

**Biodiversidad y distribución altitudinal de macromycetes en el Cerro La Palma, Chalatenango, El Salvador.**

**Biodiversity and altitudinal distribution of macromycetes in Cerro La Palma, Chalatenango, El Salvador.**

Vásquez Díaz, Roberto Amado <sup>1\*</sup> y Esquivel Vásquez, Rhina Esmeralda <sup>1,2</sup>.

<sup>1</sup> Departamento de Botánica, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de El Salvador. Final Avenida Mártires y Héroes del 30 de julio, San Salvador, El Salvador. roberto.vasquez@ues.edu.sv

<sup>2</sup> Laboratorio de Micología, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de El Salvador. Final Avenida Mártires y Héroes del 30 de julio, San Salvador, El Salvador.

**Resumen:** Biodiversidad y distribución altitudinal de macromycetes en el Cerro La Palma, Chalatenango, El Salvador. La finalidad de esta investigación fue generar nueva información que contribuya al conocimiento de la diversidad de macrohongos del Cerro La Palma y del país, además referenciar los valores de ámbito altitudinal y los tipos de sustrato en los cuales estos desarrollan su ciclo de vida. El proceso de investigación se llevó a cabo en dos fases, la primera, de campo, realizada en el Cerro La Palma, perteneciente al municipio de La Palma, Chalatenango, El Salvador, durante la época de transición seca-lluviosa, lluviosa y lluviosa-seca del año 2016. La segunda, de laboratorio, llevada a cabo en el Laboratorio de Micología, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de El Salvador. Para la fase de campo la zona de estudio se dividió en tres zonas a diferentes valores de ámbito altitudinal, para determinar la diversidad de especies que se desarrollan en cada una de ellas. Se utilizaron claves dicotómicas y literatura especializada para la determinación y ubicación de las especies en las categorías taxonómicas correspondientes. Se identificaron un total de 263 especies de macromycetes, distribuidas en 154 géneros, todas ellas pertenecientes a las dos grandes divisiones taxonómicas que forman macro-carpóforos: Ascomycota y Basidiomycota. De acuerdo con los resultados obtenidos del cálculo de los Índices de Biodiversidad y Equitatividad, se concluye que la zona 1 fue la más diversa y equitativa, mientras que la zona 3 fue la menos diversa y equitativa. Es importante reconocer que los hongos no son sólo importantes en la dinámica de los ecosistemas, sino también en la dieta y la salud humana, por lo cual aumenta la necesidad de la conservación de estos recursos de productos forestales no madereros.

**Palabras claves:** Diversidad fúngica, Macromycetes, Ascomycota, Basidiomycota, Distribución altitudinal.

**Abstract:** Biodiversity and altitudinal distribution of macromycetes in Cerro La Palma, Chalatenango, El Salvador. The purpose of this research was to generate new information that contributes to the knowledge of the macro fungi diversity of Cerro La Palma and the country, in addition to referencing the values of the altitudinal reach and the types of substrate on which their life cycle is determined. The research process was divided into two phases, the first one, in the field, carried out in the Cerro La Palma, belonging to the municipality of La Palma, Chalatenango, El Salvador, during the dry-rainy, rainy and rainy-dry transition period of 2016. Moreover, the second, in the laboratory, carried out in the Mycology Laboratory, School of Biology, Faculty of Natural Sciences and Mathematics, University of El Salvador. For the field phase, the study area was divided into three zones at different altitude values, to determine the diversity of species that develop in each of them. Dichotomous keys and specialized literature were used for the determination and location of the species in the corresponding taxonomic categories. A total of 263 species of macromycetes were identified, distributed in 154 genera, all of them belonging to the two large taxonomic divisions that form macro-carpophores: Ascomycota and Basidiomycota. According to the results obtained from the calculation of the Biodiversity and Equity Indices, it is concluded that zone 1 was the most diverse and equitable, while zone 3 was the least diverse and equitable. It is important to recognize that fungi are not only important in the dynamics of ecosystems, but also in diet and human health, so the need for the conservation of these resources of non-wood forest products increases.

