticos.

Evidentemente la mayor parte de las especies de hongos ectomicorrizógenos se distribuyen en los encinares y el bosque mesófilo de montaña, en este último las condiciones ecológicas como la combinación de especies forestales de origen neártico y neotropical, a la vez la identidad de las especies forestales que establecen las simbiosis ectomicorrizógena (como en *Quercus* spp.) y climáticas como los niveles de precipitación pluvial los que usualmente rebasan los 2000 mm por año, lo que permite la presencia de una amplia diversidad de hongos en esa zona. Los encinares por su parte albergan una gran diversidad de hongos ectomicorrizógenos debido a la preponderancia de estos como plantas hospederas de estos hongos, en este caso el bosque es fundamentalmente ectotrófico. Las comunidades de bosque tropical y matorral tamaulipeco exhiben una muy baja presencia de hongos ectomicorrizógenos, en estos casos algunas especies de *Lactarius*, *Russula*, *Phylloboletellus*, es posible que se asocien a algunas plantas de las familias sapotáceae, sapindaceae, polygonaceae y leguminosae existentes en las selvas, sin embargo esto requiere comprobación a través de estudios de la micorriza. Estos bosques son principalmente anectotróficos, es decir, donde predomina la micorriza vesículo-arbuscular. Los bosques de pinos y de coníferas de alta montaña han sido muy poco estudiados en cuanto a sus hongos, en parte por presentarse en sitios menos accesibles, sin embargo, se reconoce una mayor proporción de hongos ectomicorrizógenos que de hongos saprobios en dichas comunidades lo que indica que los componentes ecológicos tanto fúngicos como forestales son principalmente ectotróficos.

### **Consideraciones taxonómicas**

El reconocimiento taxonómico de los géneros y especies se basó en el criterio de Singer (1986) para la mayoría de los géneros considerados, sin embargo se reconocen las actualizaciones a nivel genérico que a partir de estudios taxonómicos recientes incluyendo desde estudios clásicos basados en morfología y ecología de los grupos de hongos y los estudios moleculares sobre los diferentes grupos de macromicetos han realizado diversos autores como los Hibbett (2006), Hibbett *et al.* (2007), Mueller *et al.* (2001), Binder & Hibett (2006), Bessette *et al.* (1997, 2000, 2007 y 2009), Singer (1945-1947) Singer *et al.*

(1983), Singer *et al.* (1990-1992), Snell & Dick (1970), Smith & Thiers (1963, 1971), Neves & Halling (2010), Ortiz-Santana *et al.* (2007), Pegler (1983), Phillips (1991), entre otros.

Las determinaciones genéricas de los hongos hipógeos se basaron principalmente en el estudio de Trappe *et al.* (2009). La lista taxonómica considerada en este estudio incluye las actualizaciones de adscripción genérica a su familia correspondiente en base a los estudios filogenéticos recientes por los autores señalados arriba. Las especies de Boletaceae como *Rubinoboletus*, *Retiboletus*, *Heimioporus*, son ejemplos de especies que han sido recombinadas de los géneros *Pulveroboletus* y *Boletellus* en los que anteriormente estaban adscritos.

### **Distribución geográfica y ecológica**

La mayor parte de las especies (más de 300) consideradas en este estudio han sido recolectadas en los bosques templados de media montaña, como son los bosques templados de *Quercus* y el bosque mesófilo de montaña, por una parte se debe a que estos corresponden a los sitios más visitados y muestreados a través de estos años y por otra a que probablemente factores ecológicos y climáticos determinen esta alta diversidad en esa porción del gradiente altitudinal.

En estos existe una afinidad muy notable con las especies que encuentran en el este y sureste de Norteamérica por lo que forman parte de la micobiota boreal de Norteamérica que se extiende hasta las zonas templadas de México y algunos países de centroamerica (Mueller *et al.*, 2006).

El bosque mesófilo de montaña en Tamaulipas ocupa algunas zonas con condiciones climáticas particulares de clima templado húmedo en altitudes que van desde los 1000 a los 1500 msnm aquí las especies de *Quercus* como *Q. polymorpha*, *Q. sartorii*, *Q. germana*, *Q. xalapensis* y *Q. rysophylla* son componentes de este bosque, mismas que sostienen a una muy diversa micobiota tantos de grupos saprobios como de ecomicorrizógenos.

En este bosque se encuentran escasos especímenes de *Fagus grandifolia* var. *mexicana* con el cual solamente se tiene el registro de *Lactarius cinereus* var. *fagetorum* como hongos

micorrizógeno asociado, además un componente inusual en algunos sitios de este tipo de bosque lo representa *Abies guatemalensis* con el cual se asocia usualmente el hongo *Gomphus floccosus*.

Aún que tanto en México como en países de centroamerica existe un cierto porcentaje de endemismo en los hongos la mayor parte o una importante proporción de esta micobiota ectomicorrizógena es afín a la de Nortemérica tanto a nivel genérico como específico.

Existen algunas comunidades forestales en el noreste de México como los bosques de coníferas, los cuales exhiben una muy marcada correlación a nivel de géneros de árboles así como las especies de macromicetos ectomicorrizógenos asociadas con zonas de Norteamérica, aquí encontramos a *Suillus lakei*, *Gomphidius smithii* y *Phylloporus arenicola* asociados con *Pseudotsuga mensiezii*; *Leccinum insigne* se asocia con *Populus tremuloides*; *Boletus barrowsii* con *Abies mexicana*, *Abies vejari* y algunas especies de *Pinus*; por otra parte *Suillus pungens* está asociado con *Pinus hartwegi*; *Suillus americanus*, *Suillus imitatus* y *Suillus spraguei* se asocian con *Pinus strobiformis*, en base a material registrado de localidades de Coahuila en la Sierra Madre Oriental. Esta micobiota micorrizógena y los hongos saprofiticos asociados al sustrato vegetal de estas comunidades vegetales se vinculan de forma similar a las existentes en los bosques del suroeste y noroeste de Nortamérica.

La gran diversidad de encinos y pinos de México son el principal factor que determina la distribución y diversidad de hongos ectomicorrizógenos en el país. Esto implica la existencia de una importante riqueza de especies forestales endémicas tanto en México y regiones cercanas como Centroamérica y su importancia como componentes fundamentales de los bosques templados del continente.

La especiación forestal ha ocurrido a lo largo de varios millones de años desde el período terciario y durante el cuaternario favorecido entre otros factores por el cambio climático ejercido por los recurrentes períodos glaciales ocurridos en el pasado geológico y a la compleja orografía que presenta la parte continental de México.

Si reconocemos los aspectos de la especificidad y la fidelidad en las relaciones ectomicorrizógenas entre los árboles y sus hongos asociados como atributos ecológicos esenciales y al aislamiento geográfico y ecológico que sostuvieron tanto los hongos como sus simbioses forestales durante los periodos geológicos anteriores, es muy probable que al mismo tiempo en el que transcurrieron los procesos de especiación en los árboles sucedió también la especiación de algunos de los hongos asociados simbióticamente. Esto debió suceder en el mismo período de tiempo como parte de un proceso coevolutivo responsable de dichos endemismos. La formación de nuevas especies de hongos en México así como su migración continental hacia el norte y hacia el sur es posible que haya sucedido en los períodos interglaciales y en el presente.

La migración de las especies de árboles y hongos hacia el sur, debió suceder a partir del surgimiento de la parte continental de Centroamérica hace aproximadamente 3 millones de años. La dispersión de muchos grupos de la biota forestal hacia centroamérica ha sido documentada por Graham (2011) y estudios que correlacionan los hongos de Centroamérica y México son los de Singer (1983) y Singer *et al.* (1990,1991, 1992), el trabajo de Halling (2001), Halling & Mueller (2002), Halling *et al.* (2008) y el trabajo de Ortiz-Santana *et al.* (2007) sobre boletáceos de Belice y República Dominicana. Esto explica la distribución de algunos hongos ecomicorrizógenos endémicos en ambas zonas de México y América Central, como sucede en los casos de *Boletus guatemalensis*, *Austroboletus neotropicalis*, *Leccinum andinum*, *Leccinum neotropicalis*, *Leccinum chromapes*, *Tylopilus subcellulosus*, *Heimioporus ivoryi*, *Tylopilus obscurus* (Halling & Mueller, 2005) y otras especies registradas originalmente en Costa Rica, Belice, Guatemala y Honduras, y que son especies que han sido encontrados con regularidad en bosques del centro, sur y este de México y forman parte de la micobiota mexicana. Estas probablemente surgieron en México y se extendieron hacia Centroamérica durante el terciario y el cuaternario o se formaron en Centroamérica durante los últimos 3 millones de años redistribuyéndose hacia regiones de México y Norteamérica.

En el caso de *Quercus oleoides*, una especie común de encino tropical, parece ser resultado de las múltiples adaptaciones sucedidas en las especies de encinos de clima templado durante los períodos glaciales, adaptándose a ambientes de clima cálido subhúmedo

desde la región noreste de México en Tamaulipas, las regiones bajas de Veracruz, Tabasco, hasta Costa Rica. Esta comunidad forestal alberga una gran cantidad de hongos específicamente asociadas como lo señaló Singer (1983).

Alrededor de 90 especies de hongos ecomicorrizógenos se conocen en los bosques de clima cálido de las zonas bajas de Tamaulipas, esto se debe a la presencia de *Quercus oleoides*, *Quercus fusiformis*, *Quercus polymorpha* y otras especies de árboles simbióticos con hongos que habitan la parte baja del gradiente altitudinal desde solo unos cuantos metros sobre el nivel del mar en la región de Altamira, Aldama y Tampico en Tamaulipas y el Norte de Veracruz y su continuidad en el pie de monte de la Sierra de Tamaulipas y la Sierra Madre Oriental hasta los 700-800 metros de altitud. Estos bosques siempre se presentan en zonas cuya altitud es inferior a la de los bosques de encino y bosque mesófilo de montaña, propios de climas templados y más húmedos.

Entre los ambientes tropicales que se encuentran en la región encontramos a las selvas bajas y medianas, en general se trata de bosques anectotróficos, con muy escasa presencia de hongos ectomicorrizógenos, a no ser por la presencia de especies de *Coccoloba* (Polygonaceae), algunas sapotáceas y leguminosas, con las cuales se pueden asociar algunos hongos como *Phylloboletellus chloephorus*, *Lactarius nebulosus* y *Lactarius piperatus*.

Las especies micorrizógenas de hongos registradas de las zonas bajas y cálidas son afines en parte a las de Norteamérica y en parte a las de la zona neotropical. Algunas comunidades como los bosques de pino piñonero, los chaparrales compuestos por de rosáceas, encinos y pinos han sido poco muestreadas para estudios micológicos en la región. Sin embargo la presencia de *Quercus* y *Pinus* de condición arbustiva (algunas endémicas de la región), nos indican la posibilidad de encontrar una interesante micobiota asociada, en estos sitios se han encontrado algunas especies de *Rhizopogon*, *Genea*, *Genabea*, *Gymon cystis*, *Octaviania*, *Astraeus*, *Amanita*, *Cortinarius*, *Inocybe*, *Chlaciporus* y *Suillus* algunas de las cuales constituyen nuevas especies aún sin describir y al parecer únicas, adaptadas a ambientes de clima extremo con períodos muy cortos de precipitación pluvial.

## Taxonomía y ecología de las especies de hongos estudiadas

Se resume en la siguiente tabla las especies de hongos encontradas como parte de este estudio (**Tabla II**).

**Tabla II. Relación de especies de hongos y posibles hospederos forestales.**

FAMILIAS Y ESPECIES	TIPO DE BOSQUE	POSIBLES HOSPEDEROS
<b>ALBATRELLACEAE</b>		
<i>Albatrellus cristatus</i> (Schaeff.) Kotl. & Pouzar	BTQ,BMM,BPQ	<i>Quercus</i> sp., <i>Pinus teocote</i> , <i>P. pseudostrobus</i>
<i>Albatrellus dispansus</i> (Lloyd) Canf. & Gilb.	BTQ,BMM	<i>Pinus patula</i> , <i>Quercus</i> sp.
<i>Albatrellus ellissii</i> (Berk.) Pouzar	BPQ	<i>Pinus teocote</i> , <i>Pinus hartwegii</i>
<i>Albatrellus pilosus</i> (Petch) Ryvardeen	MT,SBC,BQ	Leguminosas, <i>Quercus</i> sp.
<i>Albatrellus</i> sp.	BPQ	<i>Pinus pseudostrobus</i> , <i>Pinus teocote</i> , <i>Quercus</i> sp.
<i>Albatrellus subrubescens</i> (Murrill) Pouzar	BMM	<i>Pinus patula</i> , <i>Quercus</i> sp.
<i>Leucophleps</i> sp.	Ch	<i>Quercus pringlei</i>
<b>AMANITACEAE</b>		
<i>Amanita aff. aureoflocossa</i> Bas	SBS	<i>Coccoloba</i> sp.
<i>Amanita caesarea</i> (Scop.) Pers.	BPQ	<i>Pinus patula</i> , <i>Pinus hartwegii</i>
<i>Amanita polypyraxis</i> (Berk. & M.A. Curtis) Sacc.	BQ,BTQ,BMM	<i>Quercus polymorpha</i> , <i>Q. oleoides</i>
<i>Amanita alexandri</i> Guzmán	BMM	<i>Quercus sartorii</i> , <i>Q. germana</i>
<i>Amanita arocheae</i> Tulloss, Ovrebo & Halling	BMM	<i>Quercus sartorii</i> , <i>Q. germana</i>
<i>Amanita bisporigera</i> G.F. Atk.	BQ,BTQ,BMM,BPQ	<i>Quercus polymorpha</i> , <i>Q. sartorii</i> , <i>Q. germana</i>
<i>Amanita brunnescens</i> G.F. Atk.	BTQ,BMM	<i>Quercus sartorii</i>
<i>Amanita caesarea</i> (Scop.) Pers. var.	BQ,BTQ	<i>Quercus polymorpha</i> , <i>Q. canbyi</i>
<i>Amanita ceciliae</i> (Berk. & Broome) Bas	BMM,BPQ	<i>Pinus hartwegii</i> , <i>P. patula</i>
<i>Amanita cookeri</i> (E.-J. Gilbert & Kühner) E.- J. Gilbert	BMM	<i>Pinus patula</i>
<i>Amanita crocea</i> (Quél.) Singer	BTQ,BMM,BPQ	<i>Quercus polymorpha</i> , <i>Q. canbyi</i> , <i>Q. sartorii</i>
<i>Amanita flavoconia</i> Atk.	BTQ,BMM,BPQ	<i>Q. polymorpha</i> , <i>Q. rysophylla</i> , <i>Q. sartorii</i>

<i>Amanita flavorubescens</i> G.F. Atk.	BQ, BTQ	<i>Quercus fusiformis</i>
<i>Amanita fulva</i> (Schaeff.) Krombh.	BQ,BTQ,BMM, BPQ	<i>Quercus polymorpha</i> , <i>Q. canbyi</i> , <i>Q. sartorii</i>
<i>Amanita gemmata</i> (Fr.) Gilb.	BTQ,BMM,BPQ	<i>Pinus teocote</i> , <i>P. pseudostrobus</i>
<i>Amanita guzmanii</i> Cifuentes, Villegas & G. Santiago	BMM	<i>Quercus sartorii</i> , <i>Q. germana</i>
<i>Amanita jacksoni</i> Pomerl.	BMM	<i>Quercus sartorii</i> , <i>Q. germana</i>
<i>Amanita muscaria</i> (L.) Lam.	BPQ,BP	<i>Pinus teocote</i> , <i>Pinus pseudostrobus</i>
<i>Amanita pantherina</i> (DC.) Krombh.	BTQ,BMM,BPQ,BP	<i>Quercus canbyi</i> , <i>Quercus sartorii</i> , <i>Pinus pseudostrobus</i>
<i>Amanita porphyria</i> Alb. & Schwein.	BTQ,BMM	<i>Quercus sartorii</i> , <i>Q. germana</i>
<i>Amanita rubescens</i> Pers.:Fr.	BTQ,BMM,BPQ	<i>Pinus pseudostrobus</i> , <i>P. patula</i> , <i>Quercus sartorii</i>
<i>Amanita</i> Secc. <i>Vaginatae</i>	BP	<i>Pinus hartwegii</i> , <i>P. momntezumae</i>
<i>Amanita</i> sp. 1 *	BMM	<i>Pinus patula</i>
<i>Amanita vaginata</i> (Bull.) Lam.	BQ,BTQ,BMM,BPQ,BP	<i>Quercus fusiformis</i> , <i>Q. polymorpha</i> , <i>Quercus spp</i>
<i>Amanita vaginata alba</i> (Bull.) Romagn.	BQ, BTQ	<i>Quercus fusiformis</i> , <i>Q. polymorpha</i>
<i>Amanita verna</i> (Bull.) Lam.	Ch	<i>Quercus miquihuanensis</i>
<i>Amanita volvata</i> (Peck) Lloyd	BMM	<i>Quercus germana</i> , <i>Q. sartorii</i>
<b>BANKERACEAE</b>		
<i>Boletopsis leucomelaena</i> (Pers.) Fayod	BMM	<i>Quercus germana</i> , <i>Quercus sartorii</i> , <i>Pinus spp.</i>
<i>Hydnellum concrescens</i> (Pers.) Banker	BMM	<i>Quercus germana</i> , <i>Q. sartorii</i>
<i>Hydnellum conigenum</i> (Peck) Banker	BMM	<i>Quercus germana</i> , <i>Q. sartorii</i>
<i>Hydnellum earlianum</i> Banker	BMM	<i>Quercus germana</i> , <i>Q. sartorii</i>
<i>Hydnellum scrobiculatus</i> (Fr.) P. Karst.	BMM	<i>Quercus germana</i> , <i>Q. sartorii</i>
<i>Hydnellum</i> sp. 1 *	BMM	<i>Quercus sp.</i>
<i>Phellodon mellaleucus</i> (Sw. ex Fr.) P. Karst.	BMM	<i>Quercus germana</i> , <i>Q. sartorii</i>
<i>Phellodon niger</i> (Fr.) P. Karst.	BMM	<i>Quercus germana</i> , <i>Q. sartorii</i>
<i>Sarcodon fennicus</i> (P. Karst.) P. Karst.	BMM,BP	<i>Quercus germana</i> , <i>Q. sartorii</i> , <i>Pinus spp.</i>
<i>Sarcodon scabrosus</i> (Fr.) P. Karst.	BMM	<i>Quercus germana</i> , <i>Q. sartorii</i>
<i>Sarcodon imbricatus</i> (L.) P. Karst.	BTQ, BMM	<i>Quercus laeta</i> , <i>Q. polymorpha</i> , <i>Q. sartorii</i>
<i>Sarcodon</i> sp. *	BMM	<i>Q. sartorii</i> , <i>Q. germana</i>
<b>BOLETACEAE</b>		

<i>Aureoboletus auriporus</i> (Peck) Pouzar	BQ,BTQ,BMM,BPQ	<i>Quercus rysophylla</i> , <i>Q. sartorii</i>
<i>Austroboletus neotropicalis</i> Singer, J. García & L.D. Gómez	BQ,BMM	<i>Quercus.germana</i> , <i>Q. sartori</i> , <i>Q. rysophylla</i>
<i>Boletellus coccineus</i> (Sacc.) Singer	BQ,BTQ,BMM	<i>Quercus fusiformis</i> , <i>Q. oleoides</i> , <i>Q. germana</i> ,
<i>Boletellus flocculosipes</i> (Murrill) Perr.-Bertr.	BQ,BTQ,BMM	<i>Q. germana</i> , <i>Q. polymorpha</i> , <i>Q. fusiformis</i>
<i>Boletellus projectellus</i> (Murrill) Singer	BPQ	<i>Pinus teocote</i> , <i>Quercus</i> sp.
<i>Boletellus pseudochrysenderoides</i> A.H. Sm. & Thiers	BQ,BTQ,BMM	<i>Quercus polymorpha</i> , <i>Q.fusiformis</i> , <i>Q. canbyi</i> , <i>Q. sartorii</i>
<i>Boletellus russellii</i> (Frost) E.-J. Gilbert	BPQ	<i>Pinus teocote</i> , <i>P. pseudostrobus</i>
<i>Boletus aff atkinsonii</i> Peck	BMM	<i>Quercus germana</i> , <i>Q.sartorii</i>
<i>Boletus aff. appendiculatus</i> Schaeff.	BQ,BPQ	<i>Quercus mexicana</i> , <i>Q. greggii</i>
<i>Boletus aff. bicoloroides</i> A.H. Sm. & Thiers	BMM	<i>Quercus sartorii</i> , <i>Q. germana</i> ,
<i>Boletus aff. mahoganicolor</i> Bessette, Both & Dunawa	BTQ,BPQ	<i>Quercus mexicana</i>
<i>Boletus aff. neoregius</i> Halling & G.M. Muell.	BTQ,BPQ	<i>Quercus miquihuanensis</i> , <i>Q. mexicana</i>
<i>Boletus aff. vermiculosus</i> Peck	BMM	<i>Quercus germana</i> , <i>Q. sartorii</i>
<i>Boletus austrinus</i> Singer	BQ,BMM	<i>Quercus fusiformis</i> , <i>Q. polymorpha</i> , <i>Q. germana</i>
<i>Boletus barrowsii</i> Thiers & A.H. Sm.	BPQ	<i>Pinus hartwegii</i> , <i>Quercus miquihuanensis</i>
<i>Boletus cieloensis ad int.</i>	BMM	<i>Quercus sartorii</i> , <i>Q germana</i>
<i>Boletus fairchildianus</i> (Singer) Singer	BQ,BTQ	<i>Quercus fusiformis</i> , <i>Q. oleoides</i> , <i>Q. canbyi</i>
<i>Boletus floridanus</i> (Murrill.) Singer	BQ, BTQ	<i>Quercus fusiformis</i> , <i>Q. polymorpha</i>
<i>Boletus frostii</i> J.L. Russell	BQ, BPQ	<i>Quercus mexicana</i>
<i>Boletus gertrudiae</i> Peck	BMM	<i>Quercus sartorii</i> , <i>Q. germana</i> ,
<i>Boletus hypocaycinus</i> Singer	BQ,BTQ,BMM	<i>Quercus fusiformis</i> , <i>Quercus polymorpha</i>
<i>Boletus inedulis</i> (Murrill) Murrill	BQ, BTQ, BMM,	<i>Quercus fusiformis</i> , <i>Quercus</i> spp.
<i>Boletus luridellus</i> (Murrill) Murrill	BQ,BTQ	<i>Quercus</i> spp.
<i>Boletus luridus</i> Schaeff.	BQ,BTQ,BMM,BPQ	<i>Quercus fusiformis.</i> , <i>Q. canbyi</i> , <i>Q. sartorii</i>
<i>Boletus norestensis ad int.</i>	<i>BQ,BTQ,BMM</i>	<i>Quercus fusiformis</i> , <i>Q. polymorpha</i> , <i>Q. germana</i>

<i>Boletus paulae</i> García, Singer et Garza	BQ,BTQ,BMM	<i>Quercus fusiformis</i> , <i>Q. germana</i> , <i>Q. polymorpha</i>
<i>Boletus pseudopecki</i> A.H. Sm. & Thiers	BTQ	<i>Quercus</i> sp.
<i>Boletus rubellus</i> Krombh.	BQ,BTQ,BMM, BPQ	<i>Q. fusiformis</i> , <i>Q. polymorpha</i> , <i>Q. germana</i> , <i>Q. rysophylla</i>
<i>Boletus rubricitrinus</i> (Murrill) Murrill	BQ,BTQ	<i>Q. fusiformis</i> , <i>Q. oleoides</i> , <i>Q. canbyi</i> ,
<i>Boletus sierramadrensis ad int.</i>	<i>Q. canbyi</i> , <i>Q. polymorpha</i>	<i>Q. canbyi</i> , <i>Q. polymorpha</i>
<i>Boletus singerii</i> García , Valenzuela y Estrada	BTQ	<i>Quercus canbyi</i>
<i>Boletus</i> sp.1 *	BMM	<i>Quercus sartorii</i> , <i>Q. germana</i>
<i>Boletus subvelutipes</i> Peck	BQ,BTQ,BMM	<i>Quercus oleoides</i> , <i>Q. fusiformis</i> , <i>Q. sartorii</i> , <i>Q. germana</i>
<i>Boletus tamaulipanensis ad. Int.</i>	BQ,BTQ,BMM	<i>Quercus fusiformis</i> , <i>Quercus canbyi</i> , <i>Q. polymorpha</i>
<i>Boletus variipes</i> Peck	BTQ,BMM,BPQ	<i>Q. canbyi</i> , <i>Q. polymorpha</i> , <i>Q. rysophylla</i>
<i>Boletus variipes var. fagicola</i> A.H. Sm. & Thiers	BQ,BTQ,BMM	<i>Quercus oleoides</i> , <i>Q. sartorii</i>
<i>Chalciporus amarellus</i> (Quél.) Bataille	BP	<i>Pinus cembroides</i>
<i>Chalciporus rubinellus</i> (Peck) Singer	BP	<i>Pinus patula</i>
<i>Chalciporus</i> sp. 1 *	BMM	<i>Quercus germana</i> , <i>Q. polymorpha</i> , <i>Q. sartorii</i>
<i>Heimioporus ivoryi</i> (Singer) E. Horak	BTQ,BPQ	<i>Q. coccolobifolia</i> , <i>Quercus</i> sp. , <i>Pinus</i> sp
<i>Leccinum aff. hortonii</i> (A.H. Sm. & Thiers) Hongo & Nagas.	BQ,BMM	<i>Quercus fusiformis</i> , <i>Quercus germanan.</i> <i>Q. sartorii</i>
<i>Leccinum albellum</i> (Peck) Singer	BTQ,BMM,BPQ	<i>Q. oleoides</i> , <i>Q. sartorii</i> , <i>Q. germana</i> , <i>Q. coccolobifolia</i>
<i>Leccinum chromapes</i> (Frost) Singer	BMM	<i>Quercus</i> sp.
<i>Leccinum eximium</i> (Pers.) Singer	BMM	<i>Quercus rysophylla</i> , <i>Q. sartorii</i> , <i>Q. germana</i> ,
<i>Leccinum griseum</i> (Quél.) Singer	BTQ,BMM,BPQ	<i>Quercus rysophylla</i> , <i>Q. mexicana</i> , <i>Q. sartorii</i>
<i>Leccinum rubropunctum</i> (Peck) Singer	BQ,BMM	<i>Quercus fusiformis</i> , <i>Q. sartorii</i> , <i>Q. germana</i>
<i>Leccinum rugosiceps</i> (Peck) Singer	BQ,BTQ,BMM	<i>Q. fusiformis</i> , <i>Q. polymorpha</i> , <i>Q. oleoides</i> , <i>Q. germana</i>

<i>Leccinum</i> sp. 1	BQ, BMM	<i>Q. germana, Q. sartorii</i>
<i>Leccinum sphaerocystis</i> (Smith y Thiers) Singer & García <i>ad int.</i>	BTQ,BMM	<i>Quercus fusiformis, Q. polymorpha</i>
<i>Leccinum subglabripes</i> (Peck) Singer	BQ,BTQ,BMM	<i>Quercus fusiformis, Q. polymorpha</i>
<i>Phylloboletellus chloephorus</i> var. <i>mexicanus</i> Singer, J. García & L.D. Gómez	MT,SBS	<i>Acacia, Ebenopsis, Havardia</i>
<i>Phylloporus aff phaeoxanthus</i> Singer & L.D. Gómez	BMM	<i>Quercus germana, Q. sartorii</i>
<i>Phylloporus aff. arenicola</i> A.H. Sm. & Trappe	BP	<i>Pseudostuga menziesii</i>
<i>Phylloporus foliiporus</i> (Murrill) Singer	BTQ,BMM	<i>Quercus sartorii, Q. germana, Q. polymorpha, Q. canbyi</i>
<i>Phylloporus rhodoxanthus</i> (Schwein.) Bres.	BMM,BPQ	<i>Quercus sartorii, Quercus spp. Quercus mexicana, Q. polymorpha, Q. canbyi</i>
<i>Phylloporus mulensis ad int.</i>	BTQ	
<i>Phylloporus victoriensis ad int.</i>	BQ	<i>Q. fusiformis, Q. polymorpha</i>
<i>Porphyrellus cyaneotinctus</i> (A.H. Sm. & Thiers) Singer	BQ,BTQ,BMM	<i>Q. fusiformis, Q. rysophylla, Q. polymorpha, Q. germana</i>
<i>Porphyrellus zaragozae</i> Singer & J. García	BTQ	<i>Quercus mexicana</i>
<i>Pulveroboletus ravenelii</i> (Berk. & M.A. Curtis) Murrill	BTQ, BMM, BPQ	<i>Q. polymorpha, Q. germana, Q. sartorii, Q. rysophylla</i>
<i>Retiboletus griseus</i> (Frost) Manfr. Binder & Bresinsky	BTQ,BMM,BPQ	<i>Quercus sartorii, Q. germana, Q. mexicana</i>
<i>Retiboletus retipes</i> (Berk. & M.A. Curtis) Manfr. Binder & Bresinsky	BQ,BMM	<i>Quercus sartorii, Q. germana, Q. oleoides, Q. fusiformis</i>
<i>Rubinoboletus balloui</i> (Peck) Heinem. & Rammeloo	BQ, BTQ,BMM,BPQ	<i>Quercus oleoides, Q. sartorii, Quercus spp.</i>
<i>Rubinoboletus caespitosus</i> T.H. Li & Watling	BMM	<i>Quercus sartorii, Quercus spp.</i>
<i>Strobilomyces confusus</i> Singer	BMM	<i>Quercus germana, Q. sartorii, Q. rysophylla</i>
<i>Strobilomyces floccopus</i> (Vahl) P. Karst.	BQ,BTQ,BMM,BPQ,BP	<i>Quercus spp., Pinus spp.</i>
<i>Tylopilus alboater</i> (Schwein.) Murrill	BQ,BTQ,BMM	<i>Quercus oleoides, Q. sartorii, Q. muehlenbergi</i>
<i>Tylopilus ferrugineus</i> (Frost) Singer	BQ,BTQ, BMM	<i>Q. fusiformis, Q. polymorpha, Q. canbyi, Q. rysophylla</i>
<i>Tylopilus griseocarneus</i> Wolfe & Halling	BQ	<i>Q. fusiformis, Q. polymorpha</i>
<i>Tylopilus plumbeoviolaceus</i> (Snell & E.A. Dick) Snell & E.A. Dick	BQ,BTQ,BMM	<i>Q. oleoides, Q. sartorii, Q. germana, Q. polymorpha</i>