**Keywords:** Fungal diversity, Macromycetes, Ascomycota, Basidiomycota, altitudinal distribution.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente el manejo, conservación y utilización de la biodiversidad debería ser una preocupación de la humanidad. Sin embargo los estudios sobre biodiversidad que se llevan a cabo a nivel mundial, se basan principalmente en especies superiores (plantas y animales), y poco o nada toman en cuenta a los hongos (Montoya et al. 2010).

Los organismos pertenecientes al reino Fungi representan uno de los cúmulos más grandes de biodiversidad, llevan a cabo actividades ecológicas que son de crucial importancia en todos los ecosistemas y presentan una enorme variabilidad en relación a su morfología y sus ciclos de vida. Todos estos organismos son tan diversos que se hace difícil dar una diagnosis diferencial concisa, son descritos como organismos, filamentosos (miceliales),

poseen crecimiento apical, presentan células eucarióticas, sin plastidios ni pigmentos fotosintéticos, son heterótrofos por degradación de sustancias orgánicas y absorción de los componentes nutricios, pueden presentar reproducción asexual y/o sexual por medio de esporas, y con su pared celular constituida principalmente por quitina o celulosa (Aguirre Acosta et al. 2012).

Poco se conoce sobre los factores o patrones que rigen a la flora micológica, a pesar de que es un componente importante y crucial de la biodiversidad global, de acuerdo con las estimaciones de Hawksworth en 1991; citado por Montoya et al (2010), hasta esa fecha se habían descrito el 5% de las 1,5 millones de especies que deben existir en el planeta (Montoya et al. 2010), sin embargo actualmente se maneja que se han descrito entre el 8% y 10% de las especies de hongos. Los hongos poseen la capacidad de crecer y desarrollarse en todos los climas y altitudes, por lo que se conocen como cosmopolitas, y son particularmente diversos en bosques húmedos (Ortiz-Moreno 2010).

Durante la última década la diversidad fungal ha recibido una creciente atención, esto se debe principalmente en parte a que los hongos están siendo estudiados y utilizados en procesos de producción de antibióticos, enzimas y alimentos, así como también como pulpa biodegradable para

papel y como biorremediación química (Lodge 1997, Morales et al. 2002, Bolaños y Soto Medina 2012, U. Flores et al. 2014). Los macromycetes se desarrollan y crecen mejor en los climas templados que en climas tropicales, pero la diversidad de estos organismos tiende a ser mucho mayor en los trópicos y subtrópicos, que en latitudes más altas, los motivos por los cuales la diversidad de hongos es más alta en latitudes bajas no siempre son claros, pero de acuerdo a especialistas en el área de micología, la diversidad de ecosistemas, la abundancia de recursos y la diversidad de hábitat son factores de contribución importantes (Lodge 1997).

Los macrohongos constituyen un grupo útil de prueba para tener una mejor comprensión del concepto “diversidad biológica” y para la comprensión de los cambios ambientales que muy probablemente pueden afectar de una forma u otra la biota entera de un sistema. Estos organismos son encontrados en cada entorno terrestre y directa e indirectamente están expuestos a diferentes formas y tipos de perturbación (Allen et al. 2000).

Los hongos son muy importantes desde el punto de vista ecológico ya que ellos sostienen papeles claves en la dinámica nutritiva, procesos de descomposición, potencial de uso, reciclaje de nutrientes, ciclos biogeoquímicos, salud de suelo,

mutualismos e interacciones de especies, así como en procesos de ecosistema totales. A pesar de su importancia funcional, muchas veces estos organismos son a menudo pasados por alto y excluidos de iniciativas de conservación (García Lemos y Bolaños Rojas 2010, Angelini et al. 2015).

La fructificación de los macrohongos en una determinada región geográfica, se verá influenciada por la elevación y la latitud, mientras que la temperatura y las precipitaciones siempre ejercerán efectos sobre estos (Lodge et al. 2004).

Los hongos formadores de carpóforos (macrohongos), se encuentran en dos de los principales grupos taxonómicos del Reino Fungi: Ascomycota y Basidiomycota (McKnight K. y McKnight V. 1987, Mata et al. 2003).

A la fecha, en nuestro país son pocos los estudios sobre macromycetes que se han realizado, cabe destacar los aportes importantes de Toledo 1977, Toledo y Escobar 1983, Olmedo 1988, Escobar y Orellana 1996, Díaz Hernández 1997, Juárez Batán y Rodríguez Santos 2003, Delgado García 2010, Toledo Ascencio, 2011 y Maekawa et al, 2013. De estos estudios únicamente el de Toledo y Escobar (1983), reportan la recolección de especies para algunos sitios de Chalatenango (La Palma, El Pital y Dulce Nombre de María). A pesar de que las investigaciones relacionadas a

estos organismos han sido escasas, a la fecha no se cuenta con una sistematización de todos los trabajos de investigación nacional sobre la biodiversidad de macrohongos de El Salvador.

El objetivo de este estudio es determinar la diversidad de macromycetes del Cerro La Palma, durante la época de transición seca-lluviosa, lluviosa y lluviosa-seca del año 2016, así como conocer los valores de ámbito altitudinal y los tipos de sustratos en los cuales estos desarrollan su ciclo de vida, y contribuir de esta manera al conocimiento de las especies de estos organismos para nuestro país.

### **Materiales y métodos.**

El Salvador está situado en la parte exterior del cinturón climático de los trópicos. Durante el año, los cambios en las temperaturas son pequeños, en contraste a las lluvias que muestran grandes oscilaciones en el transcurso del año. Se presentan dos épocas (seca y lluviosa) y dos transiciones (seca-lluviosa y lluviosa-seca) (SNET, 2015). El Cerro La Palma, se ubica en el municipio La Palma (Kilómetro 84 ½ de la carretera Troncal del Norte), en el departamento de Chalatenango, El Salvador (figura 1).

Para el proceso de trabajo de campo, el sitio de estudio se dividió en tres zonas de muestreo a diferentes valores de ámbito

altitudinal, de la siguiente manera: zona 1, de 1,000 a 1,200 msnm, zona 2 de 1,201 a 1400 msnm y zona 3 de 1,401 a 1,600 msnm. Se realizaron un total de 11 muestreos de campo entre los meses de junio y octubre de 2016, con un intervalo de 15 días entre cada muestreo. Para la recolección de muestras se utilizó el tipo de muestreo oportunista, ya que esta técnica permite realizar un muestreo exhaustivo de colecta de diferentes organismos, evitando dejar especies sin muestrear (Lodge et al. 2004, Mueller 2004, Halling 2005). Las unidades de muestreo naturales son apropiadas para las especies que fructifican sobre hojas, troncos, o conos, mientras que se requieren unidades de muestreo arbitrarias para descomponedores de basura o humus y para hongos micorrízicos (Mueller et al. 2007). La recolección se realizó en un solo sendero de aproximadamente 8 kilómetros de longitud, iniciando a 1,000 msnm y terminando en una altitud de 1,600 msnm. Se recolectaron todos aquellos carpóforos que se encontraban a 10 metros a la derecha y 10 metros a la izquierda del sendero trazado. Para la toma de los datos en campo, inherentes a cada especie encontrada, se hizo uso de una ficha matriz. La identificación de especies se realizó en el laboratorio de Micología de la Escuela de Biología de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad

de El Salvador, para ello se hizo uso de diferentes documentos de identificación de Géneros y Especies, tales como claves taxonómicas y bibliografía especializada, entre ellos: Claves para identificar algunos géneros de Basidiomycetes (Escobar 1974), Claves para identificar algunos géneros de Ascomycetes (Escobar 1976), Apuntes de Micología Básica (Escobar 1985), Hongos Agaricoideos de la Yungas Argentinas (Niveiro et al. 2014), Claves Taxonómicas en páginas web, además de diferentes glosarios ilustrados, libros y guías de campo tales como: Hongos de El Salvador (Maekawa et al. 2013), Macrohongos de Costa Rica Volumen I (Mata 2003) y Volumen II (Mata et al. 2003), Mushrooms Peterson Field Guides (McKnight y McKnight, 1987), Guía de Campo de los Hongos más vistosos de Chile (Furci George-Nascimento 2008) y Setas de Colombia (Franco-Molano et al, 2000).