<i>Tylopilus rubrobrunneus</i> Mazzer & A.H. Sm.	BQ	<i>Q. oleoides</i>
<i>Tylopilus</i> sp. 1 *	BQ,BTQ	<i>Q. oleoides, Quercus</i> spp.
<i>Tylopilus subcellulosus</i> Singer & J. García	BTQ,BMM	<i>Quercus sartorii, Q germana</i>
<i>Tylopilus tabacinus</i> (Peck) Singer	BQ	<i>Q. oleoides, Quercus</i> spp.
<i>Tylopilus williamsii</i> Singer & J. García	BMM	<i>Quercus muehlenbergi, Q. sartorii</i>
<i>Xanthoconium aff. chatogaense</i> Wolfe	BTQ	<i>Quercus polymorpha, Q. laeta</i>
<i>Xanthoconium affine</i> (Peck) Singer	BQ,BTQ,BMM	<i>Q. oleoides, Quercus</i> spp.
<i>Xanthoconium affine var reticulatus</i> (A.H. Sm.) Wolfe	BQ, BTQ,BMM	<i>Q. fusiformis, Q. polymorpha</i>
<i>Xanthoconium separans</i> (Peck) Halling & Both	BQ,BMM	<i>Q. sartorii, Q. germana, Q. oleoides</i>
<i>Xerocomus badius</i> (Fr.) E.-J. Gilbert	BTQ, BMM	<i>Q. sartorii, Quercus</i> sp.
<i>Xerocomus illudens xanthomycelinus</i> Singer	BTQ,BMM	<i>Q. canbyi, Q. polymorpha, Q. rysophylla</i>
<i>Xerocomus spadiceus</i> (Fr.) Quél.	BMM	<i>Quercus sartorii, Q. germana</i>
<i>Xerocomus subtomentosus</i> (L.) Quél.	BTQ,BMM	<i>Q. germana, Q. sartorii</i>
<i>Xerocomus truncatus</i> Singer, Snell & E.A. Dick	BQ,BTQ,BMM	<i>Quercus sartorii, Quercus fusiformis, Q. germana,</i>
<b>CANTHARELLACEAE</b>		
<i>Cantharellus</i> sp. 1 *	BQ,BTQ	<i>Quercus fusiformis, Quercus polymorpha</i>
<i>Cantharellus cibarius</i> Fr.	BQ,BTQ,BMM,BPQ,BP	<i>Q. fusiformis, Q. polymorpha, Quercus</i> sp., <i>Pinus</i> sp.
<i>Cantharellus cinnabarinus</i> (Schwein.) Schwein	BTQ; BMM	<i>Q. sartorii, Q. germana, Q. rysophylla</i>
<i>Cantharellus lateritius</i> (Berk.) Singer	BQ,BTQ	<i>Q. fusiformis, Q. oleoides</i>
<i>Cantharellus minor</i> Peck	BMM	<i>Q. germana, Q. sartorii</i>
<i>Cantharellus</i> sp.2 *	BTQ	<i>Q. canbyi, A. laeta, Q. polymorpha</i>
<i>Cantharellus tubaeformis</i> Fr.	BTQ,BMM	<i>Q. canbyi, Q. polymorpha</i>
<i>Cantharellus xanthopus</i> (Pers.) Duby	BP	<i>Pinus hartwegii</i>
<i>Craterellus cornucupioides</i> (L.) Pers.	BTQ	<i>Quercus</i> spp.
<i>Cratherellus fallax</i> A.H. Sm.	BTQ,BMM,BPQ	<i>Quercus mexicana, Q. sartorii, Pinus pseudostrobus</i>
<i>Pseudocraterellus sinuosus</i> (Fr.) Corner	BTQ,BMM	<i>Quercus germana, Q. sartorii</i>
<i>Pseudocratherellus</i> sp. *	BTQ	<i>Quercus polymorpha, Q. canbyi, Q. laeta</i>

**CLAVARIADELPHACEAE**

<i>Beenakia</i> sp.1 *	BMM	<i>Q. germana, Q. sartorii</i>
<i>Clavariadelphus ligula</i> (Schaeff.) Donk	BMM	<i>Q. sartorii</i>
<i>Clavariadelphus</i> sp.1 *	BMM	<i>Quercus</i> sp.
<i>Clavariadelphus truncatus</i> (Quéf.) Donk	BP	<i>Pinus hartwegii</i>
<b>CLAVULINACEAE</b>		
<i>Clavulina cinerea</i> (Bull.) J. Schröt.	BMM, BPQ, BP	<i>Pinus cembroides, Pinus patula</i>
<b>CORTINARIACEAE</b>		
<i>Cortinarius aff. alboviolaceus</i> (Pers.) Fr.	BQ, BTQ, BMM, BPQ	<i>Quercus sartorii, Q. canbyi, Q. polymorpha, Q. rysophylla</i>
<i>Cortinarius aff. croceus</i> (Schaeff.) Gray	BMM	<i>Q. sartorii, Q. germana</i>
<i>Cortinarius aff. iodeoides</i> Kauffman	BQ	<i>Quercus polymorpha, Q. canbyi, Q. germana</i>
<i>Cortinarius bolaris</i> (Pers.) Fr.	BMM	<i>Q. germana, Q. sartorii, Q. laeta</i>
<i>Cortinarius corrugatus</i> Peck	BTQ, BMM	<i>Quercus sartorii, Quercus</i> spp.
<i>Cortinarius elegantissimus</i> Rob. Henry	BTQ	<i>Quercus polymorpha, Q. canbyi</i>
<i>Cortinarius hesleri</i> Ammirati & A.H. Sm.	BTQ, BMM, BPQ	<i>Quercus</i> spp.
<i>Cortinarius iodes</i> Berk. & M.A. Curtis	BQ, BTQ, BMM	<i>Quercus fusiformis, Q. canbyi, Q. polymorpha</i>
<i>Cortinarius sanguineus</i> (Wulfen) Fr.	BTQ, BMM, BPQ	<i>Q. canbyi, Q. polymorpha</i>
<i>Cortinarius</i> sp. 1 *	BTQ	<i>Q. canbyi, Q. polymorpha</i>
<i>Cortinarius</i> sp. 2 *	BTQ, BPQ	<i>Quercus</i> sp., <i>Pinus</i> sp.
<i>Cortinarius</i> sp. 3 *	BTQ, BPQ, BP	<i>Quercus</i> sp., <i>Pinus</i> sp.
<i>Cortinarius</i> sp. 4 *	BTQ, BPQ, BP	<i>Quercus</i> sp., <i>Pinus</i> sp.
<i>Cortinarius</i> sp. 5 *	BTQ, BPQ, BP	<i>Quercus</i> sp., <i>Pinus</i> sp.
<i>Cortinarius</i> sp. 6 *	BTQ, BPQ, BP	<i>Quercus</i> sp., <i>Pinus</i> sp.
<i>Cortinarius</i> sp. 7 *	BPQ, BP	<i>Q. canbyi, Q. polymorpha</i>
<i>Cortinarius</i> sp. 8 *	BTQ, BMM, BPQ	<i>Q. canbyi, Q. polymorpha, Q. sartorii, Q. germana</i>
<i>Cortinarius violaceus</i> (L.) Gray	BTQ, BMM, BPQ	<i>Q. germana, Q. rysophylla</i>
<i>Dermocybe aff. cinammomeus</i> (L.) Fr.	BMM	<i>Q. germana, Q. sartorii, Q. rysophylla</i>
<i>Phaeocollybia</i> sp. 1 *	BMM	<i>Q. germana, Q. sartorii</i>
<i>Taxterogaster</i> sp. 1 *	BPQ	<i>Q. mexicana</i>
<b>DIPLOCYSTIDIACEAE</b>		
<i>Astraeus hygrometricus</i> (Pers.) Morgan	BQ, BPQ, Ch, BP	<i>Quercus fusiformis, Q. mexicana, Pinus hartwegii</i>
<b>ELAPHOMYCETACEAE</b>		

<i>Elaphomyces appalachiensis</i> Linder	BPQ	<i>Pinus pseudostrabus, Quercus rysophylla</i>
<i>Elaphomyces granulatus</i> Fr.	BPQ,BP	<i>Pinus teocote, Pinus hartwegii, P montezumae</i>
<i>Elaphomyces muricatus</i> Fr.	BMM	<i>Pinus patula</i>
<b>ENDOGENACEAE</b>		
<i>Endogone</i> sp. 1 *	BPQ,BP	<i>Pinus pseudostrabus, P. teocote</i>
<i>Endogone</i> sp. 2 *	BMM,BPQ	<i>Pinus patula, P pseudostrabus</i>
<i>Endogone</i> sp. 3 *	BPQ	<i>P. hartwegii, P. montezumae</i>
<b>ENTOLOMATACEAE</b>		
<i>Clitopilus</i> sp. 1 *	BQ,SBC	<i>Quercus fusiformis,</i>
<i>Clytopilus scyphoides</i> (Fr.) Singer	BMM	<i>Quercus sartorii, Q. germana</i>
<i>Entoloma mexicanum</i> (Murrill) Hesler	MT,SBC	Leguminosas
<i>Entoloma nigroviolaceum</i>	BMM	<i>Quercus</i> spp.
<i>Entoloma sinuatum</i>	BTQ,BMM	<i>Quercus canbyi, Q. polymorpha, Q. laeta</i>
<i>Entoloma</i> sp. 1 *	SBC,SBS	Leguminosas
<i>Entoloma</i> sp. 2 *	BMM	<i>Quercus</i> spp.
<i>Entoloma</i> sp. 3 *	BPQ,BMM	<i>Quercus</i> sp., <i>Pinus</i> sp.
<i>Entoloma</i> sp. 4 *	BQ,BMM	<i>Q. fusiformis, Q. sartorii, Q. germana</i>
<i>Entoloma</i> sp. 5 *	BTQ	<i>Quercus mexicana, Pinus hartwegii</i>
<i>Entoloma</i> sp. 6 *	BPQ	<i>Quercus mexicana, Q. greggii, Pinus teocote</i>
<b>GOMPHACEAE</b>		
<i>Gautieria magnicellaris</i> (Pilát) E.L. Stewart & Trappe	BTQ	<i>Quercus polymorpha, Q. canbyi</i>
<i>Gautieria</i> sp. 1 *	BPQ	<i>Quercus mexicana, Pinus</i> sp.
<i>Gautieria</i> sp. 2 *	BPQ	<i>Quercus</i> sp., <i>Arbutus xalapensis,</i> <i>Pinus</i> sp.
<i>Gomphus clavatus</i> (Pers.) Gray	BMM	<i>Quercus germana, Q. sartorii</i>
<i>Gomphus floccosus</i> (Schwein.) Singer	BMM,BP	<i>Abies guatemalensis, Abies</i> sp.
<b>GOMPHIDIACEAE</b>		
<i>Brauniellula albipes</i> (Zeller) A.H. Sm. & Singer	BPQ	<i>Pinus patula, Pinus pseudostrabus</i>
<i>Chroogomphus ochraceus</i> (Kauffman) O.K. Mill.	BMM, BPQ,BP	<i>Pinus patula, P. pseudostrabus, P. teocote</i>
<i>Chroogomphus vinicolor</i> (Peck) O.K. Mill.	BPQ,BP	<i>Pinus hartwegii</i>

<i>Gomphidius smithii</i> Singer	B C Pseudotsuga-Abirsd	<i>Pinus hartwegii</i>
<b>GYROPORACEAE</b>		
<i>Gyroporus castaneus</i> (Bull.) Quél.	BQ,BTQ,BMM,BPQ	<i>Q. fusiformis, Q. polymorpha, Q. germana, Q. mexicana</i>
<i>Gyroporus</i> sp. 1 *	BMM	<i>Pinus patula</i>
<i>Gyroporus</i> sp. 2 *	BQ	<i>Quercus fusiformis, Q. polymorpha</i>
<i>Gyroporus subalbellus</i> Murrill	BQ	<i>Quercus fusiformis, Q. polymorpha</i>
<b>HELVELLACEAE</b>		
<i>Helvella acetabulum</i> (L.) Quél.	BMM, BPQ,BQ	<i>Q. sartorii, Q. germana, Q. greggii</i>
<i>Helvella crispa</i> (Scop.) Fr.	BTQ, BMM, BPQ,BP	<i>Quercus spp., Pinus patula, P. pseudostrobus</i>
<i>Helvella elastica</i> Bull.	BMM,BPQ	<i>Quercus germana, Q. sartorii, Pinus sp.</i>
<i>Helvella lacunosa</i> Fr.	BQ,BMM,BPQ,BP	<i>Quercus sp., Pinus hartwegii, P. teocote</i>
<i>Helvella macropus</i> (Pers.) P. Karst.	BMM,BPQ,BP	<i>Quercus sartorii, Q. germana, Pinus spp.</i>
<i>Helvella</i> sp. 2 *	BPQ,BP	<i>Quercus spp., Pinus spp.</i>
<i>Helvella</i> sp.1 *	BP	<i>Pinus cembroides</i>
<i>Helvella villosa</i> (Hedw.) Dissing & Nannf.	BMM	<i>Q. sartorii, Q. polymorpha, Q. germana</i>
<b>HYDNACEAE</b>		
<i>Hydnum repandum</i> L.	BQ,BTQ,BMM,BPQ	<i>Q. fusiformis, Q. polymorpha, Q. canbyi</i>
<i>Hydnum rufescens</i> Schaeff.	BTQ	<i>Quercus sp.</i>
<i>Hydnum umbilicatum</i> Peck	BTQ,BMM.BPQ	<i>Q. sartorii, Q. germana</i>
<i>Sistotrema confluens</i> Pers.	BPQ	<i>Pinus pseudostrobus, P. patula</i>
<b>HYDNANGIACEAE</b>		
<i>Laccaria amethystina</i> Cooke	BTQ,BMM.BPQ	<i>Q. sartorii, Q. germana, Quercus spp.</i>
<i>Laccaria laccata</i> (Scop.) Cooke	BTQ,BMM,BPQ	<i>Quercus polymorpha, Q. canbyi, Quercus spp.</i>
<i>Laccaria masoniae</i> var <i>brevispinosa</i> McNabb	BMM	<i>Q. germana, Q. sartorii</i>
<i>Laccaria proxima</i> (Boud.) Pat.	BMM	<i>Q. germana, Q. sartorii, Q. polymorpha</i>
<i>Laccaria trullisata</i> (Ellis) Peck	BMM	<i>Q. germana, Q. sartorii,</i>
<b>HYGROPHORACEAE</b>		
<i>Hygrophorus</i> aff. <i>capreolarius</i> (Kalchbr.)	BMM	<i>Quercus germana, Q. polymorpha</i>

Sacc.

<i>Hygrophorus aff. eburneus</i> (Bull.) Fr.	BPQ,BP	<i>Pinus hartwegii</i> , <i>Quercus miquihuanensis</i>
<i>Hygrophorus chrysodon</i> (Batsch) Fr.	BPQ,BP	<i>Pinus hartwegii</i>
<i>Hygrophorus erubescens</i> (Fr.) Fr.	BTQ	<i>Quercus mexicana</i> , <i>Quercus greggii</i>
<i>Hygrophorus hypothejus</i> (Fr.) Fr.	BMM,BPQ	<i>Quercus polymorpha</i> , <i>Q. germana</i> , <i>Q. sartorii</i>
<i>Hygrophorus lawrenci</i> Hesler & A.H. Sm.	BPQ,BP	<i>P. hartwegii</i> , <i>Q. miquihuanensis</i>
<i>Hygrophorus olivaceoalbus</i> (Fr.) Fr.	BPQ,BP	<i>Quercus mexicana</i> , <i>Pinus hartwegii</i>
<i>Hygrophorus paludosus</i> Peck	BTQ	<i>Quercus canbyi</i> , <i>Quercus polymorpha</i> , <i>Quercus laeta</i>
<i>Hygrophorus russula</i> (Schaeff.) Kauffman	BTQ,BMM,BPQ	<i>Quercus mexicana</i> , <i>Q. greggii</i> , <i>Pinus teocote</i>
<i>Hygrophorus sordidus</i> Peck	BTQ,BMM,BPQ	<i>Quercus polymorpha</i> , <i>Q. canbyi</i> , <i>Q. germana</i> , <i>Q. mexicana</i>
<i>Hygrophorus</i> sp. 2 *	BMM	<i>Quercus sartorii</i> , <i>Q. germana</i>
<i>Hygrophorus</i> sp. 3 *	BTQ	<i>Quercus polymorpha</i> , <i>Quercus canbyi</i>
<i>Hygrophorus</i> sp. <i>roseicarpus ad int.</i>	MT,SBC,SBS	<i>Acacia</i> sp., <i>Havardia</i> sp., <i>Coccoloba</i> sp. ,

#### **HYGROPHOROPSIDACEAE**

<i>Hygrophoropsis aurantiaca</i> (Wulfen) Maire	BPQ,BP	<i>Pinus patula</i> , <i>P. teocote</i> , <i>P. hartwegii</i>
---	--------	---

#### **HYMENOCHAETACEAE**

<i>Coltricia cinnamomea</i> (Jacq.) Murrill	BTQ,BMM	<i>Quercus sartorii</i> , <i>Q. germana</i> , <i>Q. rysophylla</i>
<i>Coltricia focicola</i> (Berk. & M.A. Curtis) Murrill	BMM	<i>Quercus sartorii</i> , <i>Q. germana</i> , <i>Q. rysophylla</i>
<i>Coltricia montagnei</i> (Fr.) Murrill	BMM	<i>Quercus sartorii</i> , <i>Q. germana</i>
<i>Coltricia perennis</i> (L.) Murrill	BMM,BPQ	<i>Quercus sartorii</i> , <i>Q. germana</i> , <i>Q. rysophylla</i>

#### **HYSTERANGIACEAE**

<i>Hysterangium aureum</i> Zeller	BTQ,BPQ	<i>Quercus</i> spp., <i>Pinus</i> spp.
<i>Hysterangium latisorum</i> Castellano, Cázares & Guevara	BTQ	<i>Q. polymorpha</i> , <i>Q. canbyi</i> , <i>Q. laeta</i>
<i>Hysterangium quercicola</i> Castellano, Cázares & Guevara	BTQ	<i>Quercus polymorpha</i> , <i>Q. canbyi</i> , <i>Q. laeta</i>
<i>Hysterangium</i> sp. 1 *	BTQ	<i>Quercus polymorpha</i> , <i>Q. canbyi</i> , <i>Q.</i>

		<i>laeta</i>
<i>Hysterangium</i> sp. 2 *	BP	<i>Pinus cembroides</i>
<i>Hysterangium</i> sp. 3 *	BP	<i>Pinus hartwegii</i>
<i>Hysterangium</i> sp. 4 *	BTQ	<i>Quercus mexicana</i>
<i>Hysterangium velatisporum</i> Castellano, Cázares & Guevara	BTQ	<i>Quercus canbyi</i> , <i>Q. polymorpha</i>
<b>INOCYBACEAE</b>		
<i>Inocybe calmistrata</i> (Fr.) Gillet	BMM	<i>Quercus germana</i> , <i>Q. sartorii</i>
<i>Inocybe aff. adaequata</i> Britzelm.) Sacc.	BMM	<i>Quercus germana</i> , <i>Q. sartorii</i>
<i>Inocybe histrix</i> (Fr.) P. Karst.	BMM	<i>Quercus germana</i> , <i>Q. sartorii</i>
<i>Inocybe lacera</i> (Fr.) P. Kumm.	BTQ	<i>Q. polymorpha</i> , <i>Q. canbyi</i> , <i>Q. laeta</i>
<i>Inocybe fastigiata</i> (Schaeff.) Quél.	BTQ	<i>Q. polymorpha</i> , <i>Q. canbyi</i> , <i>Q. laeta</i>
<i>Inocybe geophila</i> (Fr.) P. Kumm.	BTQ, BMM, BPQ	<i>Quercus</i> sp., <i>Pinus</i> sp.
<i>Inocybe lilacina</i> (Peck) Kauffman	BTQ, BMM, BPQ	<i>Quercus</i> sp., <i>Pinus</i> sp.
<i>Inocybe pyridiora</i> (Pers.) P. Kumm.	BTQ	<i>Quercus polymorpha</i> , <i>Q. canbyi</i>
<i>Inocybe</i> sp. *	BTQ	<i>Quercus canbyi</i> , <i>Q. polymorpha</i>
<b>LYOPHYLLACEAE</b>		
<i>Lyophyllum aff. decastes</i> (Fr.) Singer	BTQ	<i>Quercus polymorpha</i> , <i>Q. canbyi</i>
<i>Lyophyllum fumatofoetens</i> Secr. ex Jul. Schäff.	BMM	<i>Quercus germana</i> , <i>Quercus sartorii</i> , <i>Pinus patula</i>
<b>OCTAVIANIACEAE</b>		
<i>Octaviana</i> sp. 1 *	BTQ	<i>Quercus polymorpha</i> , <i>Q. canbyi</i> , <i>Q. laeta</i>
<i>Octaviana</i> sp. 2 *	BPQ	<i>Quercus polymorpha</i> , <i>Q. canbyi</i> , <i>Q. laeta</i>
<i>Octaviana</i> sp. 3 *	Ch	<i>Quercus miquihuanensis</i>
<i>Octaviana</i> sp. 4 *	BTQ	<i>Quercus rysophylla</i> , <i>Q. germana</i>
<b>PAXILLACEAE</b>		
<i>Alpova</i> sp.1 *	Ch	<i>Quercus intricata</i> , <i>Quercus pringlei</i>
<i>Alpova</i> sp. 2 *	BPQ	<i>Quercus mexicana</i>
<b>PEZIZACEAE</b>		
<i>Hydnobolites cerbriformis</i> Tul. & C. Tul.	BTQ	<i>Quercus aff. xalapensis</i>
<i>Hydnotria</i> sp.1	BP	<i>Pinus cembroides</i>
<i>Peziza</i> sp.1 *	BPQ, BP	<i>Pinus hartwegii</i> , <i>Quercus mexicana</i>
<i>Peziza badioconfusa</i> Korf	BTQ, BMM	<i>Quercus polymorpha</i> , <i>Q. sartorii</i> , <i>Q. germana</i>
<i>Peziza leporina</i> P. Karst.	BTQ, BPQ	<i>Q. sartorii</i> , <i>Q. germana</i>

<i>Peziza</i> sp. 2 *	BTQ,BPQ	<i>Quercus mexicana</i> , <i>Q. greggii</i> , <i>Pinus</i> sp.
<i>Peziza</i> sp. 3 *	BTQ,BPQ	<i>Quercus mexicana</i> , <i>Q. greggii</i> , <i>Q. polymorpha</i>
<i>Tuber aff. excavatum</i> Vittad.	BPQ	<i>Quercus greggii</i>
<i>Tuber lyoni</i> F.K. Butters	BTQ,BMM	<i>Q. polymorpha</i> , <i>Q. canbyi</i> , <i>Q. laeta</i>
<i>Tuber</i> sp. 1 *	BTQ	<i>Quercus polymorpha</i> , <i>Q. canbyi</i>
<i>Tuber</i> sp. 2 *	BMM	<i>Q. sartorii</i> , <i>Q. germana</i>
<i>Tuber</i> sp. 3 *	BMM	<i>Quercus sartorii</i> , <i>Q. germana</i>
<i>Tuber</i> sp. 4 *	BTQ	<i>Quercus</i> sp.
<b>PYRONEMATACEAE</b>		
<i>Genabea cerebriformis</i> (Harkn.) Trappe	BP	<i>Pinus cembroides</i>
<i>Genea arenaria</i> Harkn.	BP	<i>Pinus cembroides</i>
<i>Genea</i> sp. 1 *	BP	<i>Pinus hartwegii</i> , <i>P. cembroides</i>
<i>Humaria hemisphaerica</i> (F.H. Wigg.) Fuckel	BTQ,BMM, BPQ,BP	<i>Quercus polymorpha</i> , <i>Q. canbyi</i> , <i>Q. ger</i> , <i>Q. sartorii</i>
<i>Otidea</i> sp. 1 *	BMM	<i>Quercus sartorii</i> , <i>Q. germana</i> , <i>Q. rysophylla</i>
<i>Otidea</i> sp. 2 *	BMM	<i>Quercus sartorii</i> , <i>Q. germana</i> , <i>Q. rysophylla</i>
<b>RAMARIACEAE</b>		
<i>Ramaria flava</i> (Schaeff.) Quél.	BPQ,BMM,BPQ	<i>Q. polymorpha</i> , <i>Q. sartorii</i> , <i>Q. germana</i>
<i>Ramaria fumigata</i> (Peck) Corner	BPQ, BMM	<i>Q. sartorii</i> , <i>Q. muehlenbergii</i> , <i>Q. polymorpha</i>
<i>Ramaria aff. primulina</i> R.H. Petersen	BPQ,BMM	<i>Quercus aff. xalapensis</i>
<i>Ramaria cokeri</i> R.H. Petersen	BMM	<i>Quercus sartorii</i> , <i>Q. germana</i> , <i>Q. polymorpha</i>
<i>Ramaria cyanocephala</i> (Berk. & M.A. Curtis) Corner	SBC,SBS	<i>Coccoloba</i>
<i>Ramaria gelatinosa</i> Holmsk.	BTQ,BMM	<i>Quercus polymorpha</i> , <i>Q. canbyi</i> , <i>Q. sartorii</i>
<i>Ramaria</i> sp. 1 *	BMM	<i>Quercus rysophylla</i> , <i>Q. polymorpha</i>
<i>Ramaria</i> sp. 2 *	BMM	<i>Quercus sartorii</i> , <i>Q. germana</i>
<i>Ramaria</i> sp. 3 *	BP	<i>Pinus hartwegii</i>
<i>Ramaria</i> sp. 4 *	SBC,SBS	<i>Coccoloba</i>
<i>Ramaria subbothrytis</i> (Coker) Corner	BMM	<i>Q. sartorii</i> , <i>Q. germana</i>

### RHIZOPOGONACEAE

<i>Rhizopogon aff. pinyonensis</i> K.A. Harrison & A.H. Sm.	BP	<i>Pinus cembroides</i>
<i>Rhizopogon aff. succosus</i> A.H. Sm.	Ch	<i>Pinus nelsonii</i>
<i>Rhizopogon guzmanii</i> Trappe & Cázares	BP	<i>Pinus hartwegii</i> , <i>P. montezumae</i>
<i>Rhizopogon rubescens</i> (Tul. & C. Tul.) Tul. & C. Tul.	BMM, BPQ	<i>Pinus patula</i> , <i>P. pseudostrobus</i>
<i>Rhizopogon</i> sp. 1 *	BPQ	<i>Pinus hartwegii</i> , <i>P. teocote</i>
<i>Rhizopogon</i> sp. 2 *	BPQ	<i>Pinus hartwegii</i>
<i>Rhizopogon vinicolor</i> A.H. Sm.	BPQ	<i>Pinus hartwegii</i> , <i>P. arizonica</i>
<i>Rhizopogon</i> sp. 3 *	BP, Conif.	<i>Pseudotsuga mensiezii</i>

### RUSSULACEAE

<i>Arcangeliella</i> El Vivero R el Cielo g-17849	BMM	<i>Quercus sartorii</i> , <i>Q. germana</i>
<i>Arcangeliella</i> sp. 1 *	BTQ	<i>Quercus polymorpha</i> , <i>Q. canbyi</i>
<i>Astrogastraceo</i>	BTQ	<i>Quercus polymorpha</i> , <i>Q. canbyi</i>
<i>Gymnomyces</i> sp. 1 *	BTQ	<i>Pinus pseudostrobus</i> , <i>Quercus mexicana</i>
<i>Gymnomyces</i> sp. 2 *	BP	<i>Pinus cembroides</i>
<i>Lactarius aff. scrobiculatus</i> Teng	BTQ, BPQ	<i>Quercus germana</i> , <i>Q. sartorii</i> , <i>Pinus hartwegii</i>
<i>Lactarius aff. camphoratus</i> (Bull.) Fr.	BTQ, BMM	<i>Quercus polymorpha</i> , <i>Q. canbyi</i> , <i>Q. sartorii</i>
<i>Lactarius fumosus</i> Peck	BTQ, BMM	<i>Quercus polymorpha</i> , <i>Q. germana</i> , <i>Q. sartorii</i>
<i>Lactarius maculatipes</i> Burl.	BTQ, BPQ	<i>Quercus mexicana</i> , <i>Q. greggii</i> , <i>P. hartwegii</i>
<i>Lactarius aff. pterosporus</i> Romagn.	BMM	<i>Quercus germana</i> <i>Q. sartorii</i>
<i>Lactarius aff. yazooensis</i> Hesler & A.H. Sm.	BTQ	<i>Quercus polymorpha</i> , <i>Q. mexicana</i> , <i>Q. canbyi</i>
<i>Lactarius argillaceifolius</i> Hesler & A.H. Sm.	BTQ, BMM, BPQ	<i>Q. Mexicana</i> , <i>Q. canbyi</i> , <i>Q. polymorpha</i>
<i>Lactarius chelidonium var chelidonium</i>	BPQ, BP	<i>Pinus pseudostrobus</i>
<i>Lactarius chrysorhaeus</i> Peck	BPQ, BP	<i>Pinus hartwegii</i> , <i>Quercus greggi</i>
<i>Lactarius cinereus fagetorum</i> Hesler & A.H. Sm.	BMM	<i>Fagus grandifolia var. mexicana</i>
<i>Lactarius corrugis</i> Peck	BMM	<i>Quercus germana</i> , <i>Q. sartorii</i>
<i>Lactarius croceus</i> Burl.	BMM	<i>Quercus germana</i> , <i>Q. sartorii</i>

<i>Lactarius deceptivus</i> Peck	BMM	<i>Quercus germana</i> , <i>Q. sartorii</i>
<i>Lactarius deliciosus</i> (L.) Gray	BMM,BPQ,BP	<i>Pinus patula</i> , <i>P. pseudostrabus</i> , <i>P. hartwegii</i>
<i>Lactarius fuliginosus</i> (Fr.) Fr.	BMM	<i>Quercus germana</i> , <i>Q. sartorii</i> , <i>Q. rysophylla</i>
<i>Lactarius fumosus</i> Peck	BPQ,BMM	<i>Quercus polymorpha</i> , <i>Q. germana</i>
<i>Lactarius gerardi</i> Peck	BMM	<i>Quercus germana</i> , <i>Q. sartorii</i>
<i>Lactarius hygrophoroides</i> Berk. & M.A. Curtis	BQ,BMM	<i>Quercus oleoides</i> , <i>Q. germana</i> , <i>Q. sartorii</i>
<i>Lactarius indigo</i> (Schwein.) Fr.	BQ,BTQ, BMM	<i>Q.oleoides</i> , <i>Q. graman</i> , <i>Q. sartorii</i>
<i>Lactarius nebulosus</i> Pegler	SBS	<i>Coccoloba</i> sp.
<i>Lactarius paradoxus</i> Beardslee & Burl.	BPQ,BP	<i>Pinus teocote</i> , <i>Pinus hartwegii</i>
<i>Lactarius piperatus glaucescens</i> (L.) Pers.	BMM	<i>Quercus germana</i> , <i>Q. sartorii</i>
<i>Lactarius psammicola</i> A.H. Sm.	BTQ,BMM.BPQ	<i>Quercus polymorpha</i> , <i>Q. canbyi</i> , <i>Q. laeta</i>
<i>Lactarius pubescens</i> (Fr.) Fr.	BMM	<i>Quercus sartorii</i> <i>Q. germana</i> , <i>Pinus patula</i>
<i>Lactarius</i> sp. 1 *	BTQ,BMM	<i>Quercus sartorii</i> , <i>Q. germana</i> , <i>Q. polymorpha</i>
<i>Lactarius</i> sp. 2 Secc. <i>Plinthogali</i>	BMM	<i>Quercus sartorii</i> , <i>Q. germana</i>
<i>Lactarius subdulcis</i> (Pers.) Gray	BTQ,BMM	<i>Quercus fusiformis</i> , <i>Q. polymorpha</i> , <i>Q. canbyi</i>
<i>Lactarius subisabellinus</i> Murrill	BQ	<i>Q. fusiformis</i> , <i>Q. polymorpha</i>
<i>Lactarius uvidus</i> (Fr.) Fr.	BMM,BPQ,BP	<i>Q. germana</i> , <i>Q. sartorii</i> , <i>Pinus hartwegii</i>
<i>Lactarius volemus</i> (Fr.) Fr.	BMM	<i>Quercus sartorii</i> , <i>Q. germana</i>
<i>Macowanites</i> sp. 1 *	BPQ	<i>Quercus</i> sp. <i>Pinus hartwegii</i>
<i>Multifurca achricompacta</i> (Bills & O.K. Mill.) Buyck & V. Hofstetter	BPQ,BMM	<i>Quercus mexicana</i>
<i>Multifurca furcata</i> (Coker) Buyck & V. Hofstetter	BTQ	<i>Q. polymorpha</i> , <i>Q. canbyi</i> , <i>Q. laeta</i>
<i>Russula mariae</i> Peck	BTQ,BMM	<i>Q. sartorii</i> , <i>Q. polymorpha</i> , <i>Q. germana</i>
<i>Russula</i> aff. <i>amoeneolens</i> Romagn.	BQ	<i>Quercus polymorpha</i> , <i>Q. canbyi</i>
<i>Russula</i> aff. <i>foetens</i> Pers.	BQ,BPQ,BP	<i>Q. sartorii</i> , <i>Q. polymorpha</i> , <i>Q. canbyi</i> , <i>Q. germana</i>
<i>Russula</i> aff. <i>nigrescentipes</i> Peck	BTQ	<i>Q. rysophylla</i>