Para la observación de esporas (forma y reacciones químicas), ascas, basidios, hifas (tipo, presencia/ausencia de septos), y otras estructuras (ornamentaciones), de importancia taxonómica como setas, cistidios, células en escoba, etc, se realizaron preparaciones al fresco del píleo, himenio y estípites, mediante cortes histológicos realizados a mano alzada haciendo uso de

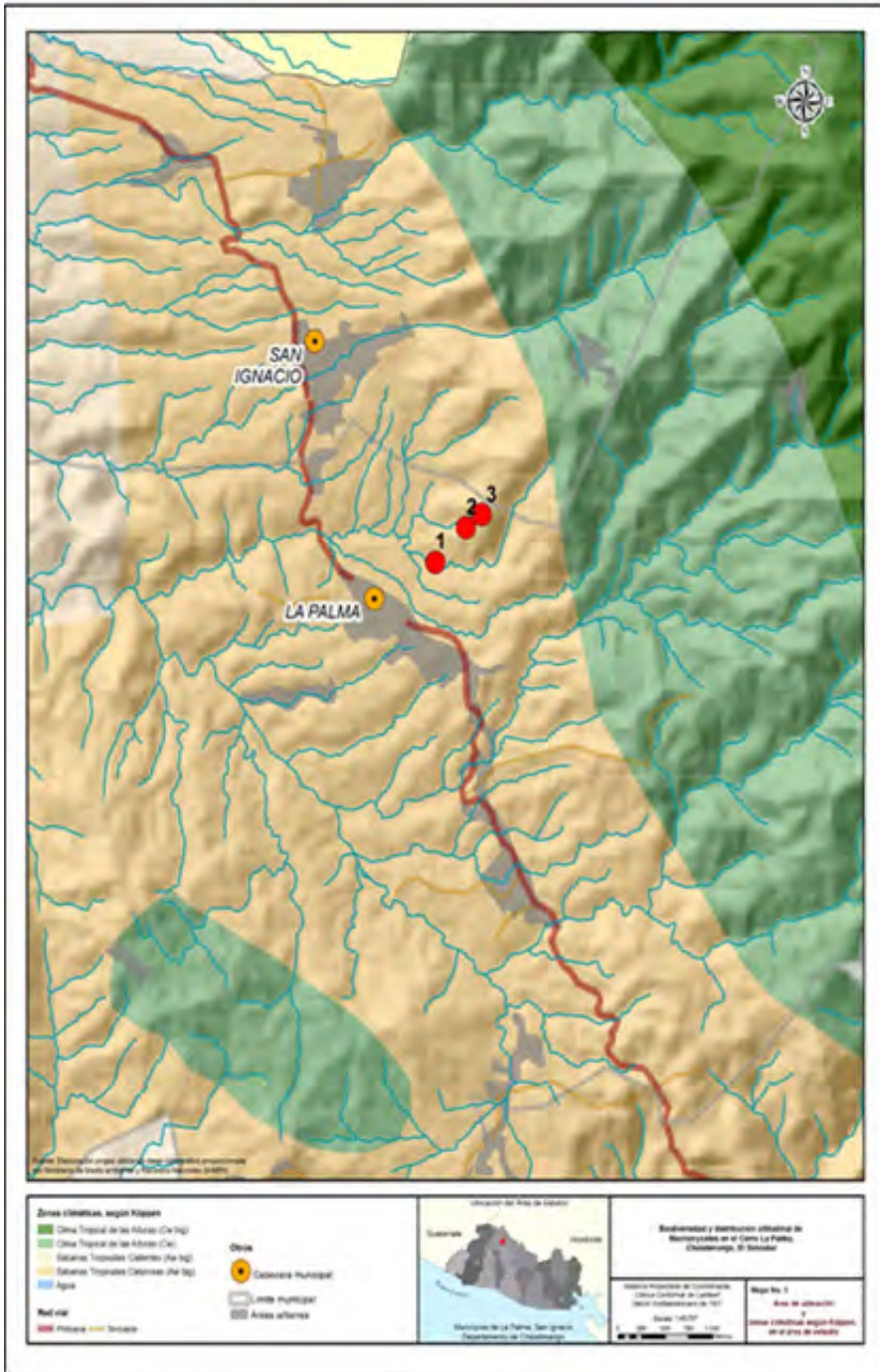


Figura 1. Ubicación geográfica del sitio de estudio

una lámina de afeitar, estos se montaron en portaobjetos de vidrio para ser visualizados en microscopio de campo claro, en aquellos que fue necesario se utilizaron diferentes reactivos y colorantes como:

azul de metileno, safranina al 1%, Lugol, Sulfato ferroso e Hidróxido de Potasio al 10% (KOH 10%). Para la observación de la forma y disposición de estructuras en el himenio de los macrohongos se utilizó un

estereoscopio. Tanto en la fase de campo como en la fase de laboratorio se hizo uso de una cámara marca Samsung para la toma y documentación mediante fotografías.

Todos los datos obtenidos fueron vaciados a una hoja de Excel, se realizó un análisis de la Densidad Relativa (D.R %) y la Frecuencia de Ocurrencia (F.O %) de acuerdo grupos taxonómicos identificados, para la interpretación de diversidad de especies en cada una de las tres zonas se aplicó el Índice de Diversidad de Shannon-Weiner e Índice de Diversidad de Simpson, y para datos de Equitatividad de utilizó el Índice de Margalef e Índice de Pielou,

para su respectivo cálculo se hizo uso del software estadístico Past 3.

## Resultados.

En relación a diversidad se registraron un total de 263 especies fúngicas y en relación a abundancia 9,722 cuerpos fructíferos; de los cuales 3,716 pertenecen a la División Ascomycota y 6,006 pertenecen a la División Basidiomycota.