<i>Russula brevipes</i> Peck	BTQ,BMM.BPQ,BP	<i>Quercus fusiformis</i> , <i>Q. mexicana</i> , <i>Pinus cembroides</i>
<i>Russula compacta</i> Frost	BQ, BMM	<i>Quercus sartorii</i> , <i>Q. germana</i>
<i>Russula cyanoxantha</i> (Schaeff.) Fr.	BTQ,BMM,BPQ	<i>Q. germana</i> , <i>Q. rysophylla</i> , <i>Q.</i> <i>polymorpha</i>
<i>Russula cystidiosa</i> Murrill	BTQ	<i>Q. canbyi</i> , <i>Q. polymorpha</i>
<i>Russula flavida</i> Frost	BTQ,BMM	<i>Q. germana</i> , <i>Q. sartorii</i>
<i>Russula foetentula</i> Peck	BTQ,BMM.BPQ,BP	<i>Q. canbyi</i> , <i>Q. polymorpha</i> , <i>Q.</i> <i>sartorii</i> , <i>Q. germana</i>
<i>Russula heterophylla</i> (Fr.) Fr.	BMM	<i>Q. germana</i> , <i>Q. sartorii</i>
<i>Russula laurocerasi</i> Melzer	BMM	<i>Q. germana</i> , <i>Q. sartorii</i>
<i>Russula lutea</i> (Huds.) Gray	BP	<i>Pinus hartwegii</i>
<i>Russula mephitica</i> Pegler	BMM	<i>Q. germana</i> , <i>Q. sartorii</i>
<i>Russula nigricans</i> Fr.	BTQ,BMM	<i>Q. polymorpha</i> , <i>Q. rysophylla</i> , <i>Q.</i> <i>fusiformis</i> , <i>Quercus</i> sp.
<i>Russula olivacea</i> Pers.	BPQ,BP	<i>Pinus hartwegii</i> , <i>P. montezumae</i>
<i>Russula sanguínea</i> (Bull.) Fr.	BPQ,BP	<i>Pinus patula</i> , <i>P. pseudostrobus</i> , <i>P.</i> <i>hartwegii</i>
<i>Russula</i> sp. 1 *	BPQ	<i>Quercus mexicana</i>
<i>Russula virescens</i> (Schaeff.) Fr.	BTQ,BMM	<i>Q. polymorpha</i> , <i>Q. sartorii</i> , <i>Q.</i> <i>germana</i> , <i>Q. rysophylla</i>
<i>Russula xerampelina</i> (Schaeff.) Fr.	BPQ, BP	<i>Pinus hartwegii</i>
<i>Zelleromyces</i> sp. 1 *	BPQ	<i>Quercus polymorpha</i> , <i>Q. canbyi</i> , <i>Pinus pseudostrobus</i>
<b>SCLERODERMATACEAE</b>		
<i>Pisolithus tinctorius</i> (Mont.) E. Fisch	BQ,MT, BTP, BTQ, BG, BMM,BPQ,BP	<i>Quercus</i> spp, <i>Pinus</i> spp., <i>Ebenopsis</i> <i>ebano</i>
<i>Sclerodema texense</i> Berk.	BTQ	<i>Q. polymorpha</i> , <i>Q. canbyi</i> , <i>Q.</i> <i>fusiformis</i>
<i>Scleroderma areolatum</i> Ehrenb.	BTQ,BMM,BPQ	<i>Q. polymorpha</i> , <i>Q. sartorii</i> , <i>Q.</i> <i>germana</i>
<i>Scleroderma cepa</i> Pers.	BQ	<i>Quercus polymorpha</i> , <i>Q. fusiformis</i> , <i>Q. rysophylla</i>
<i>Scleroderma</i> sp. 1 *	BQ,MT	<i>Quercus</i> spp.
<i>Scleroderma verrucosum</i> (Bull.) Pers.	BTQ,BMM	<i>Q. polymorpha</i> , <i>Q. fusiformis</i>
<b>SERPULACEAE</b>		
<i>Neopaxillus echinospermus</i> (Speg.) Singer	MT,SBC,SBS	Leguminosas

### STROPHARIACEAE

<i>Hebeloma sinapizans</i> (Paulet) Gillet	BTQ,BPQ, BP	<i>Quercus</i> spp., <i>Pinus</i> spp.
<i>Hebeloma</i> sp. 1 *	BTQ	<i>Quercus mexicana</i>
<i>Hymenogaster</i> sp. 1 *	BTQ	<i>Quercus polymorpha</i> , <i>Q. laeta</i> , <i>Q. canbyi</i>
<i>Hymenogaster</i> sp. 2 *	BTQ,BMM	<i>Quercus sartorii</i> , <i>Q. polymorpha</i> , <i>Quercus</i> spp.

### SUILLACEAE

<i>Suillus aff. glandulosipes</i> Thiers & A.H. Sm.	BP	<i>Pinus hartwegii</i>
<i>Suillus brevipes</i> (Peck) Kuntze	BMM,BPQ,BP	<i>Pinus patula</i> , <i>P. pseudostrobus</i> ,
<i>Suillus cothurnatus ssp. hiemalis</i> Singer	BPQ,BP	<i>P. teocote</i> , <i>P. pseudostrobus</i> ,
<i>Suillus flavoluteus</i> (Snell) Singer	BMM,BPQ	<i>P. patula</i>
<i>Suillus granulatus</i> (L.) Roussel	BMM,BPQ, Ch, BP	<i>P. patula</i> , <i>P. teocote</i> , <i>P. hartwegii</i> , <i>P. cembroides</i>
<i>Suillus lakei</i> A.H. Sm. & Thiers	BC (Pseudotsuga-Abies)	<i>Pseudotsuga mensiezii</i>
<i>Suillus pseudobrevipes</i> A.H. Sm. & Thiers	BP	<i>P. hartwegii</i> , <i>P. montezumae</i>
<i>Suillus</i> sp. 1 *	BP	<i>P. hartwegii</i>
<i>Suillus tomentosus</i>	BMM,BPQ,BP	<i>P. patula</i> , <i>P. pseudostrobus</i> , <i>P. hartwegii</i> , <i>P. teocote</i>

### TERFEZIACEAE

<i>Pachyphloeus carneus</i> Harkn.	BTQ	<i>Quercus polymorpha</i> , <i>Q. canbyi</i> , <i>Q. rysophylla</i>
<i>Pachyphloeus marroninus</i> Healy, Bonito & Guevara	BTQ	<i>Q. polymorpha</i> , <i>Q. fusiformis</i>
<i>Pachyphloeus tillesi</i> W. Colgan & Trappe	BTQ	<i>Q. polymorpha</i> , <i>Q. canbyi</i>
<i>Pachyphloeus virescans</i> Gilkey	BTQ, BMM	<i>Q. sartorii</i> , <i>Q. germane</i> , <i>Q. rysophylla</i> , <i>Q. canbyi</i>

### THELEPHORACEAE

<i>Thelephora aff. terrestris</i> Ehrh.	BTQ,BPQ	<i>Quercus polymorpha</i> , <i>Q. sartorii</i> , <i>Q. germana</i>
<i>Thelephora anthocephala</i> (Bull.) Fr.	BMM	<i>Q. sartorii</i> , <i>Q. germana</i>
<i>Thelephora caryophyllea</i> (Schaeff.) Pers.	BMM	<i>Q. sartorii</i> , <i>Q. germana</i>
<i>Thelephora palmata</i> Pers.	BMM	<i>Q. sartorii</i> , <i>Q. germana</i>
<i>Thelephora regularis</i> Fr.	BPQ	<i>Q. sartorii</i> , <i>Q. germana</i> , <i>Q. polymorpha</i> , <i>Q. canbyi</i>
<i>Thelephora vialis</i> Schwein.	BMM	<i>Q. sartorii</i> , <i>Q. germana</i>

### SEBACINACEAE

<i>Tremellodendron schweinitzii</i> (Peck) G.F. Atk.	BMM, BPQ, Ch.	<i>Q. sartorii</i> , <i>Q. germana</i> , <i>Q. polymorpha</i> , <i>Q. mexicana</i>
<b>TRICHOLOMATACEAE</b>		
<i>Catathelasma ventricosum</i> (Peck) Singer	BMM	<i>Quercus germana</i> , <i>Q. sartorii</i>
<i>Tricholoma caligatum</i> (Viv.) Ricken	BPQ	<i>Quercus mexicana</i> , <i>Pinus pseudostrobus</i> , <i>P. hartwegii</i>
<i>Tricholoma flavovirens</i> S. Lundell	BPQ	<i>Q. mexicana</i> , <i>Pinus hartwegii</i>
<i>Tricholoma imbricatum</i> (Fr.) P. Kumm.	BPQ, BP	<i>Pinus hartwegii</i> , <i>P. montezumae</i>
<i>Tricholoma myomyces</i> var <i>cystidiatum</i> Shanks	BPQ, CH, BP	<i>Pinus cembroides</i> , <i>Pinus</i> spp.
<i>Tricholoma sejunctum</i> (Sowerby) Quéf.	BTQ, BMM, BPQ	<i>Quercus polymorpha</i> , <i>Q. canbyi</i> , <i>Q. sartorii</i>
<i>Tricholoma</i> sp. 1 *	BMM	<i>Quercus sartorii</i> , <i>Q. germana</i>
<i>Tricholoma</i> sp. 2 *	BPQ	<i>Quercus polymorpha</i> , <i>Q. canbyi</i>
<i>Tricholoma</i> sp. 3 *	BTQ, BPQ	<i>Q. mexicana</i> , <i>Q. greggii</i>
<i>Tricholoma</i> sp. 4 *	BTQ, BPQ	<i>Quercus mexicana</i> , <i>Q. greggii</i> , <i>Pinus</i> spp.
<i>Tricholoma</i> sp. 5 *	BTQ, BPQ	<i>Quercus mexicana</i> , <i>Pinus</i> sp.
<i>Tricholoma sulfurescens</i> Bres.	BTQ, BMM	<i>Quercus sartorii</i> , <i>Q. germana</i>
<i>Tricholoma sulphureum</i> (Bull.) P. Kumm.	BPQ	<i>Quercus mexicana</i> , <i>Q. greggii</i> , <i>Pinus hartwegii</i>
<i>Tricholoma ustale</i> (Fr.) P. Kumm.	BTQ, BMM, BPQ	<i>Quercus polymorpha</i> , <i>Q. canbyi</i> , <i>Q. sartorii</i>

(BQ) Bosque de *Quercus*, (BTQ) Bosque Templado de *Quercus*, (BP) Bosque de *Pinus* (BPQ) Bosque de *Pinus-Quercus*, (BMM) Bosque Mesófilo de Montaña, (BC) Bosque de coníferas, (Cha) Chaparral, (MT) Matorral Tamaulipeco.

\*Morfoespecies que han sido reconocidas en este estudio.

## DISCUSIÓN

El estudio representa el conocimiento actual sobre las especies de hongos micorrizógenos en Tamaulipas, como una continuación del estudio de García (2005), quién en esa fecha registro 166 taxones. Sin embargo hasta la fecha muchas especies de más de diferentes géneros de macromicetos no han sido revisados curatorialmente, por lo cual no han sido incluidos en este trabajo, las especies y las morfoespecies consideradas en el documento, constituyen verdaderas especies en proceso de identificación. En el caso de las morfoespecies el análisis microscópico y la determinación taxonómica no han sido realizadas aún a nivel específico y su adscripción genérica se fundamentó en morfología macroscópica. Esto representaría un tiempo de esfuerzo amplio que en su momento será aplicado, pero que sirven para los fines de inventario de la diversidad de macrohongos ectomicorrizógenos, propuesto aquí.

Los datos de estudios sobre macromicetos putativamente ectomicorrizógenos en México basados en identidad taxonómica y ecología apuntan la presencia de cerca de 650 especies para el país, por lo cual en el Estado de Tamaulipas se representa aproximadamente un 60% de la diversidad de los hongos en el país y constituyendose en el estudio más completo sobre estos hongos en México.

Al mismo tiempo hongos como los de la familia Boletaceae, Russulaceae y Amanitaceae se encuentran en Tamaulipas uno de los primeros lugares respecto a su número de especies, lo cual tiene un alto significado para el conocimiento de la diversidad biológica regional. El conocimiento de los hospederos forestales puede permitir en el futuro la realización de proyectos aplicados bajo el criterio de producción de plántulas micorrizadas, mediante la utilización de los simbiontes fúngicos adecuados para permitir un éxito más probable de las reforestaciones en la región. Otros atributos de los hongos ectomicorrizógenos son la comestibilidad en algunas especies y en algún momento pueden ser utilizados como recursos no maderable con fines alimenticios, medicinales o económicos.

## CONCLUSIONES

Los hongos ectomicorrizógenos constituyen un recurso natural poco aprovechado en el Estado de Tamaulipas, su alto nivel de diversidad en la zona y sus árboles hospederos nos permiten reconocer el gran potencial de uso de este grupo de hongos. El conocimiento actualizado del recurso redefine posiciones a nivel nacional, ubicando a Tamaulipas como uno de los estados más biodiversos en este grupo. Este estudio representa una contribución fundamental hacia el conocimiento de la biodiversidad del Estado de Tamaulipas.

### LITERATURA CITADA

- Allen, M. F., L. E. Warburton, K.K. Treseder, C. Cario, A. Lindahl, J. Lansing, J.I. Querejeta, O. Karen, S. Harney & T. Zink. 2005. Biodiversity of Mycorrhizal Fungi in Southern California. USDA. *Forest Service Tech. Rep. PSW-GTR-195*.
- Arora, D. 1986. *Mushrooms Demystified*. 2a. Ed. Ten Speed Press. USA.
- Bá, A. M. R. Duponnois, B. Moyersoen & A.G. Diédhiou. 2012. Ectomicorrhizal symbiosis of tropical African trees. *Mycorrhiza* 22 (1) : 1-29.
- Berbee, M. L. & J. W. Taylor. 1993. Dating the evolutionary radiations of the true fungi. *Can. J. Bot.* 71: 1114-1127.
- Bessette, A. E., E. C. Roody & A. R. Bessette. 2000. *North American Boletes*. Syracuse University Press.
- Bessette, A. E., A. R. Bessette & D. W. Fischer. 1997. *Mushrooms of Northeastern North America*. Syracuse University Press.
- Bessette, A. E., D. B. Harris & A. R. Bessette. 2009. *Milk Mushrooms of North America*. Syracuse University Press, Syracuse, N.Y.
- Bessette, A. E., W. C. Roody, A. R. Bessette & D. L. Dunaway. 2007. *Mushrooms of the Southeastern United States*. Syracuse University Press, Syracuse, N.Y.
- Binion, D. E., H. H. Burdshall, S. L. Stephenson, O. K. Miller, W. C. Roody & L. N. Vasilyeva. 2008. *Macrofungi Associated with oaks of Eastern North America*. West Virginia University Press. Morgantown.
- Binder, M. & D. S. Hibbett. 2006. Molecular systematics and biological diversification of Boletales. *Mycologia* 98(6): 971-981.
- Blackwell, M. 2011. The Fungi: 1, 2, 3... 5.1 million species? *American Journal of Botany* 98(3): 426-438.
- Bougher, N. L. 1994. *Diversity of Ectomycorrhizal Fungi Associated with Eucalyptus in Australia*. In: M. Brundett, B. dell, N. Malajczuc and G. Mingqin, pp 8-15.,

- Mycorrhizas for Plantation Forestry in Asia*. ACIAR, Crawford Fund, Kaiping City.
- Brundrett, M. C. 2002. Coevolution of roots and mycorrhizas of land plants. *New Phytologist* 154: 275 – 304.
- Brundrett, M. C. 2009. Mycorrhizal associations and other means of nutrition of vascular plants: understanding the global diversity of host plants by resolving conflicting information and developing reliable means of diagnosis. *Plant Soil* 320: 37-77.
- Bruns, T. D. & R. Shefferson. 2004. Evolutionary studies of ectomycorrhizal fungi: recent advances and future directions. *Can. J. Bot.* 82: 1122-1132.
- Cázares, E., J. García, J. Castillo & J. M. Trappe. 1992. Hypogeous Fungi from Northern Mexico. *Mycologia* 84(39): 341-359.
- Cázares, E., G. Guevara, J. García & J. M. Trappe. 2008. *Melanogaster minysporus* sp. nov. a new sequestrate member of the Boletales from México. *Rev. Mex. Mic.* 28: 67-69.
- Cifuentes, B. J. 1996. *Estudio taxonómico de los géneros hydnooides estipitados (Fungi: Aphyllophorales) en México*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias UNAM, México, D.F.
- Dell, B. 2002. Role of Mycorrhizal Fungi in Ecosystems. *CMU Journal*, 1(1): 47-60.
- Dennis, R. W. G. 1970. *Fungus flora of Venezuela and Adjacent countries*. *Kew. Bull. Add. Ser.* 3: 531 pp.
- Dickie, L. A., B. T. M. Dentinger, P. G. Avis, D. J. Mc Laughlin & P. B. Reich. 2009. Ectomycorrhizal fungal communities of oak savanna are distinct from forest communities. *Mycologia* 101 (4): 473-483.
- Frank, J., S. Barry, J. Madden & D. Southwort. 2006. Oaks Belowground: Mycorrhizas. Truffles and Small Mammals. Forest service. *General Technical Report PSW-GTR-217*.

- García, J., G. Gaona, J. Castillo y G. Guzmán. 1986. Nuevos Registros de Boletáceos en México. *Rev. Mex. Mic.* 2: 343-366.
- García, J. y F. Garza. 2001. Concimiento de los hongos de la familia Boletaceae de México *Ciencia UANL*, 3: 336-343.
- García, J. 1993. Una Lista Preliminar de los Hongos del Suborden Boletineae (Basidiomycetes, Agaricales) en el Noreste de México. *Reporte Científico No. Especial* 13. Facultad de Ciencias Forestales U.A.N.L.
- García, J. 1999. *Estudio sobre la taxonomía, ecología y distribución de algunos hongos de la Familia Boletaceae (Basidimycetes, Agaricales) de México*. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L., Linares, Nuevo León.
- García, J. y G. Guevara. 2005. *Macromicetos (Hongos Superiores) de Tamaulipas p. 67-79*. En: Barrientos, L., A. Correa, J.V. Horta y J. García. *Biodiversidad Tamaulipeca Vol. I*. DGEST- FOMIX-COTACYT- ITCV.
- García, J. y J. Castillo. 1981. Las especies de Boletáceos y Gomfidiáceos conocidos en el Estado de Nuevo León. *Bol. Soc. Mic.* 15: 121-197.
- García, J. y R. Valenzuela. 2005. *Hongos Macromicetos p. 321-337*. En Sánchez-Ramos, G., P. Reyes-Castillo y R. Dirzo (Eds.), *Historia Natural de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México*. Universidad Autónoma de Tamaulipas.
- García, J. 2005. Hongos ectomicorizógenos de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas. *Biotam Nueva Serie. Ed. Especial* 2005: 12-25.
- Garza, F., J. García y J. Castillo. 1985. Macromicetos asociados al bosque de *Quercus rysophylla* en algunas localidades del centro del Estado de Nuevo León. *Rev.Mex.Mic.* 1:23-437.
- Garza, F., J. García, E. Estrada y H. Villalón. 2002. Macromicetos, ectomicorizas y cultivos de *Pinus culminicola* en Nuevo León. *Ciencia UANL*, 5 (2): 204-210.
- González-Velázquez, A. y R. Valenzuela. 1993. Boletáceos y Gonfidiáceos del Estado de México I: Discusiones sobre su distribución en diferentes tipos de vegetación,

- asociaciones ectomicorrizógenas, fenología y comestibilidad. *Rev. Mex. Mic.* 9:35-46.
- Gonzalez - Velázquez, A. y R. Valenzuela. 1995. Boletáceos y Gonfidiáceos del Estado de México II. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas* 41: 119-196.
- Graham, A. 2011. The age and diversification of terrestrial New World Ecosystems Through Cretaceous and Cenozoic time. *Am. Jour. Bot.* 98(3): 336-351
- Guevara, G., J. García, J. Castillo & O. K. Miller. 1987. New Records of *Lactarius* in México. *Mycotaxon* 30:157-176.
- Guevara, G., M. A. Castellano, J. García, E. Cázares & J. M. Trappe. 2008. *Hysterangium* (Hysterangiales, Hysterangiaceae) from Northern México. *Rev. Mex. Mic.* 28: 95-100
- Guzman, G. 1970. Monografía del género *Scleroderma* Pers. emend. Fr. *Darwiniana* 16: 233-407.
- Guzmán, G. & F. Ramírez Guillén. 2001. *The Amanita caesarea-complex*. *Bibliotheca Mycologica*, Vol. 187. J. Cramer, Stuttgart.
- Guzmán, G. 1998. Inventoring the fungi of México. *Biodiversity and Conservation* 7: 369-384.
- Halling, R. & G. M. Mueller. 2002. *Agarics and Boletes of Neotropical Oakwoods*. In J. C. Frankland, A. M. Ainsworth, S. Isaac & C. H. Robinson. *Agarics and boletes of Neotropical Oakwoods*.
- Halling, R. & G. M. Mueller. 2005. *Common Mushrooms of the Talamanca Mountains, Costa Rica*. The New York Botanical Garden, New York.
- Halling, R., T. W. Osmundson & M. A. Neves. 2008. Pacific boletes: Implications for biogeographic relationships. *Myc. Res.* 112(4): 437-447.
- Halling, R. E. 2001. Ectomycorrhizae: Co-evolution Significance and Biogeography. *Ann. Missouri. Bot. Gard.* 88: 5-13.

- Hawksworth, D. L. 2001. The Magnitude of fungal diversity: 1.5 million species estimate revisited. *Mycol. Res.* 105: (12): 1422-1432.
- Hawksworth, D. L. 1991. The Fungal Dimension of Biodiversity: Magnitude, Significance and Conservation. *Mycol. Res.* 95: 641-655.
- Henkel, T. W., J. Terborgh & R. J. Vilgalys. 2002. Ectomycorrhizal fungi and their leguminous hosts in the Parakaima Mountains Guyana. *Mycol. Res.* 106(5): 515-531.
- Henkel, T. W., M. Catherine Aime, M. M. L. Chin, S. L. Miller, R. Vilgalys & M. E. Smith. 2012. Ectomycorrhizal fungal sporocarp diversity and discovery of a new taxa in Dicimbe monodominant forests of the Guiana shield. 2012. *Biodivers. Conserv.* 21(9): 2195-2220.
- Heredia, G. 1989. Estudio de los hongos de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas. Consideraciones sobre la distribución y ecología de algunas especies. *Acta Botanica Mexicana* 7: 1- 17.
- Hesler, L. R. & A. H. Smith. 1979. *North American Species of Lactarius*. The University of Michigan Press, Ann Arbor.
- Hesler, L. R. & A. H. Smith. 1963. *North American Species of Hygrophorus*. The University of Tennessee Press, Knoxville.
- Hibbett, D. 2006. A phylogenetic overview of the Agaricomycotina. *Mycologia*, 98: 917-925.
- Hibbett, D., M. Binder, J. Bischoff, M. Blackwell, P. Cannon, O. Eriksson, S. Huhndorf, T. James, P. M. Kirk, R. Lücking, H. T. Lumbsch, F. Lutzoni, P. B. Matheny, D. J. McLaughlin, M. J. Powell, S. Redhead, C. L. Schoch, J. W. Spatafora, J. A. Stalpers, R. Vilgalys, M. C. Aime, A. Aptroot, R. Bauer, D. Begerow, G. L. Benny, L. A. Castlebury, P. W. Crous, Y. Dai, W. Gams, D. M. Geiser, G. W. Griffith, C. Gueidan, D. L. Hawksworth, G. Hestmark, K. Hosaka, R. A. Humber, K. D. Hyde, J. E. Ironside, U. Kõljalg, C. P. Kurtzman, K. Larsson, R. Lichtwardt, J. Longcore, J. Miądlikowska, A. Miller, J. Moncalvo, S. Mozley-Standridge, F. Oberwinkler, E. Parmasto, V. Reeb, J. D. Rogers, C.

- Roux, L. Ryvardeen, J. P. Sampaio, A. Schüßler, J. Sugiyama, R. G. Thorn, L. Tibell, W. A. Untereiner, C. Walker, Z. Wang, A. Weir, M. Weiss, M. M. White, K. Winka, Y. Yao & N. Zhang. 2007. A higher-level phylogenetic classification of the Fungi. *Mycol. Res.*, 111: 509-547.
- Huffman, D. M., L. H. Tiffany, G. Knaphus & R. A. Healy. 2008. *Mushrooms and other Fungi of the Midcontinental United States*. 2<sup>nd</sup>. Ed. University of Iowa Press, Iowa.
- Jumpponen, A., A. W. Claridge, J. M. Trappe, T. Lebel & D. L. Claridge . 2004. Ecological Relationships among hypogeous fungi and trees: Inferences from association analysis integrated with habitat modeling . *Mycologia* 96(3): 510-525.
- Kornerup, A. & J. H. Wanscher. 1978. *Methuen handbook of colour*. 3a ed. Eyre Methuen. London. 252 p.
- Largent, D. L., Johnson, D. & R. Watling. 1977. *How to identify mushrooms to genus III: microscopic features*. 3rd ed. Eureka: Mad River Press Inc. 148 p.
- Largent, D. L. 1986. *How to identify Mushrooms to genus I: macroscopic features*. 2nd ed. Eureka: Mad River Press Inc. 166 p.
- Lincoff, G. H. 1981. *The Audubon Society Field Guide to North American Mushrooms*. A.A. Knopf, N.Y.
- Lodge, D. J., J. F. Ammirati, T. O'Dell & Gregory M. Mueller. 2005. *Terrestrial and Lignicolous Macrofungi: Collecting and Describing Macrofungi*, pp., 128-158. In Mueller, G., G. F. Bills & M. S. Foster, *Biodiversity of Fungi. Inventory and Monitoring Methods*. Elsevier Academic Press, New York.
- Malloch, D. W. 1987. The evolution of mycorrhizae. *Can. J. Plant Path.* 9: 398-402.
- Malloch, D. W., K. A. Pirozynski & P. Raven. 1980. Ecological and evolutionary significance of mycorrhizal symbioses in vascular plants, a review. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 77(4): 2113- 2118.

- Metzler, S. & V. Metzler. 1992. *Texas Mushrooms*. University of Texas Press, Austin.
- Miller, O. K., D. J. Lodge & T. J. Baroni. 2000. New and interesting ectomycorrhizal fungi from Puerto Rico, Mona and Guana Islands. *Mycologia*, 92(3): 558-570.
- Montoya, L. 2000. *Estudio del género Lactarius Pers. (Fungi, Basidiomycotina, Russulales) en México*. Tesis Doctoral. Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares, España.
- Morris, M. H., M. A. Pérez-Pérez, M. E. Smith & C. S. Bledsoe. 2008. Multiple species of ectomycorrhizal fungi are frequently detected on individual oak root tips in a tropical cloud forest. *Mycorrhiza* 18: 375-383.
- Moser, M. 1978. *Keys to Agarics and Boleti*. Whitefriars Press Ltd., Tonbridge.
- Mú, Z. 1994. Ectomycorrhizal Fungus Communities in Southern China. In: M. Brundett, B. Dell, N. Malajczuc & G. Mingqin. *Mycorrhizas for Plantation Forestry in Asia*. ACIAR, Crawford Fund, Kaiping City. pp 16-20
- Mueller, G. M., R. E. Halling, J. Carranza, M. Mata & J. P. Schmit. 2006. *Saprotrophic and Ectomycorrhizal Macrofungi of Costa Rican Oak Forests* p. 55-68. In: M. Keppelle. *Ecology and Conservation of Neotropical Montane Oak Forests*. Springer-Verlag, Berlin.
- Mueller, G. M., Q. X. Wu, Y. Q. Huang, S. Y. Guo, R. Aldama-Gómez & R. Vilgalys. 2001. Assessing biogeographic relationships between North American and Chinese macrofungi. *Journal of Biogeography* 28: 271-281.
- Mueller, G. M., J. P. Schmit, P. R. Leacock, B. Buyc, J. Cifuentes, D. E. Desjardin, R. E. Halling, K. Hjortstam, T. Iturriaga, K. H. Larsson, D. J. Lodge, T. W. May, D. Minter, M. Rajchenberg, S. A. Redhead, L. Ryvarden, J. M. Trappe, R. Watling & Q. Wu. 2007. Global diversity and distribution of macrofungi. *Biodivers. Conserv.* 16:37-48.
- Neves, M. A. & R. Halling. 2010. Study on species of *Phylloporus* I: Neotropics and North América. *Mycologia* 102(4): 923-943

- Nixon, K. C. 1998. *El género Quercus en México. En: Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot y J.Fa. Diversidad Biológica de México. Orígenes y Distribución.* Instituto de Biología, U.N.A.M. pp 435-447.
- Ortiz Santana, B., Lodge, D. J., Baroni, T. J. & E. E. Both. 2007. Boletes from Belize and the Dominican Republic. *Fungal Divers.* 27: 247–416.
- Pande, V., U. T. Palni & S. P. Singh. 2003. Species diversity of ectomycorrhizal fungi associated with temperate forest in Western Himalaya: a preliminary assessment. *Current Science* 86(12): 1619-1623.
- Pegler, D. N. 1983. *Agaric Flora of the Lesser Antilles.* Kew Bull. add. Ser. 9: 1-668, 27 plts.
- Phillips, R. 1991. *Mushrooms of North America.* Little, Brown and Company, Boston.
- Rinaldi, A. C., O. Comandini & T. W. Kuyper. 2008. Ectomycorrhizal Fungal diversity: separating the wheat from the chaff. *Fungal Diversity* 33:1 – 45.
- Riviere, T., A. G. Diedhiou, M. Diabate, G. Senthilarasu, K. Natarajan, A. Verbeken, B. Buyck, B. Dreyfus, G. Bena, & A. M. Bá. 2007. Genetic diversity of ectomycorrhizal Basidiomycetes from African and Indian tropical rain forests. *Mycorrhiza* 17: 415-428
- Rzedowski, J. 1998. *Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México.* En Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa., pp 129-145. *Diversidad Biológica de México. Orígenes y Distribución.* Instituto de Biología, U.N.A.M.
- Shaochang, H., L. Bing, & Z. Lin. 1994. Ectomycorrhizal Fungi Associated with Forest Trees in Guizhou Province, China. In: M. Brundett, B. Dell, N. Malajczuc & G. Mingqin. *Mycorrhizas for Plantation Forestry in Asia.* ACIAR, Crawford Fund, Kaiping City. pp 21-33.
- Sims, K., R. Watling, R. De La Cruz y P. Jeffries. 1997. Ectomicorrhizal fungi of the Philippines: a preliminary survey and notes on the geographic biodiversity of the Sclerodermatales. *Biodiv. Cons.* 6: 45-58.

- Singer, R. 1945a. The Boletineae of Florida with Notes on Extralimital species I. The Strobilomycetaceae. *Farlowia* 2: 97-141.
- Singer, R. 1945b. The Boletineae of Florida with Notes on Extralimital species II. The Boletaceae. *Farlowia* 2: 223-303.
- Singer, R. 1947. The Boletineae of Florida with Notes on Extralimital species III. The Boletoidae of Florida. *Am. Mid. Nat.* 37: 1-125
- Singer, R. 1986. *Agaricales in Modern Taxonomy*. 4a. ed. Koeltz Scientific Books, Koenigstein.
- Singer, R., I. Araujo & M. H. Ivory. 1983. The Ectotrophically Mycorrhizal Fungi of the Neotropical Lowlands, Especially Central Amazonia. (Litter decomposition and ectomycorrhiza in Amazonian forests 2.). J. Cramer, Vaduz
- Singer, R., J. García & L. D. Gómez. 1990. The Boletineae of México and Central América III. *Nova Hedwigia, Beihefte* 98: 1-78. 2 lams. Cramer, Berlin.
- Singer, R., J. García & L. D. Gómez. 1991. The Boletineae of México and Central América III. *Nova Hedwigia, Beihefte* 102: 1-99, 24 lams. Cramer, Berlin.
- Singer, R., J. García & L. D. Gómez. 1992. The Boletineae of México and Central América. *Nova Hedwigia, Beihefte* 105: 1-62. Cramer, Berlin.
- Smith A. H. & H. D. Thiers. 1963. *A contribution toward a Monograph of North American species of Suillus*. Ann Arbor, USA.
- Smith A.H. & H. D. Thiers. 1971. *The Boletes of Michigan*. The University of Michigan Press, Ann Arbor, USA.
- Smith-Weber, N. & A. H. Smith. 1985. *A Field Guide to Southern Mushrooms*. The University of Michigan Press. Ann Arbor, USA.
- Smith, M. E., G. W. Douhan & D. M. Rizzo. 2007. Ectomycorrhizal community structure in a xeric *Quercus* woodland based on rDNA sequence analysis of sporocarps and pooled roots. *New Phytologist* 174: 847–863
- Snell, W. H. & E. A. Dick. 1970. *The Boleti of Northeastern North América*. Cramer,

Lehre.

- Styles, B.T. 1998. *El género Pinus: su panorama en México*. En: Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa. *Diversidad Biológica de México. Orígenes y Distribución*. Instituto de Biología, U.N.A.M. pp 385-408.
- Tedersoo, L., A. Sadam, M. Zambrano, R. Valencia & M. Bahram. 2009. Low diversity and high preference of ectomycorrhizal fungi in Western Amazonia a neotropical biodiversity hotspot *Intern. Soc. Microb. Ecol.* 1-7.
- Tedersoo, L., T. Jairus, B. M. Horton, K. Abarenkov, T. Suvi, I. Saar & U. Kolijalg. 2008. Strong host preference of ectomycorrhizal fungi in a Tasmanian wet sclerophyll forest as revealed by DNA barcoding and taxon-specific primers. *New Phytologist* 180: 479-490.
- Tedersoo, L., T.W. May & M. E. Smith. 2010. Ectomycorrhizal lifestyle in fungi: global diversity, distribution and evolution of phylogenetic lineages. *Mycorrhiza* 20: 217-263.
- Thoen, D. & A. M. Ba. 1989. Ectomycorrizas and putative ecomycorrhizal fungi of *Azelia africana* Sm. and *Uapaca guineensis* Müll. Arg. in southern Senegal. *New Phytologist* 113: 549-559.
- Trappe, J. M. 1962. Fungus associates of ectotrophicmycorrhizae. *Bot. Rev.* 28(4): 538-606.
- Trappe, J. M., R. Molina, D. L. Luoma, E. Cázares, D. Pilz, J. E. Smith, M. A. Castellano, S. L. Miller & M. J. Trappe. 2009. Diversity, Ecology, and Conservation of Truffle Fungi in Forests of the Pacific Northwest. *General Technical Report, Pacific Northwest Research Satation, USDA*.
- Valentine, L. L., T. L. Fiedler, A. N. Hart, C. A. Petersen, H. K. Berninghausen & D. Southwort. 2004. *Can. J. Bot.* 82: 123-135
- Valenzuela, R., R. Nava y J. Cifuentes. 1994. El género *Albatrellus* en México I. *Rev. Mex. Mic.* 10:113-152.

- Vite-Garín, T. M., J. L. Villarruel-Ordaz y J. Cifuentes. 2000. Contribución al conocimiento del género *Helvella* (Ascomycota: Pezizales) en Mexico: descripción de especies poco conocidas. *Rev. Mex .Biodiv.* 77: 143-151.
- Walker, J. F., O. K. Miller & J. L. Horton. 2005. Hyperdiversity of ectomycorrhizal fungus assemblages on oak seedlings in mixed forests in the southern Appalachian Mountains. *Molecular Ecology* 14: 829-838.
- Watling, R. 2001. The relationships and posible distributional patterns of boletes in South-east Asia. *Mycol. Res.* 105 (12): 1440-1448.
- Wu, Q. & G. Mueller. 1997. Biogeographic relationships between the macrofungi of temperate eastern Asia and eastern North America. *Can. J. Bot.* 75: 2108-2116.
- Yuwa-Amornpitak, T., T. Vichitsoonthonkul, M. Tanticharoen, S. Cheevadhanarak & S. Ratchadawong. 2006. Diversity of Ectomycorrhizal fungi on Dipterocarpaceae in Thailand. *Journ. of Biol. Sci.* 6(6): 1059-1064.
- Zhang, Y., D. Q. Zhou, Q. Zhao, T. X. Zou & K. D. Hyde. 2010. Diversity and ecological distribution of macrofungi in the Laojun Mountain region, southwestern China. *Biodivers. Conserv.* 19: 3545-3563.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a las todas las personas que contribuyeron de una u otra forma en el estudio, entre los que se incluye a las siguientes: Dr. Eduardo Estrada Castellón, Dr. Fortunato Garza Ocañas, Dr. Cesar Cantú Ayala, Dr. José G. Marmolejo, Dr. Enrique Jurado Ybarra, Dra. Laura Guzmán-Dávalos, Dr. Ricardo Valenzuela Garza, Dr. Gonzalo Guevara Guerrero, Dr. Jacinto Treviño Carreón, Dr. Arnulfo Moreno Valdés, Dr. Felipe San Martín González, Dra. Olivia Rodríguez, Dr. Efrén Cázares Gonzalez, Dr. Rolf Singer†, Dr. Gregory M. Mueller, Dr. James M. Trappe, Dr. Michael A. Castellano y muchas otras personas que de manera parcial o eventual apoyaron en las actividades de campo de este estudio. Se agradece al CONACYT y a las Autoridades de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León, las facilidades y el apoyo económico brindados durante el período del estudio doctoral. Se agradece al ANUIES y a la DGEST por el apoyo otorgado al cuerpo académico “Manejo de Recursos Naturales” y a la RED ACADEMICA de “Sistemática y Ecología en Comunidades Forestales y Cultivos” en el grupo correspondiente al Instituto Tecnológico de Cd. Victoria por el apoyo recibido durante los últimos años. A las Autoridades del Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria y del Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica por las facilidades brindadas durante el período de este estudio.

## CAPÍTULO 4

### DIVERSIDAD Y BIOGEOGRAFÍA DE LOS BOLETALES (BASIDIOMYCETES, AGARICOMYCOTINA) DE LOS ESTADOS DE TAMAULIPAS, NUEVO LEÓN Y COAHUILA, MÉXICO.

#### RESUMEN

Se presenta un estudio sobre la diversidad y biogeografía de las especies del Orden Boletales en el Estado de Tamaulipas y sus estados vecinos Nuevo León y Coahuila. Se registran un total de 165 taxones pertenecientes a los Subordenes Boletineae, Sclerodermatineae, Suillineae, Coniophorineae y Tapinellineae e incluidos en a 14 familias y 40 géneros en este grupo de hongos. El estudio se basa en más de 1200 especímenes recolectados entre 1978 y 2012 en 75 localidades de la región. La Familia con mayor diversidad de especies fue Boletaceae con 108 especies, siguiéndole Suillaceae con 15 y Rhizopogonaceae con 11 taxones, el resto de las familias con menos de 10 especies. La mayoría de las especies fueron recolectadas en bosques templados de *Quercus*, bosque mesófilo de montaña y encinar tropical, otros taxones provienen de bosques mixtos de *Pinus* y *Quercus*, y bosque mixto de coníferas con *Pinus*, *Abies*, *Pseudotsuga* y *Picea*. Solamente unas pocas especies provienen del bosque tropical, chaparrales y matorral tamaulipeco predominado las especies ectomicorrizógenas con 158 taxones, 6 especies son saprofíticas y una es biotrófica con insectos escama de raíces de árboles. El arreglo taxonómico se basa en los trabajos de Singer (1986) con las adecuaciones de Binder & Bresinsky (2002), Binder & Hibbett (2006), y Halling *et al.* (2012, 2013). La mayoría de las especies tienen afinidades biogeográficas con la región Holártica de Norteamérica, mientras que pocas especies con la región Holártica de Europa, Neotropical, Paleotropical y Australiana. Los especímenes examinados forman parte de las colecciones micológicas de los herbarios ITCV, UNL, FCF, ENCB, F y OSU.

**DIVERSITY AND BIOGEOGRAPHY OF THE BOLETALES  
(BASIDIOMYCETES, AGARICOMYCOTINA) FROM TAMAULIPAS, NUEVO  
LEON AND COAHUILA STATES, MEXICO.**

**ABSTRACT**

A study regarding diversity and biogeography of the Order Boletales species in Tamaulipas, Nuevo León and Coahuila states in México is presented. A total of 165 species belonging to the Boletineae, Sclerodermatineae, Suillineae, Coniophorineae and Tapinellineae suborders and ascribed to 14 families and 40 genera of the order are registered. This study is based in more than 1200 specimen records collected from 1978 - 2012 in 75 localities in the region. The major diversity was for the Boletaceae with 108 taxons, Suillaceae with 15, Rhizopogonaceae with 11, the others families with less than 10 taxons. Most of the species were collected from temperate *Quercus* forest, cloud forest and tropical *Quercus* forest, other taxa were found in mixed *Pinus* and *Quercus* forest and coniferous mixed forest with *Pinus*, *Abies*, *Pseudotsuga* and *Picea*, few species from tropical forest, chaparral and Tamaulipan thorn scrub. The main of the species (158) are mycorrhizal fungi with *Quercus*, *Pinus* and other forest trees in the different vegetation types, 6 species are saprophytic and one is biotrophic with root tree scale insects. The taxonomic arrangement is based in Singer (1986) with the improvement from Binder & Bresinsky (2002), Binder & Hibbett (2006) and Halling *et al.* (2012, 2013). The biogeographical affinities of the species are mainly related to the Holarctic region of North America, and few species came from the Holarctic Europe, Neotropical, Paleotropical and Australian regions. The examined specimens are in the ITCV, UNL, FCF, ENCB, F and OSU mycological herbaria.

## INTRODUCCIÓN

Los hongos del Orden Boletales Gilbert se distribuyen ampliamente en las diferentes regiones del mundo. La mayor parte de sus especies, se asocian simbióticamente con diversas familias de árboles para formar ectomicorrizas. Los hongos ectomicorrizógenos son de gran importancia en el ambiente forestal debido a su función en la translocación de elementos nutritivos del suelo a la planta como sales minerales y agua. El origen monofilético de los boletales y su diversificación en 16 familias y 75 géneros (Binder & Hibbett, 2006) nos indica la complejidad del proceso evolutivo que ha sucedido en este grupo de hongos. Estudios sobre la diversidad de Boletales en Norteamérica han sido publicados por Murrill (1909 a y b), Singer (1945 a y b, 1947), Smith & Thiers (1963, 1971), Snell & Dick (1970), Thiers (1975), Wolfe (1979), Grund & Harrison (1976), Bessette *et al.* (2000) y Miller (2003) entre muchos otros. En Latinoamérica encontramos los estudios de Singer (1964), Singer *et al.* (1983), Pegler (1983), Gómez (1996), Halling (1989), Halling & Mueller (1999), Halling & Mueller (2002), Halling & Mueller (2003), Mueller *et al.* (2006), Ortiz-Santana *et al.* (2007), Singer & Gómez (1984), Neves & Capelari (2007), Neves & Halling (2010), Henkel *et al.* (2002, 2012) entre otros. En otras regiones del mundo se incluyen para Europa los trabajos de Singer (1965,1967), Moser (1983), Ladurner & Simonini (2003), Muñoz (2005). Los estudios en Australia de Watling & Tai Hui (1999), de Nueva Zelanda los de Mc Nabb (1968), de la India por Lakampal (1996), de Malasia (Corner 1972) en el África los estudios de Heinemann (1951 y 1961) , Watling & Turnbull (1992), de Filipinas por Sims *et al.* (1997) entre otros. En México los estudios de Guzmán (1970), García (1993, 1999), García y Castillo (1981), García y Garza (2001), Singer *et al.* (1990,1991, 1992), González-Velázquez y Valenzuela (1993, 1995), Capello y Cifuentes (1982), Hosford y Trappe (1980), Montoya y Bandala (2011), Cázares *et al.* (1992), entre otros. El criterio taxonómico tradicionalmente usado en la clasificación de los Boletales y en particular en Boletaceae es el de Singer (1986), pero en los últimos años en base a la taxonomía basada en estudios moleculares han dilucidado algunas inconsistencias taxonómicas en este grupo de hongos Binder e Hibbett *et al.* (2006) bajo el criterio de clasificación natural. Los estados del noreste de México, Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila representan una zona geográfica de México con una alta diversidad micológica, esto se debe entre otras causas a la diversidad de ecosistemas forestales que presenta, a la

conjunción geográfica en estos estados de las dos regiones biogeográficas de América, la Neártica y la Neotropical y al complejo gradiente climático-altitudinal de su territorio. La presencia de los Boletales está directamente relacionada a la diversidad de hospederos ectomicorrizógenos, en particular las especies de *Quercus*, las que pueden ser encontradas en diferentes niveles de este gradiente desde el nivel del mar en la región de la Planicie Costera Nororiental hasta los 3200 msnm en algunos sitios de la Sierra Madre Oriental, las especies de *Pinus*, *Abies* y *Pseudotsuga* también establecen simbiosis micorrizica con algunas especies de Boletaceae en ambientes de media y alta montaña. Aún que algunas especies de Boletales son de hábitos saprofiticos la gran mayoría son especies simbióticas con árboles. Solo algunas especies habitan los bosques tropicales, estas especies posiblemente se asocien simbióticamente con Sapotáceas o Leguminosas o Polygonaceae, algunas son especies simbióticas con insectos asociados a raíces de algunas especies de árboles (Brundrett and Kendrick (1987). El estudio representa tan solo una parte de la diversidad de estos hongos en México, en donde se conocen alrededor de 212 taxones tan solo de la Familia Boletaceae s.l. (García y Garza 2001), aunque cifras actuales indican una diversidad entre los 250 y 300 taxones para este grupo en el país. Además de que una razonable cifra de especies de Boletes son endémicas como también se reconoce para los países de Centroamérica en los estudios de Halling & Mueller (2002), Ortiz-Santana *et. al.* (2007) para Belice y Republica Dominicana y Flores y Simmonini (2000) de Guatemala. En México este endemismo está directamente relacionado a la amplia diversidad forestal existente en particular de las cerca de 160-165 especies de *Quercus* (Nixon, 1998) y 49 de *Pinus* (Styles, 1998), con los que los Boletes forman micorrizas. Destaca la presencia del Genero *Boletus* con más de 60 taxones, *Suillus* con 25, *Tylopilus* con más de 15, *Boletellus* con alrededor de 15 y algunos casos de Géneros monotípicos con Distribuciones disyuntas como *Phylloboletellus chloephorus* conocido solo de Argentina y México, Singer *et al.*, (1992).

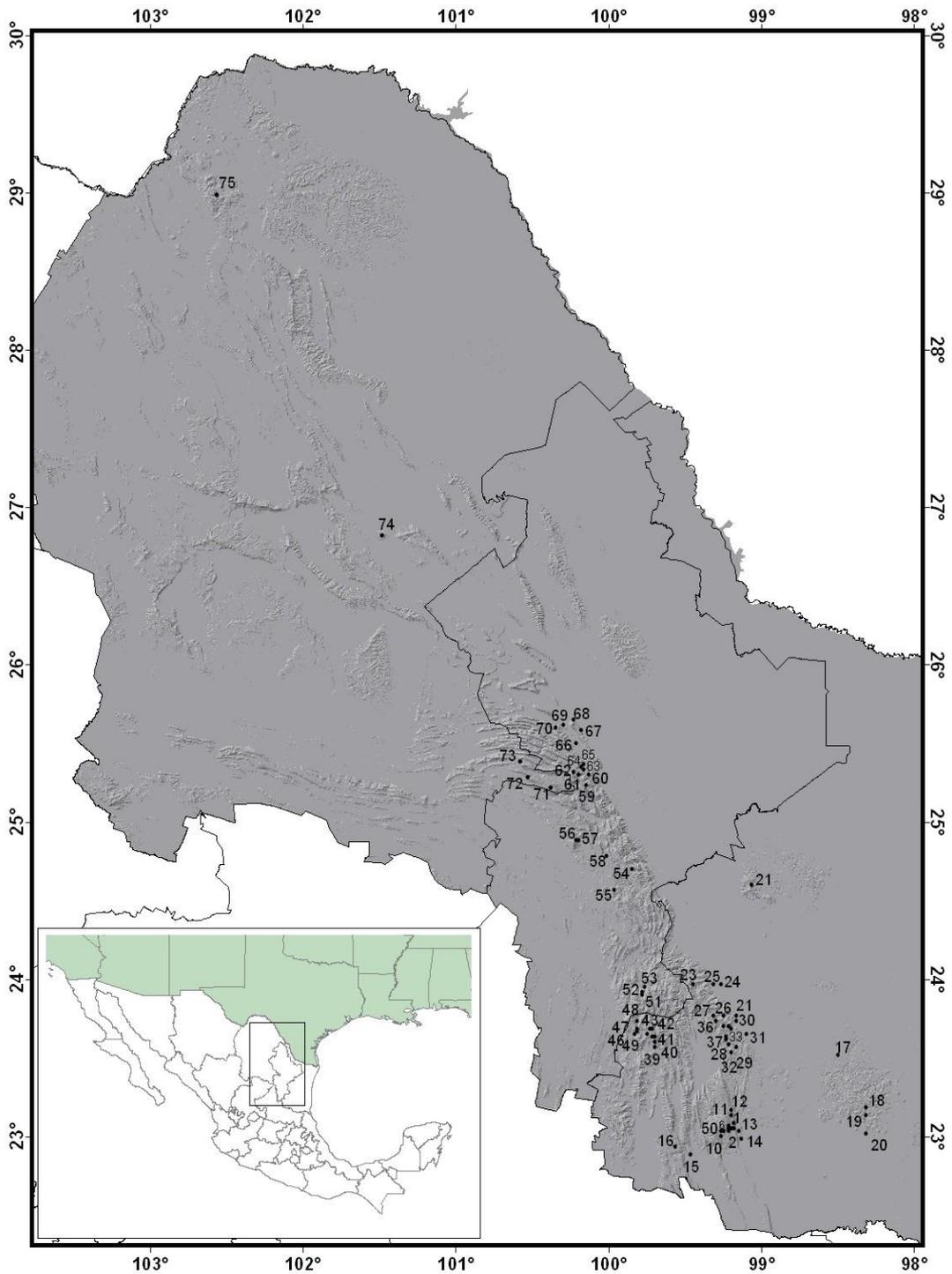
Las especies estudiadas aquí presentan desde el punto de vista biogeográfico una afinidad Boreal con especies distribuidas en diferentes sitios de Norteamérica, conjuntándose en esta zona especies del noroeste de los U.S. , P.ej. *Suillus lakei*, *Suillus imitatus*, *S. pungens*, *Phylloporus arenicola*, *Gomphidius subroseus* *Boletus smithii*, *Boletus barrowsii*, *Brauniellula crassitunicata* y *Rhizopogon abietis* entre otros, con las de la zona este de Norteamérica y algunas especies de afinidad neotropical.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Trabajo de campo y laboratorio

Se revisaron alrededor de 1200 especímenes de Boletáceos y otras familias del Orden Boletales, estos especímenes fueron registrados mediante trabajo de campo y laboratorio a partir de 1978 hasta el 2012. Los materiales revisados pertenecen a los herbarios UNL, FCF e ITCV. La recolección de especímenes se realizó bajo muestreo oportunístico como lo indican en sus estudios Lodge *et al.* (2005) y Largent (1986), en 68 diferentes localidades de los Estados de Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila. Para el registro del color de los especímenes se utilizó el manual Methuen de Kornerup & Wanscher (1978). El material aquí registrado fue fotografiado y deshidratado bajo los criterios usuales en los estudios de macromicetos. El análisis microscópico de los especímenes se basó en el criterio señalado por Singer (1986), Largent *et al.* (1977), Mueller *et al.* (2004) y Delgado Fuentes *et al.* (2005) realizándose cortes a navaja, de las diferentes partes de los especímenes, colocadas en preparaciones microscópicas utilizando KOH al 5% y Reactivo de Melzer. Las microscopías de los especímenes se realizaron con microscopios binoculares de la marca Carl Zeiss con micrómetro de ocular. El estudio taxonómico de los macromicetos, se basó en el criterio de Singer (1986) con las adecuaciones pertinentes basadas en los estudios moleculares de Binder & Bresinsky (2002) y Binder & Hibbett (2006). La determinación taxonómica a nivel específico de la mayoría de las especies aquí citadas se realizó mediante la revisión de literatura especializada en macromicetos, incluyendo las obras de Singer *et al.* (1983), Singer (1945 a y b, 1947), Grund y Harrison (1976), Snell y Dick (1970), Bessette *et al.* (2000), Phillips (1991), Smith y Thiers (1971), Thiers (1975), Lincoff (1981), Arora (1986), Metzler & Metzler (1992), entre otros. Las especies registradas a nivel genérico se han reconocido al nivel de morfoespecie y bajo ese criterio se anexan a la lista. Los especímenes de los taxones estudiados forman parte del Herbario Micológico ITCV, como colectas originales y duplicados de los otros herbarios citados.

Mapa de las localidades de muestreo en el área de estudio.



**Tabla I.- Localidades de estudio en el noreste de México**

LOCALIDADES	MUNICIPIO	VEGETACIÓN
<b>TAMAULIPAS</b>		
1. Rancho El Cielo	Gómez Farías	BMM
2. El Vivero, Ej. San José	Gómez Farías	BMM
3. Alta Cima	Gómez Farías	BMM
4. Desv. a casa de Piedra, Ej. Alta Cima	Gómez Farías	BMM
5. La Alamillosa, Ej. Alta Cima	Gómez Farías	BMM, BT
6. Casa de Piedra, Ej. Alta Cima	Gómez Farías	BMM
7. Valle del Ovni, Ej. Alta Cima	Gómez Farías	BMM, BP
8. Ejido La Gloria	Gómez Farías	BPQ
9. Valle de las Peras	Gómez Farías	BMM
10. Ej. Joya de Manantiales	Gómez Farías	BPQ
11. El Julilo	Gómez Farías	BMM
12. Camino Julilo-Montecarlo	Gómez Farías	BMM
13. 1.5 km al SO de la cabecera mpal.	Gómez Farías	BT
14. La Florida	Gómez Farías	BT
15. El Elefante	Gómez Farías	BMM, BPQ
16. Colonia Santa María	Ocampo	BQT
17. Las Enramadas	Ocampo	BQ
18.- Rancho El Lajadero	Casas	BQ, BT
19. Cerro El Yesquero	Casas	BPQ
20. Rancho El Pueblito	Aldama	BQ
21. Ejido San Andrés	Aldama	BQT
22. Cerro El Diente	San Carlos	BMM
23. Ejido Conrado Castillo	Hidalgo	BMM, BPQ
24. Joya de Galindo	Hidalgo	BMM
25. El Tigre	Hidalgo	BQ, BT
26. La Esperanza	Guémez	BQ, BT
27. Cañón de la peregrina	Victoria	BT, BQ, BPQ, BMM
28. Rancho El Molino	Victoria	BMM, BPQ
29. Ej. Altas Cumbres	Victoria	BQ
30. El Madroño	Victoria	BQ
31. 6 km NE de Cd. Victoria	Victoria	MT
32. Ej. Juan Capitán	Victoria	MT
33. Puerto Arrazolo	Victoria	BQ
34. Cañón del Novillo, La Quebradora	Victoria	BT
35. Cañón del Novillo, Las Piedrotas	Victoria	BT, BQ
36. Cañón del Novillo, Los Postes	Victoria	BQ, BP
37. La Ascensión	Victoria	BPQ
38. Las Mulas	Victoria	BQ

39. Lagunas de Pino Solo	Victoria	BPQ
40. Km 6 La Peña-Aserradero	Miquihuana	BP, CHQ
41. km 12 La Peña – Aserradero	Miquihuana	BQ, BPQ
42. km 18 La Peña–Aserradero	Miquihuana	BP
43. km 24 La Peña – Aserradero	Miquihuana	BPQ, CHQ
44. Ej. Aserradero	Miquihuana	BPQ
45. Ej. Valle Hermoso	Miquihuana	BPQ, BC
46. Cerro El Nacimiento	Miquihuana	BP y Conif.
47. Paso del Oso	Miquihuana	BP, CHQ
48. Camino Valle Hermoso-La Marcela	Miquihuana	BQ, CHQ
49. La Marcela	Miquihuana	BP, BQ, CHQ
50. Camino Aserradero-Los Walle	Miquihuana	BP, CHQ

### **NUEVO LEÓN**

51. La Encantada	Zaragoza	BC
52. Palo Bola	Zaragoza	BQP
53. El Salto	Zaragoza	BQJ
54. Bosque Escuela FCF UANL	Iturbide	BQJ
55. Pablillo, San Francisco	Galeana	BQ, BPQ, BP
56. Cerro El Potosí, km 16	Galeana	BP, BC
57. Cerro El Potos , km 11	Galeana	BQ, CHQ, BP
58. Puerto Pastores	Iturbide	BQ, BPQ
59. Potrero Redondo	Santiago	BQ, BPQ
60. Las Adjuntas	Santiago	BPQ
61. La Camotera	Santiago	BPQ
62. Cañón del Tejocote	Santiago	BC
63. Puerto Genovevo	Santiago	BQ, BPQ
64. El Manzano	Santiago	BPQ
65. El Cercado	Santiago	BQ, BT
66. El Ranchito	Santiago	BQ
67. Cerro de La Silla	Guadalupe	BQ
68. Bosque La Pastora	Guadalupe	BQ
69. Cerro El Mirador	Monterrey	BQ
70. Meseta de Chipinque	Monterrey	BQ

### **COAHUILA**

71. La Siberia	Arteaga	BP, BC
72. Cañón de Las Alazanas	Arteaga	BP, BC
73. Los Lirios	Arteaga	BP, BC
74. Cerro El Mercado	Castaños	BQ
75. Sierra Maderas del Carmen	Ocampo	BQ, BPQ, BC

## RESULTADOS

Tabla II. Boletales de los estados de Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila, de acuerdo al ordenamiento filogenético propuesto por Binder & Hibbett (2006).