En la tabla 1, se presenta la distribución de los Órdenes, Familias y Especies de cada una de las Divisiones reportadas en la presente investigación.

Tabla 1: Distribución de Órdenes, Familias y Especies en cada División.

División	Número de Órdenes	Número de Familias	Número de Géneros	Número de Especies	Número T.C.	D.R. %
Ascomycota	6	12	26	35	3716	38.23
Basidiomycota	20	52	128	228	6006	61.77
<b>TOTAL</b>	<b>26</b>	<b>64</b>	<b>154</b>	<b>263</b>	<b>9722</b>	<b>100.00</b>

\*T.C= Total de Carpóforos y D.R%= Densidad Relativa (%).

Para la División Ascomycota se identificaron organismos pertenecientes a dos grandes clases: Discomycetes y Pyrenomycetes; se reporta un total de 6 Órdenes: Geoglossales, Helotiales, Pezizales, Clavicipetales, Hypocreales y Xylariales, de estos el Orden Pezizales presenta 6 Familias, el Orden Helotiales agrupa dos Familias; y los órdenes Clavicipetales, Geoglossales, Hypocreales y Xylariales con 1 Familia cada uno. Por lo tanto dentro de la División Ascomycota se agrupan un total de 12

Familias. En esta División se registraron un total de 35 Especies distribuidas en 26 Géneros (Anexo A).

En la tabla 2, se presenta el número de Familias y su distribución en cada uno de los Órdenes identificados, estos a su vez se agrupan en las dos Clases identificadas, se incluye además el número total de ascocarpos (T.A.); que se agrupan en cada Orden y la Densidad Relativa correspondiente.

Tabla 2. Distribución de las Familias, Géneros y Especies en cada Orden de la División Ascomycota; Total de Ascocarpos (T.A) y Densidad Relativa (%) en el Cerro La Palma, Chalatenango (junio-octubre 2016).