FAMILIA	TIPO DE VEGETACIÓN	HOSPEDERO FORESTAL	TAM	NL	COAH
<b>BOLETACEAE</b>					
<i>Aureoboletus auriporus</i> (Peck) Pouzar	BQ,BTQ,BMM,BP Q	<i>Quercus rysophylla</i> , <i>Q. sartorii</i>	1	1	
<i>Austroboletus gracilis</i> (Peck) Wolfe	BC	<i>Pinus strobiformis</i>		1	
<i>Austroboletus neotropicalis</i> Singer, J. García et L.D. Gómez	BQ,BMM	<i>Quercus germana</i> , <i>Q. sartori</i> , <i>Q. rysophylla</i>	1	1	
<i>Boletellus coccineus</i> (Sacc.) Singer	BQ,BTQ,BMM	<i>Quercus fusiformis</i> , <i>Q. oleoides</i> , <i>Q. germana</i> ,	1	1	
<i>Boletellus flocculosipes</i> (Murrill) Perr.-Bertr.	BQ,BTQ,BMM	<i>Q. germana</i> , <i>Q. polymorpha</i> , <i>Q. fusiformis</i>	1	1	
<i>Boletellus projectellus</i> (Murrill) Singer	BPQ	<i>Pinus teocote</i> , <i>Quercus</i> sp.	1		
<i>Boletellus pseudochrysenoides</i> A.H. Sm. et Thiers	BQ,BTQ,BMM	<i>Quercus polymorpha</i> , <i>Q. fusiformis</i> , <i>Q. canbyi</i> , <i>Q. sartorii</i>	1	1	
<i>Boletellus zaragozae</i> García et Garza ad .int.	BQ	<i>Quercus polymorpha</i> , <i>Q. rysophylla</i>		1	
<i>Boletellus russellii</i> (Frost) E.-J. Gilbert	BPQ	<i>Pinus teocote</i> , <i>P. pseudostrobus</i>	1	1	
<i>Boletus atkinsonii</i> Peck	BMM	<i>Quercus germana</i> , <i>Q. sartorii</i>	1		
<i>Boletus auripes</i> Peck	BPQ	<i>Quercus rysophylla</i>		1	
<i>Boletus aff. appendiculatus</i> Schaeff.	BQ,BPQ	<i>Quercus mexicana</i> , <i>Q. greggii</i>	1	1	
<i>Boletus aff. bicoloroides</i> A.H. Sm. et Thiers	BMM	<i>Quercus sartorii</i> , <i>Q. germana</i> ,		1	
<i>Boletus aff. mahoganicolor</i> Bessette, Both et Dunawa	BTQ,BPQ	<i>Quercus mexicana</i>	1		

<i>Boletus aff. neoregius</i> Halling et G.M. Muell.	BTQ,BPQ	<i>Quercus miquihuanensis, Q. mexicana</i>	1		
<i>Boletus aff. vermiculosus</i> Peck	BMM	<i>Quercus germana, Q. sartorii</i>	1		
<i>Boletus austrinus</i> Singer	BQ,BMM	<i>Quercus fusiformis, Q. polymorpha, Q. germana</i>	1	1	
<i>Boletus barrowsii</i> Thiers et A.H. Sm.	BPQ	<i>Pinus hartwegii, Quercus miquihuanensis</i>			1
<i>Boletus campestris</i> A.H. Sm. et Thiers	BQ,BPQ	<i>Quercus, mexicana, Q.canbyi</i>		1	
<i>Boletus cieloensis</i> García ad int.	BMM	<i>Quercus sartorii, Q. germana</i>	1		
<i>Boletus clavipes</i> (Peck) Pilát et Dermek	BQ,BPQ	<i>Pinus pseudostrobus, Pinus sp.</i>		1	
<i>Boletus dupainii</i> Boud.	BQ	<i>Quercus coccolobifolia</i>		1	
<i>Boletus edulias f. aurantioruber</i> (E.A. Dick et Snell) Vassilkov	BP	<i>Pinus sp.</i>		1	
<i>Boletus fairchildianus</i> (Singer) Singer	BQ,BTQ	<i>Quercus fusiformis, Q. oleoides, Q. canbyi</i>	1	1	
<i>Boletus floridanus</i> (Murrill) Singer	BQ, BTQ	<i>Quercus fusiformis, Q. polymorpha</i>	1	1	
<i>Boletus frostii</i> J.L.Russell	BQ, BPQ	<i>Quercus mexicana</i>	1	1	
<i>Boletus gertrudiae</i> Peck	BMM	<i>Quercus sartorii, Q. germana,</i>	1		
<i>Boletus hypocaycinus</i> Singer	BQ,BTQ,BMM	<i>Quercus fusiformis, Quercus polymorpha</i>	1	1	
<i>Boletus inedulius</i> (Murrill) Murrill	BQ, BTQ, BMM,	<i>Quercus fusiformis, Quercus spp.</i>	1	1	
<i>Boletus luridellus</i> (Murrill) Murrill	BQ,BTQ	<i>Quercus spp.</i>	1	1	1
<i>Boletus luridus</i> Schaeff.	BQ,BTQ,BMM,BP Q	<i>Quercus fusiformis., Q. cambyi, Q. sartorii</i>	1	1	1
<i>Boletus aff. miniatoolivaceus</i> Frost	BQ	<i>Q. polymorpha, Q. mexicana</i>	1		
<i>Boletus norestensis</i> García, Garza et Valenzuela ad int.	BQ,BTQ,BMM	<i>Quercus fusiformis, Q. polymorpha, Q. germana</i>	1	1	1

<i>Boletus paulae</i> García, Singer et Garza	BQ,BTQ,BMM	<i>Quercus fusiformis</i> , <i>Q. germana</i> , <i>Q. polymorpha</i>	1	1	
<i>Boletus peckii</i> Frost	BQ,BPQ	<i>Quercus</i> sp.	1	1	
<i>Boletus pinophilus</i> Pilát et Dermek	BQP.BP	<i>Pinus pseudostrobus</i> , <i>P. teocote</i> , <i>P. strobiformis</i>		1	1
<i>Boletus pseudosulphureus</i> var. <i>pallidus</i> Grund et K.A. Harrison	BPQ,BQ	<i>Quercus</i> sp.		1	
<i>Boletus pulchriceps</i> Both, Bessette et R. Chapman	BTQ	<i>Quercus</i> sp.			1
<i>Boletus rubellus</i> Krombh.	BQ,BTQ,BMM, BPQ	<i>Q. fusiformis</i> , <i>Q. polymorpha</i> , <i>Q. germana</i> , <i>Q. rysophylla</i>	1	1	1
<i>Boletus rubricitrinus</i> (Murrill) Murrill	BQ,BTQ	<i>Q. fusiformis</i> , <i>Q. oleoides</i> , <i>Q. canbyi</i> ,	1	1	
<i>Boletus sierramadrensis</i> García et Garza ad int.	BTQ	<i>Q. canbyi</i> , <i>Q. polymorpha</i>	1		
<i>Boletus singerii</i> García, Valenzuela et Estrada	BTQ	<i>Quercus canbyi</i>	1		
<i>Boletus smithii</i> Thiers	BPQ	<i>Pinus</i> sp., <i>Quercus</i> sp.		1	
<i>Boletus speciosus</i> Frost	BQ,BPQ	<i>Quercus greggii</i> , <i>Quercus</i> sp.	1		
<i>Boletus</i> sp.1	BMM	<i>Quercus sartorii</i> , <i>Q. germana</i>	1		
<i>Boletus subvelutipes</i> Peck	BQ,BTQ,BMM	<i>Quercus oleoides</i> , <i>Q. fusiformis</i> , <i>Q. sartorii</i> , <i>Q. germana</i>	1	1	
<i>Boletus tamaulipanus</i> García et Garza ad. int.	BQ,BTQ,BMM	<i>Quercus fusiformis</i> , <i>Quercus canbyi</i> , <i>Q. polymorpha</i>	1		
<i>Boletus variipes</i> Peck	BTQ,BMM, BPQ	<i>Q. canbyi</i> , <i>Q. polymorpha</i> , <i>Q. rysophylla</i>	1	1	
<i>Boletus variipes</i> var. <i>fagicola</i> A.H. Sm. et Thiers	BQ,BTQ,BMM	<i>Quercus oleoides</i> , <i>Q. sartorii</i>	1		
<i>Buchwaldoboletus lignicola</i> (Kallenb.) Pilát	BP	<i>Pinus teocote</i> S	1		
<i>Chalciporus amarellus</i> (Quél.) Bataille	BP	<i>Pinus cembroides</i>	1	1	

<i>Chalciporus rubinellus</i> (Peck) Singer	BP	<i>Pinus patula</i>	1	
<i>Chalciporus piperartus</i> (Bull.) Bataille	BP,BC	<i>Pinus hartwegii</i> , <i>P.</i> <i>strobiformis</i> , <i>Abies</i> sp. <i>Pseudotsuga menziesii</i>		1
<i>Chalciporus</i> sp. 1	BMM	<i>Quercus germana</i> , <i>Q.</i> <i>polymorpha</i> , <i>Q. sartorii</i>	1	
<i>Gastroboletus xerocomoides</i> Trappe et Thiers	BPQ	<i>Quercus</i> sp.		1
<i>Gastroboletus</i> sp. 1	BPQ	<i>Quercus laceyi</i>		1
<i>Gastroboletus</i> sp. 2	BPQ	<i>Quercus</i> sp.		1
<i>Harrya chromapes</i> (Frost) Halling, Nuhn, Osmundson et Manfr. Binder	BMM,BPQ	<i>Quercus</i> sp. , <i>Pinus</i> sp.	1	1
<i>Heimioporus ivoryi</i> (Singer) E. Horak	BTQ,BPQ	<i>Q. coccolobifolia</i> , <i>Quercus</i> sp. , <i>Pinus</i> sp	1	1
<i>Leccinellum albellum</i> (Peck) Bresinsky et Manfr. Binder	BTQ,BMM,BPQ	<i>Q. oloides</i> , <i>Q. sartorii</i> , <i>Q. germana</i> , <i>Q.</i> <i>coccolobifolia</i>	1	1
<i>Leccinellum griseum</i> (Qué.) Bresinsky et Manfr. Binder	BTQ,BMM,BPQ	<i>Quercus rysophylla</i> , <i>Q.</i> <i>mexicana</i> , <i>Q. sartorii</i>	1	
<i>Leccinellum nigrescens</i> (Singer) Bresinsky et Manfr. Binder	BPQ	<i>Quercus coccolobifolia</i>		1
<i>Leccinum aff. hortonii</i> (A.H. Sm. et Thiers) Hongo et Nagas.	BQ,BMM	<i>Quercus fusiformis</i> , <i>Quercus germana</i> . <i>Q.</i> <i>sartorii</i>	1	
<i>Leccinellum albellum</i> (Peck) Bresinsky et Manfr. Binder	BTQ,BMM,BPQ	<i>Q. oloides</i> , <i>Q. sartorii</i> , <i>Q. germana</i> , <i>Q.</i> <i>coccolobifolia</i>	1	1
<i>Leccinum insigne</i> A.H. Smith, Thiers et Watling	BC	<i>Populus tremuloides</i>		1 1
<i>Leccinum longicurvipes</i> (Snell et Smith) nom prov.	BMM	<i>Quercus sartorii</i> , <i>Q.</i> <i>germana</i>	1	
<i>Leccinum rubropunctum</i> (Peck) Singer	BQ,BMM	<i>Quercus fusiformis</i> , <i>Q.</i> <i>sartorii</i> , <i>Q. germana</i>	1	
<i>Leccinum rugosiceps</i> (Peck) Singer	BQ,BTQ,BMM	<i>Q. fusiformis</i> , <i>Q.</i> <i>polymorpha</i> , <i>Q. oleides</i> , <i>Q. germana</i>	1	1
<i>Leccinum</i> sp. 1	BQ, BMM	<i>Q. germana</i> , <i>Q. sartorii</i>	1	
<i>Leccinum sphaerocystis</i> (Smith)	BTQ,BMM	<i>Quercus fusiformis</i> , <i>Q.</i>	1	1

<i>et Thiers) Singer et García ad int.</i>		<i>polymorpha</i>		
<i>Leccinum subglabripes</i> (Peck) Singer	BQ,BTQ,BMM	<i>Quercus fusiformis, Q. polymorpha</i>	1	
<i>Phylloboletellus chloephorus var. mexicanus</i> Singer, J. García et L.D. Gómez	MT,SBS	<i>Acacia, Ebenopsis, Havardia</i>	1	1
<i>Phylloporus aff phaeoxanthus</i> Singer et L.D. Gómez	BMM	<i>Quercus germana, Q. sartorii</i>	1	
<i>Phylloporus arenicola</i> A.H. Sm. et Trappe	BP	<i>Pseudostuga menziesii</i>	1	1
<i>Phyllopórus foliiporus</i> (Murrill) Singer	BTQ,BMM	<i>Quercus sartorii, Q. germana, Q. polymorpha, Q. canbyi</i>	1	1
<i>Phylloporus rhodoxanthus</i> (Schwein.) Bres.	BMM,BPQ	<i>Quercus sartorii, Quercus spp.</i>	1	1
<i>Phylloporus mulasensis</i> García et Neves ad int.	BTQ	<i>Quercus mexicana, Q. polymorpha, Q. canbyi</i>	1	
<i>Phylloporus victoriensis</i> García et Neves ad int.	BQ	<i>Q. fusiformis, Q. polymorpha</i>	1	
<i>Porphyrellus cyaneotinctus</i> (A.H. Sm. et Thiers) Singer	BQ,BTQ,BMM	<i>Q. fusiformis, Q. rysophylla, Q. polymorpha, Q. germana</i>	1	1
<i>Porphyrellus zaragozae</i> Singer et J. García	BTQ	<i>Quercus mexicana</i>	1	1
<i>Pulveroboletus ravenelii</i> (Berk. et M.A. Curtis) Murrill	BTQ, BMM, BPQ	<i>Q. polymorpha, Q. germana, Q. sartorii, Q. rysophylla</i>	1	1
<i>Retiboletus griseus</i> (Frost) Manfr. Binder et Bresinsky	BTQ,BMM,BPQ	<i>Quercus sartorii, Q. germana, Q. mexicana</i>	1	1
<i>Retiboletus retipes</i> (Berk. et M.A. Curtis) Manfr. Binder et Bresinsky	BQ,BMM	<i>Quercus sartorii, Q. germana, Q. oleoides, Q. fusiformis</i>	1	1
<i>Rubinoboletus balloui</i> (Peck) Heinem. et Rammeloo	BQ, BTQ,BMM,BPQ	<i>Quercus oleoides, Q. sartorii, Quercus spp.</i>	1	
<i>Rubinoboletus caespitosus</i> T.H. Li et Watling	BMM	<i>Quercus sartorii, Quercus spp.</i>	1	1
<i>Strobilomyces confusus</i> Singer	BMM	<i>Quercus germana, Q. sartorii, Q. rysophylla</i>	1	1
<i>Strobilomyces floccopus</i> (Vahl) P. Karst.	BQ,BTQ,BMM,BP Q,BP	<i>Quercus spp., Pinus spp.</i>	1	1 1

<i>Sutorius eximius</i> (Peck.) Halling, M. Nuhn <i>et</i> Osmundson	BMM	<i>Quercus rysophylla</i> , <i>Q.</i> <i>sartorii</i> , <i>Q. germana</i> ,	1	1
<i>Tylopilus alboater</i> (Schwein.) Murrill	BQ,BTQ,BMM	<i>Quercus oleoides</i> , <i>Q.</i> <i>sartorii</i> , <i>Q.</i> <i>muehlenbergi</i>	1	
<i>Tylopilus ferrugineus</i> (Frost) Singer	BQ,BTQ, BMM	<i>Q. fusiformis</i> , <i>Q.</i> <i>polymorpha</i> , <i>Q. canbyi</i> , <i>Q. rysophylla</i>	1	1
<i>Tylopilus griseocarneus</i> Wolfe <i>et</i> Halling	BQ	<i>Q. fusiformis</i> , <i>Q.</i> <i>polymorpha</i>	1	
<i>Tylopilus indecisus</i> (Peck) Murrill	BQ	<i>Q. rysophylla</i>		1
<i>Tylopilus plumbeoviolaceus</i> (Snell <i>et</i> E.A. Dick) Snell <i>et</i> E.A. Dick	BQ,BTQ,BMM	<i>Q. oleoides</i> , <i>Q. sartorii</i> , <i>Q. germana</i> , <i>Q.</i> <i>polymorpha</i>	1	1
<i>Tylopilus rubrobrunneus</i> Mazzer <i>et</i> A.H. Sm.	BQ	<i>Q. oleoides</i>	1	
<i>Tylopilus</i> sp. 1	BQ,BTQ	<i>Q. oleoides</i> , <i>Quercus</i> spp.	1	
<i>Tylopilus subcellulosus</i> Singer <i>et</i> J. García	BTQ,BMM	<i>Quercus sartorii</i> , <i>Q.</i> <i>germana</i>	1	
<i>Tylopilus tabacinus</i> (Peck) Singer	BQ	<i>Q. oleoides</i> , <i>Quercus</i> spp.	1	
<i>Tylopilus williamsii</i> Singer <i>et</i> J. García	BMM	<i>Quercus muehlenbergi</i> , <i>Q. sartorii</i>	1	
<i>Xanthoconium aff.</i> <i>chattoogaense</i> Wolfe	BTQ	<i>Quercus polymorpha</i> , <i>Q. laeta</i>	1	
<i>Xanthoconium affine</i> (Peck) Singer	BQ,BTQ,BMM	<i>Q. oleoides</i> , <i>Quercus</i> spp.	1	1
<i>Xanthoconium affine var</i> <i>reticulatus</i> (A.H. Sm.) Wolfe	BQ, BTQ,BMM	<i>Q. fusiformis</i> , <i>Q.</i> <i>polymorpha</i>	1	
<i>Xanthoconium separans</i> (Peck) Halling <i>et</i> Both	BQ,BMM	<i>Q. sartorii</i> , <i>Q.</i> <i>germana</i> , <i>Q. oleoides</i>	1	
<i>Xerocomus badius</i> (Fr.) E.-J. Gilbert	BTQ, BMM	<i>Q. sartorii</i> , <i>Quercus</i> sp.	1	
<i>Xerocomus housei</i> (Murrill) Singer	BQ	<i>Q. polymorpha</i> , <i>Q.</i> <i>fusiformis</i>		1
<i>Xerocomus illudens</i> <i>xanthomycelinus</i> Singer	BTQ,BMM	<i>Q. canbyi</i> , <i>Q.</i> <i>polymorpha</i> , <i>Q.</i> <i>rysophylla</i>	1	1

<i>Xerocomus spadiceus</i> (Fr.) Quél.	BMM	<i>Quercus sartorii</i> , <i>Q. germana</i>	1		
<i>Xerocomus subtomentosus</i> (L.) Quél.	BTQ,BMM	<i>Q. germana</i> , <i>Q. sartorii</i>	1		
<i>Xerocomus truncatus</i> Singer, Snell et E.A. Dick	BQ,BTQ,BMM	<i>Quercus sartorii</i> , <i>Quercus fusiformis</i> , <i>Q. germana</i> ,	1	1	1
<i>Xerocomus pseudoboletinus</i> (Murrill) Singer	BQ,BPQ	<i>Pinus</i> sp., <i>Quercus</i> sp.		1	
<b>GOMPHIDIACEAE</b>					
<i>Brauniellula albipes</i> (Zeller) A.H. Sm. et Singer	BPQ	<i>Pinus patula</i> , <i>Pinus pseudostrobus</i>	1		
<i>Chroogomphus ochraceus</i> (Kauffman) O.K. Mill.	BMM, BPQ,BP	<i>Pinus patula</i> , <i>P. pseudostrobus</i> , <i>P. teocote</i>	1	1	
<i>Chroogomphus vinicolor</i> (Peck) O.K. Mill.	BPQ,BP	<i>Pinus hartwegii</i>	1	1	1
<i>Gomphidius smithii</i> Singer	BP	<i>Pinus hartwegii</i>	1	1	1
<b>GYROPORACEAE</b>					
<i>Gyroporus castaneus</i> (Bull.) Quél.	BQ,BTQ,BMM,BP Q	<i>Q. fusiformis</i> , <i>Q. polymorpha</i> , <i>Q. germana</i> , <i>Q. mexicana</i>	1	1	1
<i>Gyroporus purpurinus</i> (Snell) Singer	BTQ	<i>Quercus</i> sp.			1
<i>Gyroporus subalbellus</i> Murrill	BQ	<i>Quercus fusiformis</i> , <i>Q. polymorpha</i>	1		
<i>Gyroporus</i> sp. 1	BMM	<i>Pinus patula</i>	1		
<i>Gyroporus</i> sp. 2	BQ	<i>Quercus fusiformis</i> , <i>Q. polymorpha</i>	1		
<b>OCTAVIANIACEAE</b>					
<i>Octaviania</i> sp. 1	BTQ	<i>Quercus polymorpha</i> , <i>Q. canbyi</i> , <i>Q. laeta</i>	1	1	
<i>Octaviania</i> sp. 2	BTQ	<i>Quercus rysophylla</i> , <i>Q. germana</i>	1		
<i>Octaviania</i> sp. 3	BPQ	<i>Quercus polymorpha</i> , <i>Q. canbyi</i> , <i>Q. laeta</i>	1		
<i>Octaviania</i> sp. 4	Ch	<i>Quercus miquihuanensis</i>	1		

PAXILLACEAE					
<i>Alpova</i> sp.1	Ch	<i>Quercus intricata</i> , <i>Quercus pringlei</i>	1		
<i>Alpova</i> sp. 2	BPQ	<i>Quercus mexicana</i>	1		
<i>Meiorganum curtisii</i> (Berk.) Singer, J. García et L.D. Gómez	BP	Saprobio en <i>Pinus</i> sp.	1		
<i>Melanogaster variegatus</i> (Vittad.) Tul. et C. Tul.	PQ	<i>Quercus</i> sp.		1	
<i>Melanogaster mynisorus</i> Cázares, Guevara, J. García et Trappe	PQ	<i>Quercus</i> sp.	1		1
RHIZOPOGONACEAE					
<i>Rhizopogon abietis</i> A.H. Sm.	BPQ	<i>Pinus pseudostrobus</i>		1	
<i>Rhizopogon guzmanii</i> Trappe et Cázares	BP	<i>Pinus hartwegii</i> , <i>P.rudis</i> , <i>P. strobiformis</i>	1		1
<i>Rhizopogon pinyonensis</i> K.A. Harrison et A.H. Sm.	BP	<i>Pinus cembroides</i>	1		
<i>Rhizopogon rubescens</i> (Tul. et C. Tul.) Tul. et C. Tul.	BMM, BPQ , BC	<i>Pinus patula</i> , <i>P.</i> <i>pseudostrobus</i> , <i>P.strobiformis</i>			1
<i>Rhizopogon subcaerulescens</i> A.H. Sm.	BC	<i>Pinus strobiformis</i>			1
<i>Rhizopogon subgelatinosus</i> A.H. Sm.	BC	<i>P. rudis</i> , <i>P. strobiformis</i>			1
<i>Rhizopogon succosus</i> A.H. Sm.	Ch	<i>Pinus nelsonii</i>	1	1	1
<i>Rhizopogon vinicolor</i> A.H. Sm.	BPQ	<i>Pinus hartwegii</i> , <i>P.</i> <i>arizonica</i>	1		
<i>Rhizopogon</i> sp. 1	BPQ	<i>Pinus hartwegii</i> , <i>P.</i> <i>teocote</i>	1		
<i>Rhizopogon</i> sp. 2	BPQ	<i>Pinus hartwegii</i>	1		
<i>Rhizopogon</i> sp. 3	BP, Conif.	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	1		
PISOLITHACEAE					
<i>Pisolithus tinctorius</i> (Mont.) E. Fisch	BQ, BTQ, BMM,BPQ,BP	<i>Quercus spp</i> , <i>Pinus</i> <i>spp.</i> , <i>Ebenopsis</i> sp.	1		1
SCLERODERMATAACEAE					
<i>Sclerodema texense</i> Berk.	BTQ	<i>Q. polymorpha</i> , <i>Q.</i> <i>canbyi</i> , <i>Q. fusiformis</i>	1		

<i>Scleroderma areolatum</i> Ehrenb.	BTQ,BMM,BPQ	<i>Q. polymorpha, Q. sartorii, Q. germana</i>	1	1	
<i>Scleroderma cepa</i> Pers.	BQ	<i>Quercus polymorpha, Q. fusiformis, Q. rysophylla</i>	1		
<i>Scleroderma verrucosum</i> (Bull.) Pers.	BTQ,BMM	<i>Q. polymorpha, Q. fusiformis</i>	1	1	
<i>Scleroderma</i> sp.	BQ,MT	<i>Quercus</i> sp.	1		
<b>SUILLACEAE</b>					
<i>Suillus americanus</i> (Peck) Snell	BC	<i>Pinus strobiformis</i>			1
<i>Suillus brevipes</i> (Peck) Kuntze	BMM,BPQ,BP	<i>Pinus patula, P. pseudostrabus,</i>	1	1	1
<i>Suillus cothurnatus</i> ssp. <i>hiemalis</i> Singer	BPQ,BP	<i>P. teocote, P. pseudostrabus,</i>	1	1	
<i>Suillus flavoluteus</i> (Snell) Singer	BMM,BPQ	<i>P. patula</i>	1		
<i>Suillus</i> aff. <i>glandulosipes</i> Thiers et A.H. Sm.	BP	<i>Pinus hartwegii</i>	1		
<i>Suillus granulatus</i> (L.) Roussel	BMM,BPQ, Ch, BP	<i>P. patula, P. teocote, P. hartwegii, P. cembroides</i>	1	1	1
<i>Suillus imitatus</i> A.H. Sm. et Thiers	BC	<i>P. strobiformis, Pseudotsuga menziesii</i>			1
<i>Suillus lakei</i> A.H. Sm. et Thiers	BC	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	1	1	1
<i>Suillus luteus</i> (L.) Gray	BP,BC	<i>Pinus hartwegii, P. rudis</i>		1	1
<i>Suillus pseudobrevipes</i> A.H. Sm. et Thiers	BP	<i>P. hartwegii, P. montezumae</i>	1	1	1
<i>Suillus punctipes</i> (Peck) Singer	BP,BC	<i>Pinus hartwegii, Pinus strobiformis</i>			1
<i>Suillus pungens</i> Thiers et A.H. Sm.	BP	<i>Pinus hartwegii</i>	1	1	
<i>Suillus spraguei</i> (Berk. et Curt.) Kuntze	BC	<i>Pinus strobiformis</i>			1
<i>Suillus tomentosus</i> (Kauffman) Singer	BMM,BPQ,BP	<i>P. patula, P. pseudostrabus, P. hartwegii, P. teocote</i>	1	1	1
<i>Suillus</i> sp. 1	BP	<i>P. hartwegii</i>	1		
<b>BOLETINELLACEAE</b>					

<i>Boletinelus rompelii</i> (Pat. et Rick in Rick) Watling	MT,SBS	Saprobio	1	1	
<i>Phlebopus portentosus</i> (Berk. et Broome) Boedijn	MT,SBS	Saprobio	1	1	
<b>DIPLOCYSTIDIACEAE</b>					
<i>Astraeus hygrometricus</i> (Pers.) Morgan	BP,BTQ	<i>Pinus hartwegii</i> , <i>P. cembroides</i> , <i>P. pseudostrobus</i>	1	1	1
<b>CONIOPHORACEAE</b>					
<i>Gyrodontium sacchari</i> (Spreng.) Hjortstam	SBS	Saprobio	1		
<b>TAPINELLACEAE</b>					
<i>Tapinella atrotomentosa</i> (Batsch) Šutara	BP	Saprobio		1	
<i>Tapinella pannuoides</i> (Batsch) E.-J. Gilbert	BP	Saprobio	1	1	1
<b>HYGROPHOROPSIDACEAE</b>					
<i>Hygrophoropsis aurantiaca</i> (Wulfen) Maire	BP	Saprobio	1	1	1
			<b>132</b>	<b>92</b>	<b>33</b>

**TABLA III. Diversidad de Boletales en México y en el área de estudio.**

<b>TAXONES</b>	<b>MÉXICO</b>	<b>NE MÉXICO</b>	<b>%</b>
<b>FAMILIAS</b>	16	14	87.5
<b>GÉNEROS</b>	47	40	85
<b>TAXONES</b>	300*	165	55

**TABLA IV. Diversidad de boletales con riqueza estatal.**

<b>TAXONES</b>	<b>MÉXICO</b>	<b>NE MÉXICO</b>	<b>TAMPS</b>	<b>NL</b>	<b>COAH</b>
<b>FAMILIAS</b>	16	14	14	13	8
<b>GÉNEROS</b>	47	40	39	35	16
<b>TAXONES</b>	300*	165	132	92	33

**TABLA V. Riqueza taxonómica y distribución porcentual de los Boletales en México y los estados del noreste.**

<b>TAXONES</b>	<b>MÉXICO</b>	<b>TAMPS/ %</b>	<b>NL/%</b>	<b>COAH/%</b>
<b>FAMILIAS</b>	16	14/ 87.5	13 / 81%	8/ 50%
<b>GÉNEROS</b>	47	39 / 83	35/ 74	16/ 34
<b>TAXONES</b>	300*	132 /44	92/ 30	33 / 11

\*Estimado actual nacional.

## DISCUSIÓN

### Taxonomía y diversidad.

Los estudios de Boletales en Norteamérica y Europa datan del Siglo XIX con los estudios de Frost (1874), Fries y Hok (1835), Peck (1899), Quélet (1886). Durante el Siglo XX las contribuciones de Murrill (1909,1914) sobre los Boletaceae de Norteamérica enriquecieron el conocimiento de este grupo de hongos, posteriormente los estudios de Cooker & Beers (1943) sobre los Boletaceae de Carolina del Norte y los de Singer 1945-1947 sobre los Boletineae de Florida incrementaron notablemente el conocimiento de estos hongos en Norteamérica. Durante la segunda mitad del siglo XX contribuciones como las de Snell & Dick (1970) sobre los Boletaceae del Noreste de Norteamérica, Smith & Thiers (1971), en su estudio sobre los Boletaceae de Michigan, el de Thiers(1975) con los Boletaceae de California, el de Grund & Harrison(1975) sobre los Boletes de Nueva Escocia además la compilación de boletes publicada por Both (1993) y posteriormente la obra de Bessette *et al.* (2000) sobre los Boletaceos de Norteamérica han contribuido a fortalecer el conocimiento de estos hongos en América y el mundo.

Estos estudios se basaron en la clasificación tradicional fundamentada en la morfología macro y microscópica de los basidioma, como se vió reflejada en la obra de Singer (1986) titulada *The Agaricales in Modern Taxonomy*, esta contribución a la ciencia de la micología de los macrohongos aún es considerada fundamental en la mayoría de los estudios sobre Boletales y otros grupos de hongos en el mundo. En esta obra, Singer incluyó a los Boletaceae y otras familias relacionadas dentro del Orden Agaricales al que se adscriben entre otros grupos de hongos a los subordenes Boletieneae, Paxillineae , el grupo mejor representado es el Suborden Boletineae con 25 géneros reconocidos a nivel mundial en ese tiempo.

Con el advenimiento de los estudios moleculares y en particular con el estudio de Binder & Hibbett (2006) sobre la sistemática molecular del Orden Boletales, una serie de estudios posteriores han sido publicados en los que los hongos de este orden han tomado su posición correcta en la clasificación natural. Esto ha implicado la recombinación generica de algunas especies, dando como resultado una impresionante

diversidad genérica la cual se ha visto incrementada en los últimos años en diversos estudios sobre este grupo de hongos en diferentes regiones del mundo. Un aspecto fundamental que ha resultado a partir de los estudios moleculares es el hecho de la inclusión de varias familias que han sido reacomodadas en los diferentes subordenes de el Orden, estas comprenden géneros con hábitos boletoides, agaricoides, hipógeos, resupinados, gastroides, poliporoides, etc.

Esto ha permitido reconocer la amplia diversidad morfológica que se ve agrupada en los diferentes clados correspondientes al Suborden en la clasificación actual. En el mencionado estudio varias familias de hongos son incorporadas al mismo, incluyendo a hongos laminados como Tapinellaceae e Hygrophoropsidaceae y con himenóforo irpiciforme como algunas especies dentro de Coniophoraceae, hongos hipógeos como Octavianiaceae y Rhizopogonaceae, hongos gastroides como Pisolithaceae, Sclerodermataceae y Diplocysticiaceae y las más reconocidas Familias Gomphidiaceae, Paxillaceae, Gyroporaceae, Suillaceae, Boletaceae y Boletinellaceae, en General conforman al Orden Boletales. Estas mismas familias están presentes en nuestra zona de estudio. Algunos géneros como *Ompalotus* (Omphalotaceae) y *Neopaxillus* (Paxillaceae) conocidos de nuestra región, actualmente se incluyen en familias del Orden Agaricales, algunos aún con afinidad incierta.

De la amplia diversidad de taxones reconocidos en el presente estudio son los de la familia Boletaceae con 108 especies repartidas en 22 géneros los que presentan la mayor diversidad; siguiéndole la familia Suillaceae con 15 especies y Rhizopogonaceae con 10 y cada una de las demás familias presentan menos de 10 especies. El género con mayor diversidad reconocida es *Boletus* con 40 especies registradas. Si hacemos una comparación de la diversidad de estos hongos con la diversidad de hongos de la Familia Boletaceae *s.l.* reconocida de México por García (1999), más del 60 % de las especies (131 taxones) citadas en dicho estudio están presentes en los bosques del noreste de México, sin considerar a los hongos de otras familias no incluidas en ese trabajo. Y el total de los 165 taxones registrados en el presente estudio representa probablemente la tercera parte de los Boletales registrados de China según Yang (2005) y probablemente entre un 20 o 25% de los Boletaceae *s.l.* epígeos registrados para Norteamérica. Esto coloca al noreste del país como una de las regiones con mayor diversidad de Boletales.

### Aspectos ecológicos

La mayor parte de las especies incluidas en el estudio son ectomicorrizógenas de ahí la importancia que este tiene en el ámbito forestal. Las ectomicorrizas son la asociación simbiótica de las hifas de los hongos con las raíces de los árboles, estas influyen notablemente en el desarrollo, adaptación y mantenimiento de los árboles involucrados en esta relación y de los propios ecosistemas forestales. Solo algunas especies registradas en el estudio tienen hábitos saprofíticos funcionando como desintegradores de materia vegetal.

Los estudios iniciales sobre los boletáceos se han llevado a cabo en la región noreste de México, inicialmente en los Estados de Nuevo León y Coahuila y posteriormente en el Estado de Tamaulipas (García 1981, 1993, 1999) hasta la presente contribución. La notable diversidad de Boletales en estos estados está directamente relacionada a la riqueza florística y de ecosistemas de la región. Aunque grandes extensiones de esta región están conformadas por zonas semidesérticas particularmente en las latitudes más norteñas de los tres estados, las diferentes sierras y en particular la Sierra Madre Oriental y algunos sitios con mayor humedad hacia la zona costera del golfo, presentan ecosistemas forestales de diferentes características las cuales albergan una amplia diversidad fúngica incluyendo la de los hongos del Orden Boletales.

Un componente fundamental para la existencia de esta diversidad es la presencia de especies del Género *Quercus* (encinos), cuyas diferentes especies se distribuyen a través del gradiente climático-altitudinal conformando masas boscosas de grandes extensiones y uno de los principales ecosistemas preferido por los Boletales. La mayor parte de las especies de *Quercus* forman micorrizas con grupos de hongos macroscópicos como una condición adaptativa natural, de donde deriva la presencia de los hongos en este tipo de bosques. Estos encinares se distribuyen en zonas bajas cercanas al nivel del mar, presentándose también en zonas de pie de monte, de media montaña, de alta montaña y en chaparrales semiáridos de la vertiente occidental de las sierras de la región. En estos bosques es posible encontrar muchos grupos de Boletales particularmente los de la Familia Boletaceae.

Otros grupos vegetales como las coníferas y en particular las especies de *Pinus*, *Abies* y *Pseudotsuga* que usualmente aparecen conformando bosques de pinos o de coníferas en zonas de alta montaña cercanas o mayores a los 3000 m, presenta una biota de Boletales

muy característica de los bosques subalpinos según García (1993), esta es una comunidad forestal muy limitada en su extensión. Las especies de *Pinus* aparecen desde los 700 m en forma de manchones puros como el caso de *Pinus teocote*, hasta los 3000 o más como en *P. hartwegii* y *Pinus culminicola*, o pueden formar parte de bosques mixtos de *Pinus-Quercus* los cuales conforman comunidades muy extensas en zonas de media montaña hacia arriba. Los bosques de pinos piñoneros como *P. cembroides* y *P. nelsonii* son también abundantes en la región aunque pocos Boletales se han registrado de ahí, presentan especies de Boletales exclusivamente asociadas con estos.

Estos bosques de pinos y coníferas son buenos sitios para la presencia de ciertos grupos de Boletales en particular de los Suillaceae, Gomphidiaceae y Rhizopogonaceae en donde la totalidad de las especies forman micorrizas con las especies de estos géneros de árboles. Casos específicos de asociación micorrizógena sucede en la interacción entre *Suillus lakei*, *Gomphidius smithii* y *Phylloporus arenicola* con *Pseudotsuga menziesii* en el bosque de coníferas y el de *Boletus barrowsii* con *Abies vejarii*, el de *Leccinum insigne* con *Populus tremuloides*., En algunas zonas de Chihuahua *Leccinum aeneum* se asocia con la “manzanita” *Arctostaphylos pungens*. En la Sierra de El Carmen al norte de Coahuila ha sido registrado a *Suillus spraguei* y *Suillus americanus* en asociación con *Pinus strobiformis*. Por otra parte se ha registrado a *Chalciporus amarellus* como un constante simbionte asociado al “pino piñonero” *Pinus cembroides* en los estados de Nuevo León, Tamaulipas y Querétaro como lo citaron García *et al.*(1998), de manera similar *Rhizopogon pinyonensis* se asocia con esta especie de pino en la región.

Sin embargo son los bosques de *Quercus* y el bosque mesófilo de montaña los tipos de vegetación en los cuales se ha encontrado la mayor diversidad de Boletales, especies como *Aureoboletus auriporus*, *Austroboletus neotropicalis*, *Boletellus coccineus*, *B. flocculosipes*, *B. pseudochrysenderoides*, *Boletus aff. vermiculosus*, *Rubinoboletus balloui*, *Tylopilus subcellulosus*, *T. plumbeoviolaceus*, *Leccinellum griseum*, *L. albellum* y *L. rugosiceps*, *Retiboletus retipes*, *Xanthoconium affine* y otros son característicos de estos tipos de vegetación. Existe un cierto nivel de especificidad entre algunos Boletales y las especies de encinos, aunque es difícil determinar esto bajo criterios morfológicos de estudio, debido a que las especies de encino usualmente forman bosques mixtos, sin embargo se puede reconocer a *Boletus floridanus* el cual se asocia con *Quercus fusiformis*, *B. paulae* con *Quercus polymorpha*, *B. singeri* con

*Quercus canbyi*, mientras que *Tylopilus subcellulosus* y *Boletus cieloensis ad int.*, han sido encontrados exclusivamente creciendo con *Quercus sartorii*.

Varias especies de *Octaviania* aún no descritas han sido encontradas en los bosques de encino en el centro de Tamaulipas y en Nuevo León, una de estas en particular crece asociada con *Quercus miquihuanensis* una especie endémica de encino que crece entre los 2800 y 3100 msnm en el primer estado. Otras especies de Boletales son más generalistas y pueden crecer en diferentes tipos de bosques, altitudes y hospederos, encontramos entre estos a *Boletus luridus*, *B. rubellus*, *B. luridellus*, *B. subvelutipes*, *Gyroporus castaneus* *Pisolithus tinctorius* y *Astraeus hygrometricus*

Los bosques tropicales y el matorral Tamaulipeco presentan pocas especies de Boletales, en los Estados de Tamaulipas y Nuevo León solo han sido registrados *Phlebopus portentosus*, *Gyrodon rompelii* y *Phylloboletellus cholephorus* como componentes de estas selvas, en este caso no se conocen datos precisos sobre su asociación simbiótica con especies forestales de esta zona. En el caso de *Gyrodon rompelii* (*Boletinellus rompelii sensu* Watling y Meijer, 1997), es posible que este asociado a especies de áfidos que crecen sobre las raíces de *Casimiroa pringlei* bajo la cual en casi todos los registros ha sido encontrado como sucede con *B. merulioides* (Brundrett *et al.*, 1987). Hongos saprofiticos como las especies de *Tapinella* e *Hygrophoropsis*, *Buchwaldoboletus lignicola* y *Meiorganum curtissii* se desarrollan directamente sobre sustratos vegetales en descomposición como el mantillo del bosque de *Pinus* y troncos de pinos.

La mayor parte de los Boletales estudiados aquí crecen en bosques subtropicales y templados desde el pie de monte a sitios de mediana altitud es decir entre los 300 y 1600 m de altitud, mientras otras especies están confinadas a bosques templados de pinos y de coníferas en zonas arriba de los 2000 msnm y hasta los 3200 msnm, en los registros obtenidos. Algunas especies asociadas al encinar tropical de *Quercus oleoides* en el SE de Tamaulipas han sido registrados, es posible que existan algunas especies de boletáceos y otros grupos de macrohongos que usualmente se asocian a *Coccoloba uvifera* a través de su distribución geográfica en vegetación de dunas costeras. Esta especie de arbusto existe en algunas localidades de Tamaulipas, pero no se conocen colecciones de hongos asociados con esta hasta la fecha.

El reconocimiento de los géneros micorrizógenos de los Boletales se basa en el criterio de Trappe (1962), Rinaldi *et al.* (2008) y Tedersoo, *et al.* (2010).

### **Consideraciones biogeográficas.**

Múltiples factores determinan la presente diversidad forestal en los estados ubicados en el noreste de México. Una de estas es la parte geológica-histórica de la región, la cual evidencia procesos orogénicos bien definidos a partir del período terciario y en particular los que han permitido la formación de la Sierra Madre Oriental y algunas serranías cercanas que conforman el paisaje de la región. Las fluctuaciones climáticas ocurridas durante ese periodo y en particular las propiciadas por los eventos glaciacionales del pleistoceno permitieron la migración de especies forestales de diferentes latitudes hasta esta región, mismas que acompañadas de sus organismos asociados formaron parte de bosques con diferente distribución ecológica y geográfica a la que presentan actualmente bajo el criterio de Rzedowski (1998).

Así mismo muchas especies de árboles refugiadas en cañones de la sierra, en sitios protegidos y aislados de la influencia del frío de ese tiempo, fueron sometidos a un interesante proceso de especiación en diferentes géneros de árboles, las que en el periodo holoceno y actual se manifiestan como especies que muestran un notable nivel de endemismo a nivel regional. A la vez de los procesos de especiación forestal, grupos de organismos asociados a estos grupos vegetales, incluyendo a los macrohongos sostuvieron niveles considerables de especiación lo cual se expresa en su presente distribución en la zona.

Otras especies por el contrario han modificado su distribución pleistocénica a una holocénica y actual, mismas que se distribuyen según sus exigencias ecológicas en diferentes áreas a través del gradiente altitudinal de las sierras en la región. Estas especies conforman los diferentes tipos de bosques en el período actual, mismos que en todas formas se ven sometidos a las influencias de los cambios climáticos recientes y el impacto del ser humano en la región. Los hongos asociados a estos bosques se encuentran en esta región por la influencia histórica que los bosques han sostenido en la zona. Muchas de estas especies han venido acompañando a sus hospederos forestales desde hace miles a millones de años atrás en función de los procesos geológicos y

biológico-adaptativos que los relacionan. Si consideramos lo anteriormente dicho, la distribución de los hongos se ve directamente relacionada a la distribución de los hospederos o de los sustratos vegetales que proporcionan las especies forestales al ecosistema.

Existen interesantes correlaciones distribucionales de las especies de Boletales de la región con los de las regiones suroeste, noroeste, sureste, y noreste de Norteamérica. Diferentes documentos sobre el tema son los publicados por Singer (1988), Halling (2001), Mueller *et al.* (2001), Halling *et al.* (2008) entre otros. Aunque la distribución conocida manifiesta una continuidad con Norteamérica los espacios distribucionales entre las poblaciones conocidas llegan a ser de cientos a miles de kilómetros. En algunos casos los hongos registrados en la región muestran algunas variaciones morfológicas sostenidas, con respecto a las características básicas de sus poblaciones norteñas, mientras otros se mantienen prácticamente con las mismas características.

Por otra parte los cambios climáticos del holoceno permitieron la entrada a esta región de especies forestales de origen neotropical conformando selvas, el matorral tamaulipeco y los bosques tropicales de *Quercus* que existen actualmente. Esto ha permitido también que muchas especies de hongos cuya distribución es netamente tropical estén presentes en la zona. El incremento de la temperatura del holoceno ha confinado a los bosques de pino y los de coníferas de *Pinus*, *Abies*, *Pseudotsuga* y *Picea* junto con su biota asociada, a las zonas de mayor altitud incluso en ambientes alpino o subalpino en la región. Esto los ubica entre los ecosistemas más vulnerables de sostenerse al cambio climático global del período actual.

Considerando todo lo anterior, los Boletales se han visto de igual manera influenciados por la distribución de sus hospederos a través del tiempo geológico y sujetos a los efectos del cambio climático actual mostrando en ocasiones la misma vulnerabilidad que las de sus hospederos forestales. En el estudio encontramos algunas correlaciones de especies desde el punto de vista biogeográfico a decir, con el sureste y noroeste de Norteamérica y citadas en la obra de Thiers (1975), como: *Boletus barrowsii*, *Leccinum insigne*, *Suillus lakei*, *S. imitatus*, *Rhizopogon vinicolor*, *Gomphidius smithii*, *Chroogomphus vinicolor*, *Brauniellula albipes*, *Gastroboletus xerocomoides*, *Phylloporus arenicola*, *Xerocomus truncatus*, *Rhizopogon pinyonensis* y *R. vinicolor* entre otros. Especies afines a los del este de Norteamérica incluyen a *Boletus*

*subvelutipes*, *B. hypocarycinus*, *B. austrinus*, *B. floridanus*, *B. rubellus*, *B. frostii*, *B. luridus*, *B. luridellus*, *B. gertrudiae*, *B. rubricitrinus*, *Tylopilus plúmbeoviolaceus*, *T. griseocarneus*, *T. ferrigineus*, *T. rubrobrunneus*, *Leccinellum albellum*, *L. griseum*, *L. rugosiceps*, *Porphyrellus cyaneotinctus*, *Retiboletus retipes*, *Rubinoboletus balloui*, *Gyroporus subalbellus*, *Meiorganum curtissii*, *Scleroderma texense*, *Suillus spraguei*, *S. cothurnatus* y *S. punctipes*, muchos de estos citados por Singer (1945,1947) entre otros.

Algunas especies como *Gyrodon rompelii* y *Phylloboletellus chloephorus* se distribuyen en Sudamérica Singer *et al.* (1990, 1992), constituyendo especies posiblemente anfitrópicas. En el caso de *Phlebopus portentosus* Singer *et al.* (1990), su distribución conocida se presenta en Indonesia y en esta región. Por otra parte *Austroboletus neotropicalis* se distribuye desde México hasta Colombia teniendo a sus afines en la región de Indonesia Australia, Japón y Sudamérica como sucede también con *Heimioporus ivoryi* que se conoce desde México hasta Costa Rica Singer *et al.* (1983, 1992), pero las especies más emparentadas con esta existen en Indonesia, sureste de Asia, Australia y Japón (Halling & Fechner, 2011). Algo similar sucede con *Sutorius eximius* y *Harrya chromapes*, Halling *et al.* (2012 y 2013).

Algunas especies de Boletales son especies únicas de la región de estudio, esto las ubica como especies endémicas cuya distribución conocida se presenta en solo una o pocas localidades de la zona, entre estas tenemos a *Porphyrellus zaragozae* y *Boletellus zaragozae* de la zona sur del Estado de Nuevo León, *Boletus paulae* y *Boletus singeri* y *Tylopilus subcellulosus* de los estados de Nuevo León y Tamaulipas, *Boletus tamaulipanus*, *Boletus cieloensis*, *Phylloporus victoriensis* del estado de Tamaulipas y registrados por García (1999), algunas especies de hongos hipógeos como *Alpova*, *Octaviania* y subhipógeos como *Gastroboletus* presentadas aquí como morfoespecies posiblemente constituyan especies nuevas para la ciencia.

## CONCLUSIONES

Los hongos del Orden Boletales son un grupo notablemente representativo en los estados de la región noreste de México. La presencia de 167 taxones adscritos a 14 familias, y 40 géneros distinguen a esta parte del país, como una región de alta diversidad en este grupo de hongos. Esto se ve en la riqueza de especies que se incluyen en estos géneros y en la amplia diversidad de hábitats en los que se desarrollan. La condición ectomicorrizógena de estos hongos, la alta diversidad de hospederos así como aspectos geológicos y biogeográficos de la región hacen posible esta interesante diversidad. La mayor parte de las especies son ectomicorrizógenas y solo algunas otras son saprofiticas o biotróficas.

La mayor parte de las especies han sido encontradas en el Estado de Tamaulipas siguiéndole Nuevo León y Coahuila en el número de especies registradas. Estas especies tienen una gran importancia forestal debido a su condición ectomicorrizógena, aplicaciones en el sector forestal de la región encuentran un importante potencial en este estudio. Los hospederos relacionados con la mayoría de las especies son presentados en una tabla. Algunas aplicaciones en medicina u otros aspectos aplicados se encuentran en la región en fase experimental.

Se requiere la realización de más estudios de campo y muestreos más frecuentes y extensivos en muchos otros sitios, para poder completar el inventario regional de los Boletales del Noreste del país. Otros estados como Veracruz, Chiapas, Oaxaca, Jalisco, Hidalgo, Chihuahua y otros cuentan con inventarios parciales sobre este interesante grupo de hongos, en todos estos habita una amplia micobiota que requiere ser más estudiada en el futuro.

## LITERATURA CITADA

- Arora, D. 1986. *Mushrooms Demystified*. 2a. Ed. Ten Speed Press.
- Bessette, A. E., E. C. Roody & A. R. Bessette. 2000. *North American Boletes*. Syracuse University Press.
- Binder, M. & A. Bresinsky . 2002. Derivation of a polymorphic lineage of *Gasteromyces* from boletoid ancestors. *Mycologia* 94(1): 85-98.
- Both, E. E. 1993. *The Boletes of North América. A compendium*. Buffalo Museum of Science, Buffalo, N.Y.
- Brundrett, M. C. & B. Kendrick. 1987. The relationship between the ash bolete (*Boletinellus meruloides*) and an aphid parasitic on ash tree roots. *Symbiosis* 3: 315-319.
- Binder, M. & D. S. Hibbett, 2006. Molecular systematics and biological diversification of Boletales. *Mycologia* 98(6): 971-981.
- Cázares, E. J. García, J. Castillo & J. M. Trappe. 1992. Hypogeous Fungi from Northern Mexico. *Mycologia* 84(39): 341-359.
- Capello, S. y J. Cifuentes. 1982. Nuevos registros del género *Suillus* (Boletaceae) en México. *Bol. Soc. Mex. Mic.* 17: 196-206.
- Cooker, W.C. & A.H. Beers. 1943. *The Boletaceae of North Carolina*. University of North Carolina Press, Chapel Hill. 218pp.
- Corner, E. J. H. 1972. *Boletus in Malaysia*. The Botanic Garden, Singapore.
- Delgado - Fuentes, A., M. Villegas y J. Cifuentes. 2005. *Glosario ilustrado de los caracteres macroscópicos en Basidiomycetes con himenio laminar*. Facultad de Ciencias, UNAM.
- Flores R. y G. Simonini. 2000. Contributo alla conoscenza delle Boletales del Guatemala.

*Rivista di Micologia* 2: 121-145.

Fries, E.M. & C.T. Hok, 1835. *Boleti Fungorum Generis Illustratio*.

Frost, C. C. 1874. Catalogue of Boleti of New England, with descriptions of new species.

*Bull. Buff. Soc. Nat. Sci.* 2: 100-105.

García, J. y F. Garza. 2001. Conocimiento de los hongos de la familia Boletaceae de México *Ciencia UANL*, 3: 336 – 343.

García, J. 1993. Una Lista Preliminar de los Hongos del Suborden Boletineae (Basidiomycetes, Agaricales) en el Noreste de México. *Reporte Científico No. Especial* 13. Facultad de Ciencias Forestales U.A.N.L.

García, J., D. Pedraza, C.I. Silva, R.L. Andrade y J. Castillo. 1998. *Hongos del Estado de*

*Querétaro*. Universidad Autónoma de Querétaro, Hear Taller Gráfico, Querétaro.

García, J. 1999. *Estudio sobre la taxonomía, ecología y distribución de algunos hongos de*

*la Familia Boletaceae (Basidimycetes, Agaricales) de México*. Tesis de Maestría.

Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L., Linares, Nuevo León.

García, J. y J. Castillo. 1981. Las especies de Boletáceos y Gomfidiáceos conocidos en el

Estado de Nuevo León. *Bol. Soc. Mic.* 15: 121-197.

Gómez, P. L. D. 1996. Basidiomycetes de Costa Rica: *Xerocomus*, *Chalciporus*,

*Pulveroboletus*, *Boletellus*, *Xanthoconium* (agaricales : Boletaceae). *Rev. Biol. Trop.*

44( Suppl. 4): 59-89.

González-Velázquez, A. y R. Valenzuela. 1993. Boletáceos y Gonfidiáceos del Estado de

México I: Discusiones sobre su distribución en diferentes tipos de vegetación,

- asociaciones ectomicorrizógenas, fenología y comestibilidad. *Rev. Mex. Mic.* 9:35-46.
- González - Velázquez, A. y R. Valenzuela. 1995. Boletáceos y Gonfidiáceos del Estado de México II. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas* 41: 119-196.
- Grund, D. W. and K.A Harrison. 1976. *Nova Scotian Boletes*. Cramer, Vaduz.
- Guzmán, G. 1970. Monografía del Género *Scleroderma* Pers, Emend, Fr. (Fungi Basidiomycetes). *Darwiniana* 16 (1-2): 233-407
- Halling, R. E. 1989. A synopsis of Colombian Boletes. *Mycotaxon* 34(1): 99-113.
- Halling R.E. & G.M. Mueller. 1999. New Boletes from Costa Rica. *Mycologia* 91(5) : 893-899.
- Halling, R.E. & G.M. Mueller. 2002. *Agarics and Boletes of Neotropical Oakwoods*. In Watling, R.,J.C. Frankland, S. Isaac and C. H. Robinson, *Tropical Mycology*. CABI Guildford and King's Lynn, U.K.
- Halling, R.E. & G.M. Mueller. 2003. *Leccinum* (Boletaceae) in Costa Rica . *Mycologia* 95(3) : 488-499.
- Halling, R., T. W. Osmundson & M. A. Neves. 2008. Pacific boletes: Implications for biogeographic relationships. *Myc. Res.* 112(4): 437-447.
- Halling, R.E. 2001. Ectomycorrhizae: Co-evolution Significance and Biogeography. *Ann. Missouri. Bot. Gard.* 88: 5-13.
- Halling, R.E. & N. A. Fechner. 2011. *Heimioporus* (Boletineae ) in Australia. *Australasian Mycologist* 29: 47-51
- Halling , R., M. Nuhn, N. A. Fechner, T. W. Osmundson, K. Soyong, D. Arora, D. S. Hibbett & M. Binder. 2012. *Sutorius* . A new genus for *Boletus eximius*. *Mycologia* 104 (4) : 951-961.

- Halling, R. E., M. Nuhn, T. Osmundson, N. Fechner, J. M. Trappe, K. Soyong, D. Arora,  
D. S. Hibbett & M. Binder. 2013. Affinities of the *Boletus chromapes* group to  
*Royungia* and the description of two genera, *Harrya* and *Australopilus*.  
*Australian Systematic Botany*. 25: 418–431.
- Heinemann, P. 1951. Champignons recoltés au Congo Belga ar Mademe M. Goossens-  
Fontana.- I. Boletineae. *Bull. Jard. Bot.État* 21: 223-346.
- Heinemann, P. 1961. Les Boletinées. *Les Naturalistes Belges, Bull.* 42: 333-362.
- Henkel, T. W. J. Terborgh & R. J. Vilgalys. 2002. Ectomycorrhizal fungi and their  
leguminous hosts in the Parakaima Mountains Guyana. *Mycol. Res.* 106(5): 515-  
531.
- Henkel, T. W., M. Catherine Aime, M. M. L. Chin, S. L. Miller, R. Vilgalys & M. E.  
Smith. 2012. Ectomycorrhizal fungal sporocarp diversity and discovery of new taxa  
in *Dicimbe* monodominanta forests of the Guiana shield. 2012. *Biodivers.*  
*Conserv.*  
21(9): 2195 - 2220.
- Hosford, D.R. & J. M. Trappe. 1980. Taxonomic studies on the genus *Rhizopogon*, II.  
Notes and new records of species from México and Caribbean countries. *Bol.*  
*Soc. Mex. Mic.* 14: 3-15.
- Kornerup, A. & J. H. Wanscher. 1978. *Methuen handbook of colour*. 3a ed. Eyre  
Methuen.  
London. 252 p.
- Ladurner, H. & G. Simonini. 2003. *Fungi Europaei . Xerocomus s.l. . Edizinoi*  
Cardusso,  
Alassio, Italia.
- Lakampal, T.N. 1996. *Mushrooms of India, Boletaceae*. Studies in Cryptogamic  
Botany,

- K.G. Mukerji, Ser Ed. Vol. I. A.P.H. Publishing Corporation, New Delhi.
- Largent, D.L., Johnson, D. & R. Watling . 1977. *How to identify mushrooms to genus III: microscopic features*. 3rd ed. Eureka: Mad River Press Inc. 148 p.
- Largent, D.L. 1986. *How to identify Mushrooms to genus I: macroscopic features*. 2nd ed. Eureka: Mad River Press. Inc 166 p.
- Lincoff, G. H. 1981. *The Audubon Society Field Guide to North American Mushrooms*. Alfred A. Knopf, New York.
- Lodge, D. J., J. F. Ammirati, T. O`Dell & Gregory M. Mueller. 2005. *Terrestrial and Lignicolous Macrofungi: Colecting and Describing Macrofungi*, pp., 128-158. In Mueller, G., G. F. Bills y M. S. Foster, *Biodiversity of Fungi*. Inventory and Monitoring Methods. Elsevier Academic Press, New York.
- Mc Nabb, R.F. R. 1968. The Boletaceae of New Zealand. *N.Z. Jour. Bot.* 6: 137-176
- Metzler, S. & V. Metzler. 1992. *Texas Mushrooms*. University of Texas Press, Austin.
- Miller, O.K. 2003. The Gomphidiaceae revisited: a worldwide perspective. *Mycologia* 95(1): 176-183.
- Montoya, L. y V. Bandala. 2011. A new *Phylloporus* from two relict *Fagus grandifolia* var. *mexicana* populations in a montane cloud forest. *Mycotaxon* 117: 9-18.
- Moser, M. 1983. *Die Rohrlinge unad Blatterpilze*. Gustav Fischer Verlag Stuttgart-New York. Stuttgart, Germany.
- Mueller, G.M., Q .X. Wu, Y.Q. Huang, S. Y. Guo, R. Aldama-Gómez & R. Vilgalys. 2001. Assesing biogeographic relationships between North American and Chinese macrofungi. *Journal of Biogeography* 28: 271-281.
- Mueller, G., G. F. Bills & M. S. Foste r. 2004. Biodiversity of Fungi. Inventory and Monitoring Methods. Elsevier Academic Press, New York.

- Mueller, G. M., R. E. Halling, J. Carranza, M. Mata & J. P. Schmit . 2006. *Saprotrophic and Ectomycorrhizal Macrofungi of Costa Rican Oak Forests* p. 55-68. In: M. Keppelle. Ecology and Conservation of Neotropical Montane Oak Forests. Springer-Verlag, Berlín.
- Muñoz , J.A. 2005. *Fungi Europaei. Boletus s.l.* Ed. Candusso, Italia.
- Murrill W.A. 1909 a. The Boletaceae of North América-I. *Mycologia 1*: 4-18.
- Murrill W.A. 1909 b. The Boletaceae of North América II. *Mycologia 1*: 140-160.
- Murrill W.A. 1914. *American Boletes*. New York.
- Neves, M.A. & M. Capelari. 2007. A preliminary checklist of Boletales from Brazil and  
Notes on Boletales specimens at the Instituto de Botánica (SP) Herbarium, Sao Paulo, SP, Brazil. *Sitientibus Serie Ciencias Biológicas 7(2)*: 163-169.
- Neves, M. A. & R. Halling . 2010. Study on species of *Phylloporus* I: Neotropics and North América. *Mycologia 102(4)*: 923-943.
- Nixon, K.C. 1998. *El género Quercus en México*. En Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa. pp 435-447. *Diversidad Biológica de México. Origenes y Distribución*. Instituto de Biología, U.N.A.M.
- Ortiz-Santana, B., J. Lodge, T. J. Baroni & E. E. Both. 2007. Boletes from Belize and the Dominican Republic. *Fungal Diversity. 2*: 247-416.
- Peck, C. H. 1889. The Boleti of the United States. *Bull. N.Y. State Mus. 2(8)*: 73-166.
- Pegler, D. N. 1983. *Agaric Flora of the Lesser Antilles*. Kew Bull. add. Ser. 9: 1-668, 27 plts. Phillips, R. 1991. *Mushrooms of North America*. Little, Brown and Company, Boston. Quélet, L., 1888. *Enchiridion Fungorum in Europe et praesertium in Galla virgentium* p. I - IV, 1-352.

- Quélet, L. 1886. *Enchiridion Fungorum in Europa, et praesertim in Galla vigentium*. p. I-IV, 1-352.
- Rinaldi, A. C., O. Comandini & T. W. Kuyper. 2008. Ectomycorrhizal Fungal diversity: separating the wheat from the chaff. *Fungal Diversity* 33:1 – 45.
- Rzedowski, J. 1998. *Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México*. En Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa., pp 129-145. *Diversidad Biológica de México. Orígenes y Distribución*. Instituto de Biología, U.N.A.M.
- Sims, K., R. Watling, R. De La Cruz & P. Jeffries. 1997. Ectomicorrhizal fungi of the Philippines: a preliminary survey and notes on the geographic biodiversity of the Sclerodermatales. *Biodiv. Cons.* 6: 45-58.
- Singer, R. 1945a . The Boletineae of Florida with Notes on Extralimital species I. The Strobilomycetaceae. *Farlowia* 2: 97-141.
- Singer, R. 1945b . The Boletineae of Florida with Notes on Extralimital species II. The Boletaceae . *Farlowia* 2: 223-303.
- Singer, R. 1947. The Boletineae of Florida with Notes on Extralimital species III. The Boletoidae of Florida. *Am. Mid. Nat.* 37: 1-125.
- Singer, R. 1964. Boletes and Related Groups in South America. *Nova Hedwigia* 7 : 93-132. Verlag Von Cramer, Weinheim, Germany.
- Singer, R. 1965. *Die Rohrlinge Teil I. die Boletaceae, Die Pilze Mitteleuropas* . Band 5. Verlag Julius Klinkhardt, Bad Heilbrunn, Germany.
- Singer, 1967. *Die Rohrlinge Teil II. die Boletaceae und Strobilomycetaceae .Pilze Mitteleuropas* Band 6. Verlag Julius Klinkhardt, Bad Heilbrunn, Germany.
- Singer, R. y L.D. Gómez. 1984. The Basidiomycetes of Costa Rica III. The Genus *Phylloporus* (Boletaceae). *Brenesia* 22: 163-181.

- Singer, R. 1986. *Agaricales in Modern Taxonomy*. 4a. ed. Koeltz Scientific Books, Koenigstein.
- Singer, R. 1988. La Fitogeografía de las Boletíneas(Basidiomycetes, Agaricales)en relación  
a las especies mexicanas. *Rev. Mex. Micología* 4:267-74
- Singer, R., J. García & L. D. Gómez. 1990. The Boletineae of México and Central América  
III. *Nova Hedwigia* , *Beihefte* 98: 1-78. 2 lams. Cramer, Berlin.
- Singer, R., J. García & L. D. Gómez. 1991. The Boletineae of México and Central América III. *Nova Hedwigia* , *Beihefte* 102: 1-99, 24 lams. Cramer, Berlín.
- Singer, R., J. García & L. D. Gómez. 1992. The Boletineae of México and Central América. *Nova Hedwigia*, *Beihefte* 105: 1-62. Cramer, Berlín.
- Singer, R., I. Araujo & M.H. Ivory. 1983. *The Ectotrophically Mycorrhizal Fungi of the Neotropical Lowlands, Especially Central Amazonia. (Litter decomposition and ectomycorrhiza in Amazonian forests 2.)*. J. Cramer, Vaduz
- Smith A.H. & H.D. Thiers, 1963. *A contribution toward a Monograph of North American species of Suillus*. Ann Arbor, Mich.
- Smith A.H. & H. D. Thiers. 1971. *The Boletes of Michigan*. The University of Michigan Press, Ann Arbor
- Snell, W. H. & E. A. Dick. 1970. *The Boleti of Northeastern North América*. Cramer, Lehre.
- Styles, B.T. 1998. *El género Pinus: su panorama en México*. En Ramamoorthy, T.P.,R. Bye, A. Lot y J. Fa., pp 385-408. *Diversidad Biológica de México. Orígenes y Distribución*. Instituto de Biología, U.N.A.M.
- Tedersoo, L., T. W. May & M. E. Smith. 2010. Ectomycorrhizal lifestyle in fungi: global diversity, distribution and evolution of phylogenetic lineages. *Mycorrhiza* 20: 217-

263.

Thiers, H.D. 1975. *California Mushrooms. A field guide to the boletes*. Hafner Press, N.Y.

Trappe, J. M. 1962. Fungus associates of ectotrophic mycorrhizae. *Bot. Rev.* 28(4): 538-606.

Watling R. & A. R. De Meijer. 1997. Macromycetes of the State of Paraná, Brazil. %.  
Poroid and lamellate boletes. *Edinb. J. Bot.* 54(2): 231-251.

Watling, R. & L. Tai Hui. 1999. *Australian Boletes. A Preliminary Survey*. Royal Botanical Garden, Edinburgh.

Watling, R. & E. Turnbull. 1992. Boletes from South & East Africa-I. *Edinb. J. Bot.* 49(3)  
: 343-361.

Wolfe, C.B. 1979. *Austroboletus* and *Tylopilus* subgenus *Porphyrellus* with emphasis on  
North American Taxa. *Bibliotheca Mycologica* 69: 1-148. Cramer, Vaduz.