División	Clase	Orden	Número de Familias	Número de Géneros	Número de Especies	T. A.	D.R. %
Ascomycota	Discomycetes	Geoglossales	1	1	1	3	0.03
		Helotiales	2	4	4	152	1.57
		Pezizales	6	14	17	2,875	29.57
	Pyrenomycetes	Clavicipetales	1	1	1	5	0.05
		Hypocreales	1	2	3	66	0.68
		Xylariales	1	4	9	615	6.33
<b>TOTAL</b>			<b>12</b>	<b>26</b>	<b>35</b>	<b>3,716</b>	<b>38.23</b>

En la figura 2, se puede apreciar la distribución de especies en cada uno de los órdenes de la división Ascomycota y en la figura 3 se presentan imágenes de los géneros más representativos reportados para esta división.

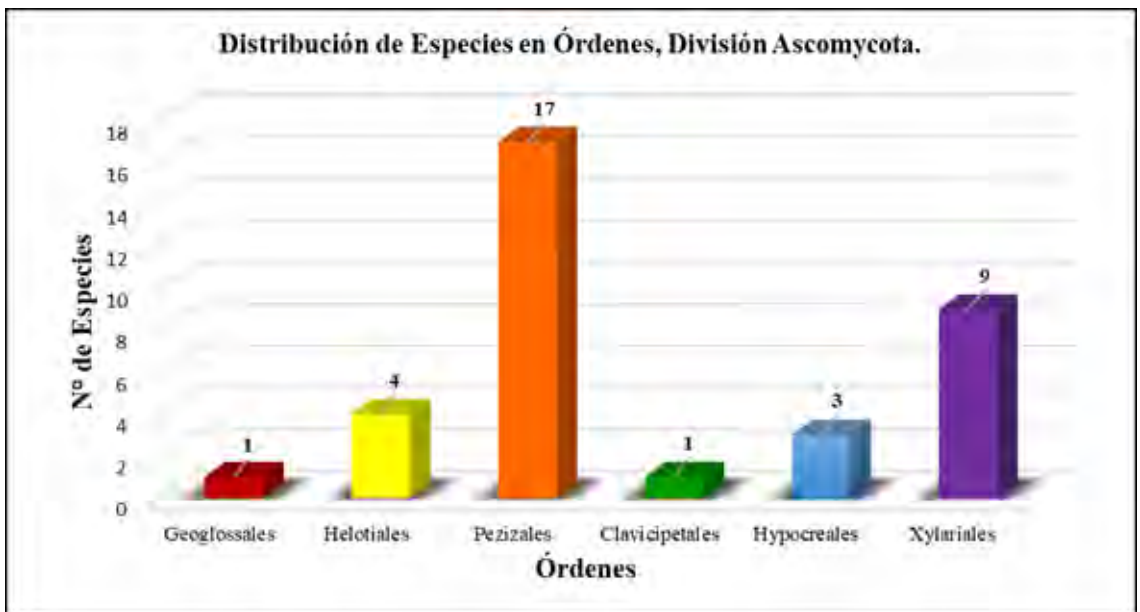


Figura 2. Número de Especies en los Órdenes pertenecientes a la División Ascomycota, en el Cerro La Palma, Chalatenango, El Salvador (junio-octubre 2016).



Para la división Basidiomycota se reportó un total de 228 especies, distribuidas en 128 géneros (Anexo B), todos ellos agrupados en dos grandes clases: Gasteromycetes e Hymenomycetes. Debido a estos datos obtenidos se puede evidenciar que esta, es la división que muestra una mayor diversidad en cuanto al número de especies identificadas. En la figura 4 y 5 se presentan algunos de los géneros más representativos

reportados para esta división.

En la Clase Hymenomycetes el orden Agaricales fue el más representativo ya que en este se identificaron un total de 117 especies, las cuales se distribuyen en 19 familias; en relación a abundancia fue el orden con mayor número de basidiocarpos contabilizados (2,178 basidiocarpos), y con una Densidad Relativa de 22.40%.



Figura 3. Organismos representativos de la división *Ascomycota*: a. *Trichoglossum cf. hirsutum*, b. *Bisporella sp.*, c. *Leotia lubrica*, d. *Helvella sp.*, e. *Scutellinia scutellata*, f. *Cordyceps cf. melolonthae*.



Figura 4. Organismos representativos de la división Basidiomycota, Clase Gasteromycetes: a. *Geastrum saccatum*, b. *Geastrum triplex*, c. *Lycoperdon cf. perlatum*, d. *Cyathus stercoreus*, e. *Mutinus sp.*, f. *Scleroderma sp.*



Figura 5. Organismos representativos de la división Basidiomycota, Clase Hymenomycetes: a. *Entoloma* sp, b. *Coprinus micaceus*, c. *Amanita* cf. *gemmata*, d. *Agaricus* cf. *campestris*, e. *Auricularia auricula-judae* f. *Boletus* sp.

En relación a la Clase Gasteromycetes, esta fue menos diversa ya que se registraron un total de 13 especies, las cuales se distribuyen en 5 Familias y 5 Órdenes, en relación a abundancia en esta división se contabilizaron un total de 849 basidiocarpos.

En la tabla 3, se presenta la distribución de los géneros y especies identificadas, en cada una de las familias, órdenes y clases de la División Basidiomycota, así mismo se presenta el Total de Basidiocarpos (T.B) y la Densidad Relativa para cada uno de los Órdenes.

Tabla 3. Distribución de las Familias, Géneros y Especies en cada Orden de la División Basidiomycota; Total de Basidiocarpos (T.B.) y Densidad Relativa (D.R. %) en el Cerro La Palma, Chalatenango, El Salvador (junio-octubre 2016).

División	Clase	Orden	Número de Familias	Número de Géneros	Número de Especies	T.B.	D.R. %
Basidiomycota	Gasteromycetes	Geastrales	1	1	4	87	0.89
		Lycoperdales	1	1	3	71	0.73
		Nidulariales	1	1	2	401	4.12
		Phallales	1	1	1	1	0.01
		Sclerodermatales	1	2	3	289	2.97
	<b>TOTAL</b>		<b>5</b>	<b>6</b>	<b>13</b>	<b>849</b>	<b>8.72</b>
	Hymenomycetes	Agaricales	19	57	117	2178	22.40
		Auriculariales	1	3	5	69	0.71
		Boletales	5	16	25	429	4.42
		Cantharellales	1	3	7	211	2.17
		Clavariales	2	4	5	126	1.30
		Dacrymycetales	1	2	3	145	1.49
		Gomphales	1	1	4	43	0.44
		Hydnales	1	2	2	43	0.44
		Hymenochaetales	2	6	7	356	3.66
		Polyporales	5	18	19	418	4.30
		Russulales	5	6	13	1048	10.78
		Sebacinales	1	1	1	25	0.26
		Stereopsidales	1	1	1	22	0.23
		Thelephorales	1	1	3	35	0.36
Tremellales	1	1	3	9	0.09		
<b>TOTAL</b>		<b>47</b>	<b>122</b>	<b>215</b>	<b>5,157</b>	<b>53.05</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>52</b>	<b>128</b>	<b>228</b>	<b>6,006</b>	<b>61.77</b>

En la Figura 6, se pueden apreciar los especies que se distribuyen en cada uno de órdenes de la División Basidiomycota. Estos. identificados así como el número total de