Yang, Z.l. 2005. *Diversity and Biogeography of Higher Fungi in China*, Chapter 2, pp 35-  
62. In *Evolutionary Genetics of Fungi*, Ed. Jianping Xu, Horizon Bioscience, Norfolk, U.K.

## **AGRADECIMIENTOS**

Se agradece al Dr. Ricardo Valenzuela Garza, al Dr. Gonzalo Guevara y al Dr. Fortunato Garza Ocañas el apoyo en la revisión del presente capítulo, al Dr. Rolf Singer y Gragory M. Mueller del Field Museum of Chicago, su apoyo en la realización de estudios sobre los boletaceos de México. Al CONACYT y a las Autoridades de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León, las facilidades por el apoyo brindado en el estudio doctoral. Se agradece al PROMEP-ANUIES-SEP y a la DGEST por el apoyo otorgado al cuerpo académico “Manejo de Recursos Naturales” y a la RED ACADEMICA de “Sistemática y Ecología en Comunidades Forestales y Cultivos” en el grupo correspondiente al Instituto Tecnológico de Cd. Victoria por el apoyo recibido durante los últimos años. A las Autoridades del Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria y del Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica por las facilidades brindadas durante el período de este trabajo de tesis.

## CAPÍTULO 5

### DOS ESPECIES NUEVAS DEL GÉNERO *Boletus* (AGARICOMYCETES, BOLETALES) EN MÉXICO.

#### TWO NEW SPECIES OF THE GENUS *Boletus* (AGARICOMYCETES, BOLETALES) IN MEXICO.

Jesús García<sup>1</sup>, Rolf Singer<sup>†2</sup>, Eduardo Estrada<sup>3</sup>, Fortunato Garza-Ocañas<sup>3</sup> y Ricardo Valenzuela<sup>4\*</sup> <sup>1</sup>*Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, Apartado postal 175, Av. E. Portes Gil 1301 Pte., Ciudad Victoria, 87010, Tamaulipas, México.*  
*jgarjim@yahoo.com.mx*

<sup>2</sup>*The Field Museum, 1400 S. Lake Shore Dr. Chicago, IL 60605-2496, USA.*

<sup>3</sup>*Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Campus Linares, Carr. Nac. Km. 145, Apartado Postal 41, C.P. 67700, Linares, Nuevo León, México. fortunatogarza@infosel.net.mx, eduardoestrada@prodigy.net*

<sup>4</sup>*Laboratorio de Micología, Departamento de Botánica, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, I.P.N. Apartado Postal 256, Centro Operativo Naranja, Col. Santa María, México, D.F. 02600, México.*

### RESUMEN

Se describen e ilustran dos especies nuevas para la ciencia del género *Boletus* encontradas en bosques de *Quercus* en los estados de Nuevo León y Tamaulipas: *Boletus paulae* y *B. singeri*. *B. paulae* pertenece a la sección Luridi y *B. singeri* a la sección Subpruinosi del género *Boletus*. Ambas especies son consideradas micorrizógenas, la primera con *Quercus fusiformis* y *Q. polymorpha* y la segunda con *Q. canbyi*. Los especímenes están depositados en los Herbarios ITCV y UNL con duplicados en F y ENCB.

Palabras clave: Boletaceae, *Boletus paulae*, *B. singeri*, biodiversidad.

## ABSTRACT

Two new species of the genus *Boletus* collected in a *Quercus* Forest from Nuevo Leon and Tamaulipas states are described and illustrated for the first time for science: *Boletus paulae* and *B. singeri*. *Boletus paulae* belongs to the Luridi Section and *B. singeri* to the Subpruinosi Section of the genus *Boletus*. Both species are considered mycorrhizal, the first with *Quercus fusiformis* and *Q. polymorpha* and the second with *Q. canbyi*. The specimens are deposited in the Herbaria ITCV and UNL with duplicates in F and ENCB Herbaria.

Key words: Boletaceae, *Boletus paulae*, *B. singeri*, biodiversity.

## INTRODUCCIÓN

Los Boletales son un orden monofilético de Agaricomycetes que incluye más de 1000 especies descritas que están distribuidas tanto en zonas templadas como tropicales de todo el Mundo Binder & Hibbett. (2006). Estos hongos forman un grupo morfológicamente diverso de especies que presentan basidiomas con himenóforo poroide, laminar, liso, venoso y dentado o con formas estipitadas, sésiles, resupinadas y gasteroides hipogreas o epigeas (Grubisha *et al.* 2001; Binder & Hibbett. 2006). La mayoría de los Boletales obtienen sus fuentes de carbono por sus asociaciones micorrizógenas que forman con plantas de las familias Betulaceae, Fagaceae, Fabaceae, Ericaceae, Pinaceae y Salicaceae, entre otras (Newman & Reddell, 1987). Algunos son altamente apreciados por su valor como comestibles y otros son importantes ecológicamente como fuente de alimento para mamíferos y muchos insectos. Recientemente, Binder & Hibett, (2006) realizaron el análisis filogenético del Orden Boletales, en el cual reconocieron 6 Subórdenes: Boletineae, Paxillineae, Sclerodermatineae, Suillineae, Coniophorineae y Tapinellineae, en donde los primeros 4 tienen hongos boletoides. Bajo este nuevo criterio taxonómico, el género *Boletus* se incluye en el Suborden Boletineae dentro de la Familia Boletaceae y las características taxonómicas consideradas por Singer (1986) se mantienen para el mencionado género,

aunque las relaciones filogenéticas lo encontraron como un género polifilético (Binder & Hibbett, 2006).

Entre los estudios que se han desarrollado en México sobre los hongos boletoides destacan los de García y Castillo (1981) sobre las especies de boletáceos del Estado de Nuevo León; Cappello y Cifuentes (1982) quienes estudiaron las especies de *Suillus* del Estado de Guerrero; Singer *et al.*, (1990, 1991, 1992) sobre los Boletineae de México y Centroamérica; los de González-Velázquez y Valenzuela (1993, 1995, 1996) sobre los boletáceos del Estado de México, y los de García (1999) y García y Garza (2001) quienes registraron e inventariaron 212 taxa de Boletaceae *s.l.* para el país, lo que equivale al 21.2 % de las especies conocidas en el mundo.

Durante las estancias de investigación realizadas en 1988 y 1989 por el primer autor con el Dr. Rolf Singer en el Museo de Historia Natural de Chicago se revisaron especímenes del estado de Nuevo León y Tamaulipas que no concordaban con las especies descritas del género *Boletus* y años más tarde, entre 2005 y 2010 se realizaron diversos estudios en el estado Tamaulipas y se recolectaron más ejemplares de hongos boletoides; por lo que el presente trabajo tiene como objetivo describir e ilustrar dos especies nuevas del género *Boletus* para el país y de esta manera contribuir al conocimiento de la micobiota de México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los ejemplares estudiados se encuentran depositados en el Herbario Micológico “José Castillo Tovar” del Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria (ITCV) y en el Herbario de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UNL) con duplicados en los Herbarios del Museo de Historia Natural de Chicago (F) y de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (ENCB). Para la caracterización macroscópica de los especímenes recolectados se siguieron los criterios de Largent *et al.* (1977) y Cifuentes *et al.* (1986). Los colores de los basidiomas mencionados en las descripciones de las especies se basan en la tabla de Kornerup & Wanscher (1978). Para el análisis microscópico de los especímenes se utilizó KOH al 5% y reactivo de Melzer como medios de montaje y se realizaron cortes de las diferentes partes del basidioma para observar las esporas, basidios, cistidios, la

disposición de las hifas del himenóforo, contexto y superficie del píleo y estípite; además se hicieron dibujos a escala de dichas estructuras.

## RESULTADOS

### Descripción de las especies.

#### *Boletus paulae* J. García, Singer y F. Garza-Ocañas sp. nov.

Diagnosis: *Pileus* 45–80 mm *latus*, *convexus*, *vividus ruber*, *ruber*, *vinaceus ruber* vel *brunneus ruber*, *siccus*, *primum laevis*, *dein velutino-tomentosus* vel *rimulosus*. *Hymenophorum tubulosum*, *adnexum* vel *depressum*, *ruber* vel *aurantio-ruber*, *flavum-arantiacum*, *caerulescens*; *pori angulati*, 0.5–1 mm *latis*; *tubi flavus* vel *olivaceus*, *caerulescens*. *Stipes* 40–65 mm *longus*, 8–26 mm *crassus*, *furfuraceo-punctatus*, *vivide luteus ad apicem*, *vividus ruber*, *ruber*, *vinaceus ruber* vel *brunneus ruber*, *siccus*. *Contextus* 10–17 mm *crassus*, *primum alvidus* vel *pallide luteus*, *fracta pallide ruber*, *dein caerulescens*. *Basidiosporis* (8.8–) 9.6–12 x 4–5.2 (–5.6)  $\mu\text{m}$ , *ellipsoidis* vel *fusoidis*. *Tramate hymenophorali typi boletorum*. *Pileipellis* et *stipitipellis tricondermalis*. *Hyphis haud fibuligeris*. *Ad terrum in quercetum silvae*. México, Nuevo León, municipio de Santiago, El Cercado, 8.VI.1984, prope. J. García 4499 (HOLOTYPUS ITCV, Isotypus F, ENCB).

Píleo de 45–80 mm de diámetro, convexo, de color rojo intenso (10A8, 11A8), rojo (11A6-7), rojo vináceo (11D8) a rojo frambuesa (10D7), en especímenes viejos o deshidratados es marrón violeta (11E8) o marrón (11F8), superficie seca, lisa o finamente tomentosa en especímenes jóvenes, ligeramente rimulosa a agrietada o rugulosa en especímenes maduros o viejos. Himenóforo tubuloso, adherido a subdeprimido; poros de 0.5–1 mm de diámetro, angulares, alargados o algo laminares hacia el estípite, de color rojizo o anaranjados (7A5, 7A6, 8D6) al madurar, cianescentes al tocarse; tubos de 4–10 mm de largo, de amarillo brillante (3A3-4) cuando joven, amarillo verdoso (1A8) u oliváceo (1E8), de color marrón rojizo (8E8) cuando viejo, cianescentes al exponerse. Estípite de 40–65 x 8–26 mm, cilíndrico con la base ligeramente más ancha, algunos especímenes atenuándose hacia la base o hacia el

ápice, amarillo brillante (4A7) en el ápice, rojizo vináceo (11D8) en su parte media, rojo púrpura (14A8) hacia la base, superficie seca, cubierta en su totalidad por furfuraciones muy conspicuas de color rojo vináceo (11D8), en algunos especímenes de aspecto fibriloso y longitudinalmente estriado de la parte media hacia la base, contexto sólido, amarillo pálido (4A4) a amarillo brillante (4A7), de color rojo (11A6-7) en los túneles causados por insectos, cianescente en algunas partes al exponerse. Micelio basal blanquecino-grisáceo. Contexto de 10–17 mm de grosor, blanquecino a amarillo pálido (4A3) al cortarse, pronto se pone rosa pálido (11A3) con áreas rojizas bajo la cutícula y en los túneles de larvas de insectos, cianescente algunas partes al exponerse, consistencia carnosa y blanda, olor fungoide, agradable, sabor ligeramente ácido.

Basidiosporas de (8.8–) 9.6–12 x 4–5.2 (–5.6)  $\mu\text{m}$ , media de  $Q = 2.28 \mu\text{m}$ , elipsoides a fusoides u oblongas, con una depresión suprahilar, de color oliváceo en KOH y color miel pálido a marrón suboliváceo, inamiloides, lisas, de pared ligeramente gruesa de hasta 0.5  $\mu\text{m}$ . Basidios de 20–35 x 8–11.5  $\mu\text{m}$ , tetraspóricos, claviformes, hialinos a amarillo pálido en KOH. Pleurocistidios de 36–69 x (6.5–) 9–11  $\mu\text{m}$ , escasos, fusoide-ventricosos a subcilíndricos, amarillo pálido en KOH y solución de Melzer. Queilocistidios de 29–48 x 6–9  $\mu\text{m}$ , abundantes, subventricosos a fusoides, hialinos a amarillo pálido en KOH, con un contenido granuloso y amarillento en solución de Melzer; en el borde con células subglobosas o ampuláceas del tipo basidiolo, de 20–24 x 14–20  $\mu\text{m}$ , hialinas en KOH y con un contenido granuloso anaranjado en solución de Melzer. Trama himenoforal bilateral del tipo *Boletus*, con un estrato medio de hifas algo gelatinizadas, hialinas o pálido amarillentas en KOH y amarillo anaranjado en solución de Melzer, que miden de 5.2–14.2  $\mu\text{m}$  de diámetro y el estrato lateral de hifas tubulosas hialinas en KOH, que miden de 10.4–16  $\mu\text{m}$  de diámetro, hifas sin fíbulas. Pileipellis un tricodermis, formado por un conjunto de hifas erectas más o menos en palisada, con células terminales subglobosas cortas o claviformes o subglobosas a mucronadas, de 8.8–34  $\mu\text{m}$  de diámetro, pálido amarillentas en KOH. Estipitipellis formado por un estrato himeniforme o subhimeniforme de dermatobasidios de 14–22 x 6.5–8.5  $\mu\text{m}$ , tetraspóricos, hialinos a amarillentos en KOH y de elementos cilíndricos o utriformes de 22 x 4–5.5  $\mu\text{m}$  y caulocistidios claviformes, fusiformes o ventricosos de cuello largo y ápice subagudo algunos con un septo intermedio de 27–70 x 5–13  $\mu\text{m}$ , hialinos o amarillo pálido, algunos granulosos en KOH.

*Reacciones macroquímicas:* El KOH sobre la superficie del píleo, el contexto y los poros reacciona cambiando a amarillo anaranjado, marrón amarillento o marrón rojizo; sobre la superficie del estípite cambia a color verdoso y luego a ocráceo. El NH<sub>4</sub>OH no reacciona sobre la superficie del píleo, pero en contexto, superficie del estípite y poros cambia a color verde.

*Resumen taxonómico:* Esta especie crece gregario en el humus y mantillo, en bosques de *Q. fusiformis* Small y *Q. polymorpha* Schlecht. & Cham., en los encinares de zonas bajas (entre los 400 y 500 msnm) o en el ecotono del encinar con selvas baja caducifolia o con matorral espinoso, o en los encinares de zonas altas (entre los 1000 y 1500 msnm) en el ecotono con el bosque mesófilo de montaña o en los bosques de encino y encino-pino asociada a *Q. polymorpha*. Fructifica en los meses de abril a octubre. Se conoce de diferentes localidades de los estados de Nuevo León y Tamaulipas en el noreste de México. La especie está dedicada en honor a Paula Imelda Morales Flores, esposa del primer autor, lo cual fue sugerido en 1990 por el Dr. Rolf Singer (QEPD).

*Ejemplares examinados:* NUEVO LEÓN: municipio de Santiago, El Cercado, 1km hacia el poniente de la Colonia Pescadores, 8.VI.1984, *J. García* 4499 Holotipo ITCV, Isotipos en F, ENCB), 17.VI.1984, *J. García* 4582, 4582-b (ITCV), 17-IX-1987, San Martín s/n. (ITCV), 23.X.1988, *J. García* y *R. Singer* 1988, *J. García* 6103, 6107 (ITCV), 11.VI.1991, *J. García* 7112 (ITCV); El Álamo, 7.VIII.1984, *J. García* 4420 (ITCV), El Cerrito, 4.VII.1981, *R. Valenzuela* s/n (UNL, ITCV); municipio de Juárez, Rio San Roque, 26.IX.1983, *J. García* 3161 (UNL, ITCV); municipio de Montemorelos, carretera Montemorelos-Linares, Puente Encadenado, 21.IX.1994, *J. García* 8997 (ITCV). TAMAULIPAS: municipio de Casas, 4 km al poniente del Km. 80 carretera de Cd. Victoria-Soto La Marina, Rancho El Lajeadero, 18.VI.1987, *J. García* 5445 (ITCV), 1.VII.1993, *J. García* 8529, 8538 (ITCV), 28.IX.1993, *J. García* 8749, 6.X.1993, *J. García* 8778 (ITCV); municipio de Victoria, Altas Cumbres, 15.IX.1992, *J. García* 7426; El Madroño, 26.X.2005, *J. García* 14780; municipio de San Carlos, cerro El Diente, 13.IX.2003, *J. García* 14490; Las Mulas, 13.IX.2008, *J. García* 17470, 28.VII.2010, *J. García* 18590; municipio de Güémez, La Esperanza, 5.IX. 2004, *J. García* 14730; municipio de Gómez Farías, Ejido Alta Cima, 1.VII.2000, *J. García* 14314; La Alamillosa, 5.VI.2009, *J. García* 17920 (todos en ITCV).

*Comentarios taxonómicos:* *B. paulae* se distingue por el píleo de color rojo carmín o rojo rosáceo, los poros anaranjados cuando maduro, el estípite con notables furfuraciones rojizas y el contexto blanquecino a rosáceo con tonos rojizos que se mancha de azul al exponerse, por el tamaño de sus esporas. La especie pertenece a la Secc. *Luridi* distinguible por el color rojo de los poros en especímenes maduros. *B. bicolor* var. *borealis* A.H. Sm. & Thiers es un hongo parecido, pero éste tiene el estípite liso y las esporas más grandes (11–15 x 4–5  $\mu\text{m}$ ). *B. carminiporus* Bessette, Both & Dunaway presenta coloración similar pero su contexto se mancha muy ligeramente de azul, el estípite es distintamente reticulado y sus esporas son más pequeñas y angostas (Bessette et al. 2000). *B. flammans* Dick y Snell tiene colores rojos, los poros rojo fuerte, sin embargo, el estípite es reticulado al ápice y las esporas son más largas (10–18 x 3.5–6.5  $\mu\text{m}$ ) que las de *B. paulae*. *B. subvelutipes* Peck y *B. hypocarycinus* Singer son también miembros de la secc. *Luridi*, en estos el píleo es marrón oscuro a marrón rojizo, el estípite es furfuráceo o los poros de un rojo ladrillo mientras que en *B. paulae* el píleo es rojo, los poros son anaranjados y el basidioma en general es menos robusto que los anteriores. *B. dupainii* es una especie afín que se parece en los colores del basidioma, pero se separa por tener la superficie del píleo víscida a glutinosa y las esporas de 12.8–14.4 x 4–5.6  $\mu\text{m}$  (Ortiz-Santana et al. 2007).

***Boletus singeri* J. García, R. Valenz. y E. Estrada-Castillón sp. nov.**

Diagnosis: *Pileus* 22–62 mm *latus, convexus, roseus, subroseus vel rubellus, siccus, primum velutinum, dein laevis vel rimulosum. Hymenophorus tubulosus, depressus, primus flavus, dein spadiceus vel olivasceus, locus contusus caerulescens, dein brunnescens; pori angulati, 0.3–0.5 mm latis; tubi flavidus vel olivaceus, caerulescens. Stipes* 4–61 mm *longus, 9–11 mm crassus, furfuraceo-punctatus, luteus ad apicem, roseus, subroseus vel rubellus, siccus. Contextus* 7–10 mm *crassus, primum alvidus vel pallide luteus, fracta caerulescens. Basidiosporis* 11.4–14.4 (–15) x 4.2–5.4 (–6)  $\mu\text{m}$ , *ellipsoidis vel fusoidis. Tramate hymenophorali typi boletorum. Pileipellis et stipitipellis triconidialis. Hyphis haud fibuligeris. Ad terram in quercetum silvae. México, Tamaulipas, municipio de Victoria, El Madroño, Km 151 Tula-Cd. Victoria, 24-IX-1985, prope. J. García 4966 (HOLOTYPUS ITCV, Isotypus F, ENCB).*

Píleo de 22–62 mm de diámetro, convexo, de color rosa (12A4-5) a rosa pastel (11A4), con tonos rojo pálido (9A3), rojo opaco (9C4), rojo grisáceo (9C5) a rojo marrón (9C6), superficie seca, finamente velutinosa en especímenes jóvenes, glabrescente a lisa cuando maduros, ligeramente agrietado en el margen dejando ver el contexto de color crema en especímenes maduros. Himenóforo tubuloso, depresso alrededor del estípite; poros de 0.3–0.5 mm de diámetro, angulares, de color amarillo brillante (2A5) a amarillo pálido (2A3) cuando joven, después de color anaranjado ocráceo (5C7) a marrón oliváceo (4E6), se manchan de azul al tacto y después a marrón amarillento (5E8); tubos de 3–9 mm de largo, amarillos (2A4) a oliváceos (4A6), se tiñen de azul rápidamente al exponerse. Estípite de 45–61 x 9–11 mm, subcilíndrico, más delgado al ápice, de color amarilló pálido (2A3) al ápice y de color rosa (12A4-5) a rosa pastel (11A4), con tonos rojo pálido (9A3), rojo opaco (9C4), con algunos tonos marrón dorado (5D7) a anaranjado-marrón (5D5) hacia la base, superficie seca, densamente furfurácea-pustulada, furfuraciones de color rosáceo (12A4-5) a rojo vináceo (11D8); contexto sólido, amarillo pálido (4A4) a amarillo brillante (4A7), de color rojo (11A6-7) en los túneles causados por insectos, cianescente en algunas partes al exponerse. Contexto de 7–10 mm de grosor, blando, blanquecino a amarillo pálido (2A3), se mancha rápidamente de azul al exponerse, en los canales producidos por insectos es rojo púrpura (14A8), olor fungoide, sabor dulce, en el estípite sus tres cuartas partes inferiores son de color amarillo cadmio (2A8). Micelio basal blanco. Esporada olivácea.

Basidiosporas de 11.4–14.4 (–15) x 4.2–5.4 (–6)  $\mu\text{m}$ , media de  $Q = 2.6$ , notablemente variables en tamaño, elipsoides a fusiformes con depresión suprahilar, con ápice obtuso, de color oliváceo en KOH y color miel a marrón anaranjado y algunas rojizas en solución de Melzer. Basidios de 21.6–39 x 9–10.2  $\mu\text{m}$ , claviformes, tetraspóricos, hialinos o con un contenido granuloso amarillento en KOH, algo más amarillentos en solución de Melzer. Trama himenoforal bilateral del tipo *Boletus*, con un estrato medio de hifas amarillentas y un estrato lateral hialino en KOH, éstas miden de 5–9  $\mu\text{m}$  de diámetro, sin fíbulas. Pleurocistidios de 30–52 x 9–15  $\mu\text{m}$ , fusoide ventricosos, hialinos o algunos pálido amarillento en solución de Melzer. Queilocistidios de 35–65 x 84–10.2  $\mu\text{m}$ , fusoides o lanceolados, con ápice agudo o subagudo, hialinos en KOH y amarillo pálido en solución de Melzer. Pileipellis formado por un tricodermis de hifas entrelazadas, con elementos terminales variables en forma, desde cilíndricos, o

cistidioides cortos, elipsoides a subglobosos, estos son amarillos en KOH y presentan un contenido amorfo, de color anaranjado en solución de Melzer, de 15–32 x 6–12  $\mu\text{m}$ , los elementos subterminales son predominantemente subisodiamétricos y algunos cilíndricos, hialinos en KOH de 12–20 x 7.8–11.4  $\mu\text{m}$ . Estipitipelis formado por un estrato himeniforme de dermatobasidios claviformes bi o tetraspóricos, amarillos en KOH y ligeramente más pigmentado en solución de Melzer de 24–28.8 x 9–11.4  $\mu\text{m}$ , dermatocistidios fusoides a fusoide-ventricosos, pálido amarillento en KOH y algo más amarillas en solución de Melzer, de 27–46 x 9–13.8, también algunos elementos del tipo basidiolos, claviformes con la misma coloración y de 18–38 x 7.8–9  $\mu\text{m}$ .

*Reacciones macroquímicas:* El KOH sobre el píleo reacciona a anaranjado ocráceo, sobre el contexto a color naranja a ocráceo, en los poros y superficie del estípite amarillo naranja. El  $\text{NH}_4\text{OH}$  sobre la superficie del píleo reacciona rápidamente a color violáceo, e inmediatamente después de color ocráceo anaranjado a rojizo, en el contexto a amarillo ocráceo, en la superficie del estípite lentamente a ocráceo y en los poros a ocráceo.

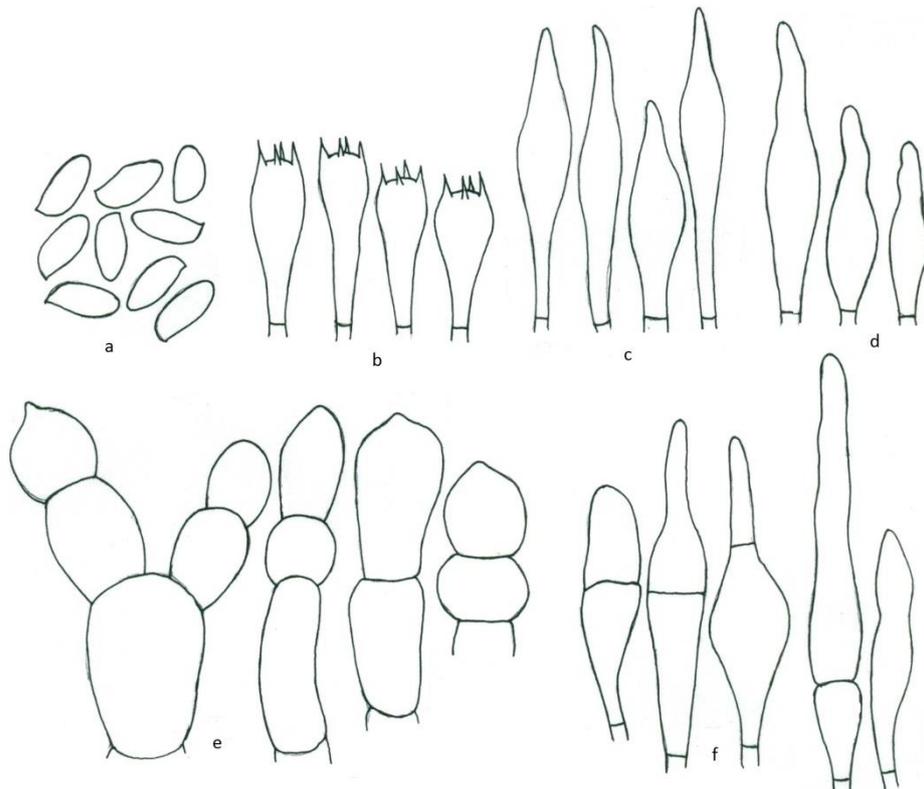
*Resumen taxonómico:* Esta especie crece gregario en el humus y mantillo de bosques de *Q. canbyi* Trel. Fructifica en los meses de julio a septiembre entre los 800 y los 1200 m de altitud. Se conoce solo de 4 localidades del municipio de Victoria en el estado de Tamaulipas de la región noreste de México. La especie está dedicada en honor al Dr. Rolf Singer por su valioso trabajo que realizó sobre el estudio de los boletáceos en el Mundo.

*Ejemplares examinados:* TAMAULIPAS: municipio de Victoria, Carretera Tula-Cd. Victoria, km 151, El Madroño, 24-IX-1985, *J. García* 4966 (Tipo, ITCV, F.); 27-VIII-1989, *J. García* 6201, 16-IX-1990, *J. García* 6882 (ITCV, ENCB), 15-IX-1991, *J. García* 7425, 7427, 9535 (todos en ITCV); Camino del Huizachal al Puerto Arrazolo, 29-VIII-1998, *J. García* 10995, 11003, 11032 (ITCV); Cerca de la Iglesia, Altas Cumbres, 31-VII-2010, *J. García* 18350 (ITCV, ENCB); Ejido Las Mulas, 13 IX- 2008, *J. García* 17462; 8-VIII-2010, *J. García* 18393 (ITCV, ENCB).

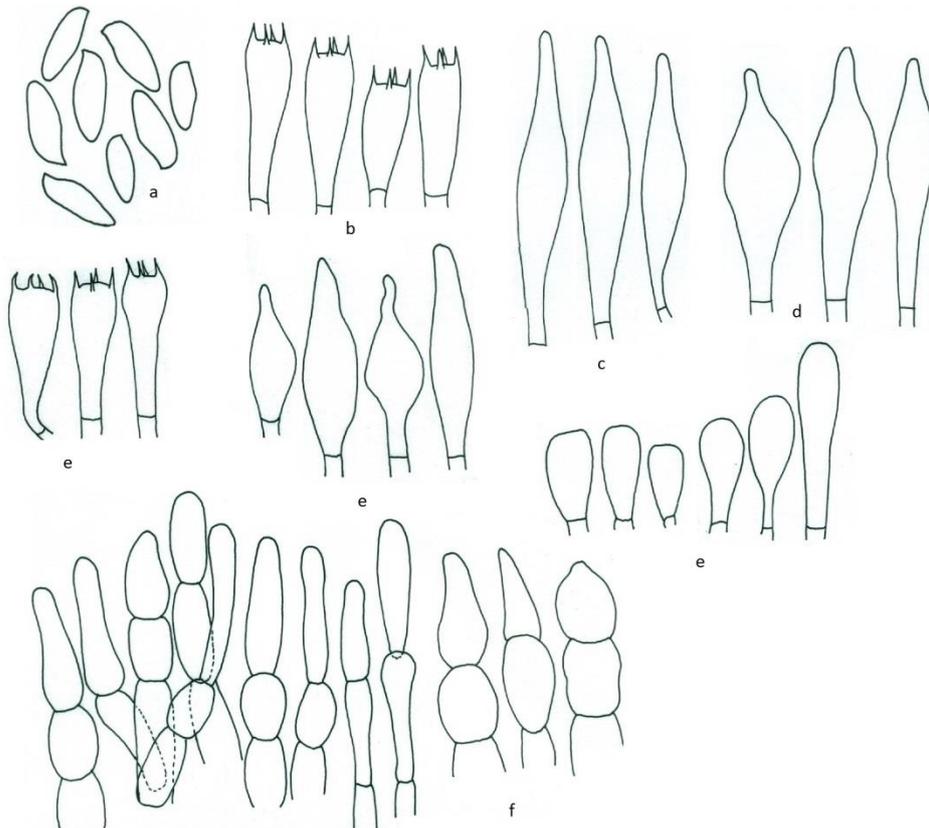
*Comentarios taxonómicos:* *Boletus singeri* pertenece a la Sección Subpruinosi (*s. str.* Singer, 1986), se distingue por el color rosa a rosa vináceo característico del píleo y las conspicuas furfuraciones rosáceas del estípite, así como por su hábitat característico,

bajo *Q. canbyi* en el Estado de Tamaulipas. *B. rubellus* Krombh. es una especie común en el noreste y centro de México, la cual se distingue por presentar una coloración muy variable, el píleo es rojo fuerte al principio, el cual con la edad se atenúa a rojizo o rosáceo siendo conspicuamente areolado en la madurez, sus poros son más anchos, angulares, sus esporas son ligeramente más cortas y los elementos del pileipelis presentan incrustaciones en su pared. *Boletus campestris* A.H. Sm. & Thiers es una especie menos frecuente, ha sido registrado de Nuevo León (García, 1999), este también presenta colores rosáceos pero su estípite no es tan densamente furfuráceo y es de color crema anaranjado, sus esporas son más cortas y el pileipelis presenta las células terminales muy largas de hasta 80  $\mu\text{m}$ , y de hasta 11.2  $\mu\text{m}$  de diámetro y crece en bosques de *Quercus* y *Pinus* en sitios de alrededor de 2200 msnm (Smith & Thiers, 1971).

Fotografías de los basidiomas y dibujos microscópicos de las especies.



*Boletus paulae* (Figuras a-f) a.- esporas x1500 b.- basidios c.- pleurocistidios d.- queilocistidios e.- pileipellis f.- stipitipellis x1000.



*Boletus singeri* (Figuras a-f) a.- esporas x1500 b.- basidios c.- pleurocistidios d.- queilocistidios e.- stipitipellis f.- pileipellis x1000.

## DISCUSIÓN

Muchos estudios regionales se están realizando para conocer mejor la micobiota mexicana, y los hongos boletoides son un grupo muy diverso y complejo, trabajos detallados sobre este grupo particular de hongos en donde se realicen descripciones morfológicas son necesarios para tener un mejor conocimiento de este grupo taxonómico en el país. Los estudios realizados por García (1999) en diferentes regiones y en particular en el noreste de México, indican la existencia de 17 especies de la Sección *Luridi* y 5 de la sección *Subpruinosi*, además de un buen número de especímenes que no coinciden con las características de las especies descritas. En este estudio se describen dos especies de las cuales, una pertenece a la Sección *Luridi* y la otra a la Sección *Supruinosi*. Es necesario a corto y mediano plazo, realizar estudios integrales en los que se incluyan análisis morfológicos de los hongos, así como la aplicación de las técnicas moleculares para un mejor conocimiento de los Boletales en México.

## LITERATURA CITADA

- Bessette, A. E., W. C. Roody & A. R. Bessette. 2000. *North American Boletes: a color guide to the fleshy pore mushrooms*. Syracuse University Press, USA.
- Binder, M. & D. S. Hibbett. 2006. Molecular systematics and biological diversification of Boletales. *Mycologia* 98: 971–981.
- Cappello, S. y J. Cifuentes. 1982. Nuevos registros del género *Suillus* (Boletaceae) en México. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 17: 196–206.
- Cifuentes, J., M. Villegas y L. Pérez-Ramírez. 1986. Hongos. In *Manual de herbario. Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos*, A. Lot y F. Chiang (eds.). UNAM-Consejo Nacional de la Flora de México, A.C. México. p. 55–64.
- García, J. 1999. *Estudio sobre la taxonomía, ecología y distribución de algunos hongos de la Familia Boletaceae (Basidiomycetes, Agaricales) de México*. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L.
- García, J. y J. Castillo. 1981. Las especies de Boletáceos y Gomfidiáceos conocidas en Nuevo León. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 15: 121–197.
- García-Jiménez, J. y F. Garza-Ocañas. 2001. Conocimiento de los hongos de la familia *Boletaceae* de México. *Ciencia UANL* 4: 336–343.
- González-Velázquez, A. y R. Valenzuela. 1993. Los Boletáceos y Gomfidiáceos del Estado de México I. *Revista Mexicana de Micología* 9: 35–46.
- González-Velázquez, A. y R. Valenzuela. 1995. A new species of *Boletellus* (Basidiomycotina, Agaricales: Boletaceae) from México. *Mycotaxon* 55: 399–404.
- González-Velázquez, A. y R. Valenzuela. 1996. Los Boletáceos y Gomfidiáceos del Estado de México II. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas* 41: 119–196.
- Grubisha, L. C., J. M. Trappe, R. Molina & J. W. Spatafora. 2001. Biology of the ectomycorrhizal genus *Rhizopogon*. V. Phylogenetic relationships in the Boletales inferred from LSU rDNA sequences. *Mycologia* 93: 82–89.
- Kirk P, Cannon P.F, Minter D. W & J. A. Stalpers 2008. *Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi*. 10th edn. CAB International Wallingford, UK.

- Kornerup, A. & J. H. Wanscher .1978. Methuen handbook of colour, 3a. Ed. Methuen, London.
- Largent, D. L. 1977. How to identify mushrooms to genus I: Macroscopic features. 2a. Ed. Eureka: Mad River Press Inc. 166 p.
- Newman E. I. & P. Reddell. 1987. The distribution of mycorrhizas among families of vascular plants. *New Phytologist* 106: 745–751.
- Ortiz-Santana, B., D. J. Lodge, T. J. Baroni y E. E. Both. 2007. Boletes from Belize and the Dominican Republic. *Fungal Diversity* 27: 247–416.
- Singer, R. 1947. The Boletoidae of Florida. The Boletineae of Florida with Notes on Extralimital Species. III. *The American Midland Naturalist* 37(1): 129–263.
- Singer, R. 1986. The Agaricales in Modern Taxonomy. 4a. Ed. Koeltz Scientific Books, Koenigstein.
- Singer, R., J. García & L. D. Gómez. 1990. The Boletineae of Mexico and Central America. I–II. *Nova Hedwigia, Beihefte* 98: 1–72. Cramer, Berlín-Stuttgart.
- Singer, R., J. García & L. D. Gómez. 1991. The Boletineae of Mexico and Central America III. *Nova Hedwigia, Beihefte* 102: 1–99, 24 lams. Cramer, Berlín-Stuttgart.
- Singer, R., J. García & L. D. Gómez. 1992. The Boletineae of Mexico and Central America IV. *Nova Hedwigia, Beihefte* 105: 1–62. Cramer, Berlín-Stuttgart.
- Smith, A. H. & H. D. Thiers. 1971. The Boletes of Michigan. The University of Michigan Press, Ann Arbor.
- Thiers, B. (2012); Continuously updated). *Index Herbariorum: a global directory of public herbaria and associated staff*. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. <http://sweet-gum.nybg.org/ih/>

## **AGRADECIMIENTOS**

Se agradece al CONACYT el apoyo para la realización de los estudios de doctorado en la Facultad de Ciencias Forestales de la UANL. A la red Internacional sobre Sistemática y Ecología en Comunidades Forestales y Cultivos, de SEP, ANUIES, DGEST- ITCV, UAT. A las autoridades de The Field Museum of Chicago, por su apoyo en los estudios sobre Boletáceos de México en 1988 y 1989. A las Autoridades y Profesores de la Facultad de Ciencias Forestales de la U.A.N.L., el apoyo recibido durante los años de esta investigación. A las autoridades del Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria y a los Profesores de la Licenciatura y Posgrado en Biología el apoyo recibido durante el desarrollo del estudio.

## CAPÍTULO 6

### ***Boletus olivaceicyaneus* sp. nov. UN NUEVO MIEMBRO DE LOS BOLETALES DE MÉXICO.**

Jesús García<sup>1</sup> y Fortunato Garza-Ocañas<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, Apartado postal 175, Av. E. Portes Gil 1301 Pte., Ciudad Victoria, 87010, Tamaulipas, México. [igarjim@yahoo.com.mx](mailto:igarjim@yahoo.com.mx)*

<sup>2</sup>*Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Campus Linares, Carr. Nac. Km. 145, Apartado Postal 41, C.P. 67700, Linares, Nuevo León, México.*

### RESUMEN

Se describe e ilustra a *Boletus olivaceocyaneus* como una especie de hongo nueva para la ciencia, este ha sido encontrado en altitudes entre 400 y 1700 msnm, asociada a los bosques de *Quercus* con *Quercus polymorpha*, *Q. rysophylla*, *Q. canbyi*, *Q. fusiformis*, *Q. sartorii* y *Q. germana* con los que forma ectomicorrizas. Los especímenes examinados provienen de los estados de Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila en la región noreste y de los estados de Querétaro e Hidalgo en la región central del país. Es una especie cercana a *Boletus pulverulentus* y de *Boletus lewisii* pero difiere de estas por los colores del basidioma, sus características microscópicas y el hábitat. El material tipo forma parte de los herbarios micológicos ITCV y CFNL en Ciudad Victoria, Tamaulipas y Linares Nuevo León, México, respectivamente.

***Boletus olivaceocyaneus* sp. nov. A NEW MEMBER OF THE BOLETALES FROM MEXICO.**

**SUMMARY**

*Boletus olivaceocyaneus* García & Garza sp. nov. is described and illustrated as a new fungi species for science. This species is associated to *Quercus* forest and may produce mycorrhizas with *Quercus polymorpha*, *Q. rysophylla*, *Q. canbyi*, *Q. fusiformis*, *Q. sartorii* and *Q. germana* in altitudes ranging from 400 to 1700 m a s l. Specimens were found in oak forests in the states of Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila, in northeastern region and Hidalgo and Querétaro in the central México region. *Boletus pulverulentus* and *B. lewisii* are two closely related species but the microscopic structures and basidiomata features are different. Type specimens are in the ITCV and CFNL Mycological Herbarium at Ciudad Victoria, Tamaulipas and Linares N.L., Respectively in México.

**INTRODUCCIÓN**

Las especies de Boletaceae s.l. han sido estudiadas desde hace años en México, estudios representativos sobre estos hongos en la región NE de México son los de García y Castillo (1981), García (1993), Singer *et al.* (1990, 1991, 1992). La diversidad de Boletales del país ha sido reconocida por García (1999) y García y Garza (2000) quienes actualmente reconocen alrededor de 230 taxones. Recientemente los estudios de Binder & Hibbett (2006) clarificaron algunos aspectos de la filogenia de Boletales reconociéndose a los géneros de Boletaceae s.l. como un grupo principalmente polifilético compuesto por 6 subordenes incluyendo el Suborden Boletineae al cual pertenece el Género *Boletus*. Aun así los estudios tradicionales avalados por análisis morfológicos y químicos se llevaron a cabo durante muchos años y las descripciones morfológicas tradicionales siguen vigentes en la validación de las nuevas especies de macrohongos reconociéndose el valor de la expresión fenotípica en las descripciones taxonómicas de estos hongos. El Género *Boletus* actualmente ha sido objeto de revisiones taxonómicas en base a estudios moleculares (Binder & Hibbertt 2006 y Drehmel *et al.* (2008) sin embargo, aún quedan algunos aspectos por dilucidar. Los estudios realizados en Norteamérica por Singer (1947, 1986), Snell & Dick (1970) Smith & Thiers (1971), Grund & Harrison (1976), Both (1993) y Bessette *et al.*

(2000) entre muchos otros, describen e ilustran la amplia diversidad de estos hongos en Norteamérica y por otra parte el trabajo de Singer *et al.* (1983), Gomez Pigmatario (1996), Halling (1989), Halling & Mueller (1999, 2003, 2005), Ortiz-Santana *et al.* (2007), Neves & Halling (2010), Pegler (1983), Husbands *et al.* (2013), entre muchos otros son evidencias de la importante diversidad de estos hongos en Centroamérica y Las Antillas y constituyen la información básica en los estudios taxonómicos y geográficos de los Boletáceos de México. En este estudio se describe a *Boletus olivaceicyaneus* como especie nueva para la ciencia, esta proviene de bosques nativos de Encino y forma ectomicorrizas con diferentes hospederos en cuatro estados del noreste de México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales aquí estudiados provienen de diferentes localidades de los estados del Noreste de México. La recolección de los especímenes de basó en Largent (1986). El análisis microscópico de estos se realizó en base a las técnicas usuales en estudios de macromicetos en base a Largent (1977), mediante el uso de un microscopio compuesto y utilizando el KOH al 3-5 % y solución de Melzer como medios de montaje de preparaciones temporales. Se tomaron fotografías de los especímenes en el campo utilizando una cámara de fotografía digital. Los especímenes examinados forman parte de las colecciones micológicas de los Herbarios ITCV y CFNL.

## RESULTADOS

### Descripción de la especie

*Boletus olivaceicyaneus* J. García et F. Garza *sp. nov.*

### Características macroscópicas

**Píleo** de 21-48 mm de diámetro, convexo, con la superficie lisa o finamente pruinosa, tomentosa o velutinosa, solo ligeramente agrietado o con algunas areolas presentes en especímenes viejos, siendo seco o a veces ligeramente viscoso cuando crece en tiempo húmedo, ligeramente brillante en algunos especímenes y opaco en otros, margen ligeramente apendiculado a plano, de color oliváceo a café oliváceo, café anaranjado o café rojizo (4E6-4E7, 5D6-5E6, 6F6, 6E7-6E8 a 7F5-7F6, 7F7-7F8, Methuen). **Contexto** de 4-12 mm de grosor, carnoso, amarillo pálido, se tiñe inmediatamente de azul oscuro al exponerse, olor fungoide, sabor dulce. **Himenóforo** adherido a ligeramente deprimido; **tubos** de 3-9 mm de largo amarillo brillante a amarillo oliváceo, (3A6-3A7, 4B6-4C6), se manchan rápidamente de azul fuerte al exponerse; **poros** de .3 - .5(1.5) mm de diámetro, angulares, de aspecto laminado en los situados alrededor del estípite, amarillo brillante a amarillo oliváceo (3A6-3A7, 4B6-4C6), se manchan inmediatamente de azul fuerte al tocarse y después siendo de color naranja rojizo. **Estípite** de 30-50 (60-70) x 3-5 (-9) mm, subcilíndrico, adelgazándose hacia la base o hacia el ápice, superficie lisa o finamente pruinosa o con algunas líneas finas en el ápice del estípite, de consistencia algo cartilaginosa, amarillo hacia el ápice (4A5-4A6) y café oliváceo (5E5) o naranja rojizo (8C6-8D6, 8E7-8E8) hacia el centro o la base del mismo, se mancha rápidamente de azul negro al tacto. Micelio blanco.

### Reacciones químicas

El KOH sobre el píleo reacciona de color café vináceo (9F8) y sobre el contexto de anaranjado. Sobre los poros y superficie del estípite reacciona de color café rojizo. El NH<sub>4</sub>OH sobre el píleo reacciona de color café vináceo (9F8) y sobre el estípite de color anaranjado.

### Características microscópicas

**Espóras** de 9.6-11.2 (-12.8) x 4.2-4.8 (-5.2)  $\mu\text{m}$ , elipsoides, with a ligera depression suprahilar ,amarillas a oliváceas en KOH y anaranjadas en solución de Melzer. **Basidios** de 24-30 x 7.2-10.4  $\mu\text{m}$ , claviformes, tetrasporicos, Amarillo pálido en KOH y con un contenido aceitoso en reactivo de Melzer. **Pleurocistidios** de 36-40 x 8-12  $\mu\text{m}$ , esacasos, fusoide ventricosos con un pequeño cuello en el ápice, subagudos, hialinos o pálido amarillentos en KOH. **Queilocistidios** de 32-44 x 10-13.6  $\mu\text{m}$ , similares en forma a los pleurocistidios o algunos claviformes , de 18-34 x 5-7.2  $\mu\text{m}$ , con un contenido anaranjado en KOH y ligeramente pigmentado de café dorado en solución de in Melzer. Trama himenoforal bilateral del tipo *Boletus*. **Pilleipellis** formado por un tricodermio de hifas fuertemente entrelazadas, con celulas terminales cilíndricas , con ápice subredondo, la mayoría con un contenido granular amarillo o amarillo verdoso en KOH y anaranjado –rojizo en Melzer, estas miden de 18-40 x 3.2-6.4 $\mu\text{m}$ . **Stipitipellis** formada por una capa de caulcistidios de 24-34 x 6-10  $\mu\text{m}$ , claviformes o fusoide ventricosos amarillos con un contenido granular en KOH, algo mas oscuros en Melzer.

### Hábitat y distribución

Esta especie crece de manera solitaria a subgregaria en el mantillo de bosques de encino, en asociación ectomicorrizógena con *Quercus polymorpha*, *Q. rysophylla*, *Q. canbyi*, *Q. fusiformis*, *Quercus sartorii*, *Quercus germana*. Basidiomas recolectados durante los meses de mayo a septiembre en altitudes que van de los 400 a los 1200 m. Recolectado en los estados del Noreste de México y en los Estados de Querétaro e Hidalgo en la región central del país.

### Material examinado

**ESTADO DE COAHUILA:** Municipio de Castaños, Cerro El Mercado, 17-V-1981, **García 865** y 21-VI-1981, **García 1434** (UNL, ITCV). **ESTADO DE NUEVO LEON:** Municipio de Santiago, El Ranchito, VIII-1980, **García 170** y 13 -X-1980, **García 395** (UNL, ITCV), Municipio de Santiago, Puerto Genovevo, 27-VIII-1980, **García 300**, I-V-1982, **Garza 144** (UNL, ITCV), 4-X-1982, **Garza**, 4300, 29-X-2011, **García 2514**, 8-X-1982, **García 2893** y **2988**, 23-X-1983, **García 3424**, 24-IX-1993, **García 8700** (todos en UNL, ITCV), Municipio de Santiago, El Álamo, 7-VIII - 1984, **García 4427** (UNL, ITCV). Municipio de Zaragoza, El Salto, 18-X-1983, **García 518** Municipio de San Pedro (UNL, Chipinque, ITCV) Mpio. de Iturbide, Puerto Pastores, 8-X-2009, **García 18,217** y **Garza 3959**. **ESTADO DE TAMAULIPAS:** Municipio de Hidalgo, El Chorrillo, 30-X-1985, **García 5008** (ITCV). Municipio de Victoria, Cañón El Novillo, 20-X-1992, **García 8260** (ITCV). Municipio de Gomez Farias, Reserva de la Biosfera El Cielo, entronque a Casa de Piedra, 25-VI-1988, **García 5752** y 18-VII-1998, **García 10837 (TIPO, ITCV)**, 10-X-2003, **García 14137**. (ITCV). **ESTADO DE QUERÉTARO:** Municipality Jalpan, 5 km por el camino del Embocadero a La Yerbabuena, El Carrizal, 1-IX-1996, **García 9926** (ITCV). **ESTADO DE HIDALGO:** Mpio. de Tlanchinol, La Cabaña, 13-VII-2003, **García 14438** y **14450**, misma localidad, 28-VIII-2007, **García 15488**, todos en ITCV.

## DISCUSIÓN

Esta especie pertenece a la Secc. Subpruinosi del género *Boletus*. Es afín a *Boletus pulverulentus* Opatowski del que se distingue por el color de su basidioma con tintes definidamente oliváceos y por la dimension de sus esporas, las cuales son mas pequeñas en este material siendo de 9.5-11.2 (-12.8) x 4.2-4.8 (-5.2)  $\mu\text{m}$ , mientras que en *B. pulverulentus* son del rango de 11-15 x 4-6  $\mu\text{m}$ . Otra especie parecida es *Boletus lewisii* (Singer) Bessette, Roody & Bessette , en Bessette *et al.*(2000) el cual crece en bosques mixtos de pinos y encinosen el noreste de Texas, este presenta esporas mas pequeñas de 7-10 x 3.5-4.5 $\mu\text{m}$  y el basidioma presenta colores café amarillento y su manchado de azul es lento y errático. *Boletus olivaceicyaneus* García et Garza *sp. nov.* presenta un crecimiento exclusivo en bosques de encino endémicos de México como los anteriormente mencionados, las características de sus basidiomas y las características microscópicas lo ubican como una especie intermedia entre *Boletus pulverulentus* Opatowski y *B. lewisii*

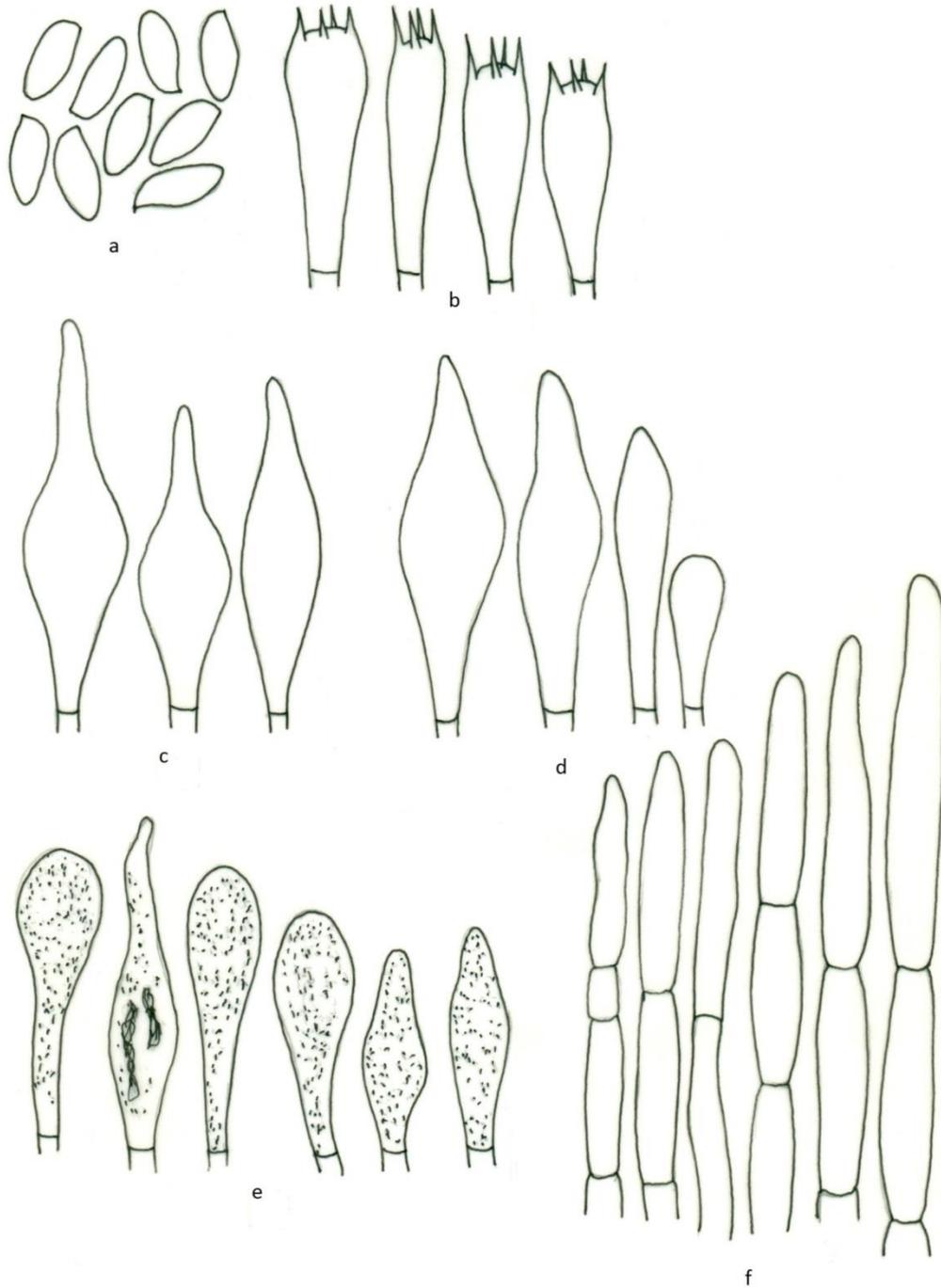
Bessette, Roody y Bessette. Por lo que forman parte de un complejo del “ grupo pulverulentus” del género *Boletus*. Una especie de este grupo ha sido registrada de la zona del Eje Volcánico Transversal del centro del país, esta crece asociada con *Abies religiosa* con el que forma ectomicorrizas, y tiene esporas mas grandes del grupo de “*B. pulverulentus*” con rangos de esporas de 16-18 $\mu\text{m}$  de largo y presenta un píleo constantemente viscido, este nuevo taxon se revisará mas adelante. El epiteto *olivaceicyaneus*, hace allusion al color oliváco del píleo y al manchado de azul del basidioma.

**Fotografías de los basidiomas y dibujos microscópicos de la especie.**



Fotografías de los basidiomas de *Boletus olivaceicyaneus*, especímenes de Puerto Pastores, Iturbide N.L. (García 18,217) y de Chipinque, Garza García, N.L. (Garza 3959)

**Dibujos microscópicos**



***Boletus olivaceicyaneus***. (Figuras a-f ) a.- basidiosporas x1500 b.- basidios c.- pleurocistidios d.- queilocistidios e.- elementos del pileipellis f.- elementos del stipitipellis x1000

## LITERATURA CITADA

- Bessette, A. E., E. C. Roody & A. R. Bessette. 2000. *North American Boletes*. Syracuse University Press.
- Binder, M. & D. S. Hibbett. 2006. Molecular systematics and biological diversification of Boletales. *Mycologia* 98(6): 971-981.
- Both, E. E. (1993). *The Boletes of North America: A compendium*. Buffalo NY: Buffalo Museum of Science. 436 pp.
- Drehmel, D., T. James & R. Vilgalys. 2008. Molecular Phylogeny and biodiversity of the Boletes. *Fungi* 1(4): 17-23.
- García, J. y J. Castillo, 1981. Las especies de Boletáceos y Gomfidiáceos conocidos en el Estado de Nuevo León. *Bol. Soc. Mic.* 15: 121-197.
- García, J. 1993. Una Lista Preliminar de los Hongos del Suborden Boletineae (Basidiomycetes, Agaricales) en el Noreste de México. *Reporte Científico No. Especial* 13. Facultad de Ciencias Forestales U.A.N.L.
- García, J. (1999). Estudio sobre la taxonomía, ecología y distribución de los hongos de la Familia Boletaceae (Agaricales, Basidiomycetes) de México. Tesis profesional inédita, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, 450pp.
- García, J., y Garza, F. 2000. Conocimiento de los hongos de la familia Boletaceae en México. *Ciencia UANL* Vol. 4 No.3: 336-343.
- Gómez, P. L. D., 1996. Basidiomycetes de Costa Rica: *Xerocomus*, *Chalciporus*, *Pulveroboletus*, *Boletellus*, *Xanthoconium* (agaricales : Boletaceae). *Rev. Biol. Trop.* 44( Suppl. 4): 59-89.
- Grund, D. W. K. & A Harrison, 1976. *Nova Scotian Boletes*. Cramer, Vaduz.

- Halling, R. E. , 1989. A synopsis of Colombian Boletes. *Mycotaxon* 34(1): 99-113.
- Halling R.E. & G.M. Mueller, 1999. New Boletes from Costa Rica. *Mycologia* 91(5) : 893-899.
- Halling, R. & G. M. Mueller. 2003. *Leccinum* (boletaceae) in Costa Rica. *Mycologia* 95(3): 488-499.
- Husbands, D.R., T.W. Henkel, G. Bonito, R. Vilgalys & M. E. Smith. 2013. New species of *Xerocomus* (Boletales) from the Guiana Shield, *Mycologia*, 105(2): 422–435.
- Grund, D. W. K. & A Harrison, 1976. *Nova Scotian Boletes*. Cramer, Vaduz.
- Largent, D.L. 1986. *How to identify Mushrooms to genus I: macroscopic features*. 2nd ed. Eureka: Mad River Press Inc. 166 p.
- Largent D.L. et al.1977). *How to identify mushrooms to Genus I :*
- Neves M. A. & R. Halling, 2010. Study on species of *Phylloporus* I: Neotropics and North América. *Mycologia* 102(4): 923-943.
- Ortiz Santana, B., Lodge, D.J., Baroni ,T.J. & E.E. Both. 2007. Boletes from Belize and the Dominican Republic. *Fungal Divers.* 27: 247–416.
- Pegler, D. N. 1983. *Agaric Flora of the Lesser Antilles*. Kew Bull. add. Ser. 9: 1-668, 27 plts.
- Singer, R. (1947). The Boletinae of Florida with notes on extralimital species III. *Amer. Midl. Nat.* 37: 1-135.
- Singer, R., I. Araujo & M.H. Ivory. 1983. *The Ectotrophically Mycorrhizal Fungi of the Neotropical Lowlands, Especially Central Amazonia. (Litter decomposition and ectomycorrhiza in Amazonian forests 2.)*. J. Cramer, Vaduz.
- Singer, R., J. García & L. D. Gómez. 1990. The Boletineae of México and Central América III. *Nova Hedwigia, Beihefte* 98: 1-78. 2 lams. Cramer, Berlin.

- Singer, R., J. García & L. D. Gómez. 1991. The Boletineae of México and Central América III. *Nova Hedwigia, Beihefte* 102: 1-99, 24 lams. Cramer, Berlín.
- Singer, R., J. García & L. D. Gómez. 1992. The Boletineae of México and Central América. *Nova Hedwigia, Beihefte* 105: 1-62. Cramer, Berlín.
- Smith A. H. & H. D. Thiers. 1971. *The Boletes of Michigan*. The University of Michigan Press, Ann Arbor.
- Snell, W. H. & E. A. Dick. 1970. *The Boleti of Northeastern North América*. Cramer, Lehre.
- Villarreal, L., y Gómez A. (1995). Inventory and monitoring wild edible mushrooms in México: challenge and opportunity for sustainable development. In *Sustainable Mycology*, Chapela *et al.*, pp 99-109.

## **AGRADECIMIENTOS**

Se agradece al CONACYT el apoyo para la realización de los estudios de doctorado en la Facultad de Ciencias Forestales de la UANL. A la red Internacional sobre Sistemática y Ecología en Comunidades Forestales y Cultivos, de SEP, ANUIES, DGEST- ITCV, UAT. A las autoridades de The Field Museum of Chicago, por su apoyo en los estudios sobre Boletáceos de México en 1988 y 1989. A las Autoridades y Profesores de la Facultad de Ciencias Forestales de la U.A.N.L., el apoyo recibido durante los años de esta investigación. A las autoridades del Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria y a los Profesores de la Licenciatura y Posgrado en Biología el apoyo recibido durante el desarrollo del estudio.

## CAPÍTULO 7

### CONCLUSIONES GENERALES

El presente estudio representa la micobiota de macrohongos conocida en Tamaulipas, a la vez, constituye el conocimiento de la tercera parte de los hongos macroscópicos conocidos en el país. La importancia de este conocimiento se aplica principalmente al aspecto forestal pero existen importantes consideraciones económicas relacionadas al consumo de especies comestibles y medicinales. Desde el punto de vista de la diversidad, se reconoce que las familias Xylariaceae, Agaricaceae y Boletaceae, son las que albergan la mayor diversidad de especies, incluyendo hongos saprofiticos en las primeras 2 y hongos ectomicorrizógenos en los Boletaceae. Los bosques templados de media montaña albergan la mayor parte de hongos micorrizógenos como fue planteado en la hipótesis del estudio, mientras que la mayor diversidad de hongos saprofiticos está distribuída en la vegetación de tipo tropical de clima cálido, reconociéndose un incremento en las proporciones de especies micorrizógenas/saprofiticas, conforme se incrementa la altitud.

Los hongos ectomicorrizógenos analizados en el capítulo 3, son un grupo de gran importancia forestal, ya que se reconoce su asociación con al menos 20 diferentes hospederos forestales en la entidad, en este caso el estudio comprende más del 60% de las especies de hongos ectomicorrizógenos reconocidos en el país. Los hongos parásitos fueron los menos registrados en el estudio.

Por otra parte, los hongos del Orden Boletales, constituyen un grupo muy conspicuo, los cuales han sido estudiados desde hace algunos años, en este caso, el registro de 165 taxones de estos hongos, conforma el trabajo más completo sobre el tema a nivel regional en el país.

En este se reconocen importantes relaciones ecológicas con los árboles hospederos con los que forman ectomicorrizas y las relaciones biogeográficas de las especies incluyendo un considerable número de hongos endémicos, varios de estos son especies aun no descritas para la ciencia. Se incluyen entre estas nuevas especies a *Boletus paulae*,

*Boletus singeri* y *Boletus olivaceicyaneus* descritas y discutidas en los capítulos 5 y 6 de la tesis. Con todo esto, considero que el Estado de Tamaulipas y la región noreste de México representan una gran parte de la riqueza micológica del país. Se reconocen también las limitaciones del presente estudio, ya que grupos como hongos liquenizados, mixomicetos y micromicetos registrados de Tamaulipas, no se incluyen en este estudio, si se consideraran, se incrementaría notablemente el inventario micológico, esto en su caso puede formar parte de investigaciones posteriores que engloben con mayor propiedad a los hongos de la entidad.