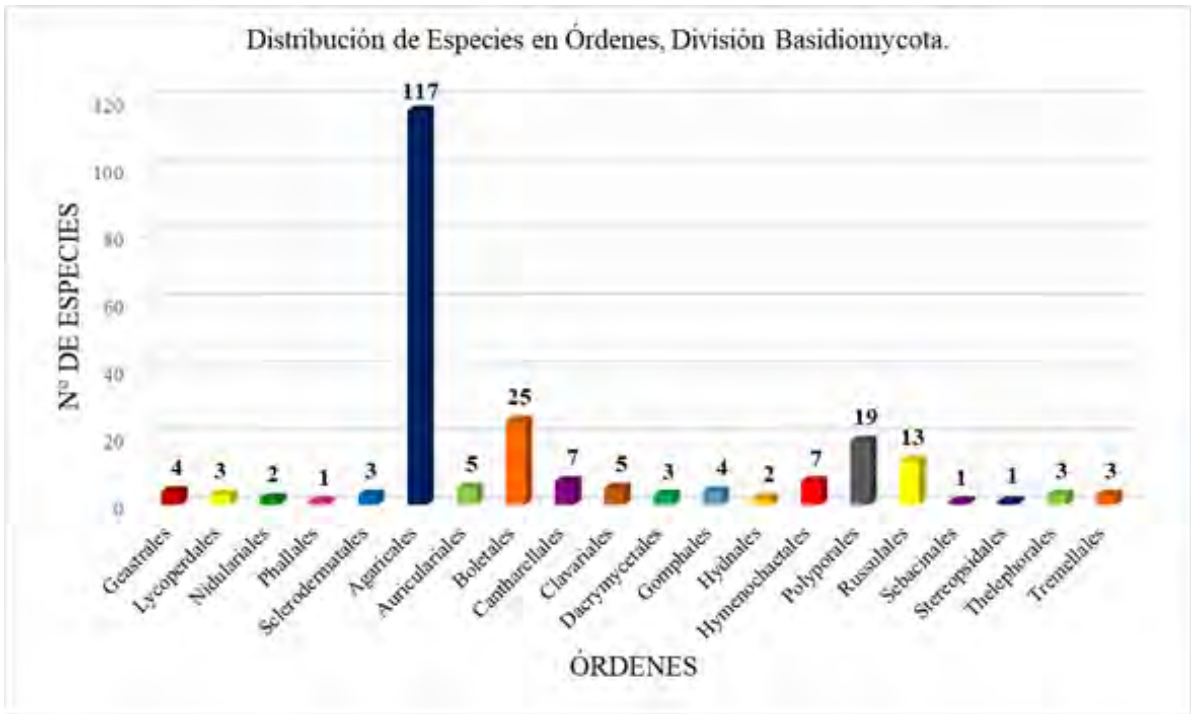


Figura 6. Órdenes correspondientes a la División Basidiomycota y el número de especies que se agrupan en cada uno de ellos. Cerro La Palma, Chalatenango, El Salvador (junio-octubre 2016).

En relación a la distribución en las tres zonas de estudio, de los carpóforos contabilizados, en la zona 1 se registró el mayor número de carpóforos (6,604), con una Densidad Relativa de 67.93%, para la zona 2 se reportaron 2,719 carpóforos, con una D.R de 27.97%, mientras que para la zona 3 se registraron un total 399 carpóforos y un valor de D.R de 4.10%. En el transcurso de la investigación durante cada una de las recolectas efectuadas se tomaron datos correspondientes al

tipo de hábitat en que se desarrolla cada especie de macromycetes; de esta forma se identificaron seis tipos diferentes de sustratos en los cuales los carpóforos estaban desarrollando su ciclo de vida. En la tabla 4, se muestran los tipos de sustratos identificados, así como la distribución total de las especies en cada uno de ellos y la Densidad Relativa correspondiente..

Tabla 4. Diferentes tipos de sustratos identificados, distribución de las especies en cada uno de ellos y la Densidad Relativa correspondiente. Cerro La Palma, Chalatenango, El Salvador (junio-octubre 2016).

<b>Tipo de Sustrato</b>	<b>Total de Especies</b>	<b>D.R%</b>
Madera	85	32.32
Estiércol	16	6.08
Mantillo	53	20.15
Tierra	107	40.68
Insecto	1	0.38
Hongo	1	0.38
<b>TOTAL</b>	<b>263</b>	<b>100.00</b>

El cálculo de Índices de Biodiversidad y de Equitatividad se realizó mediante el software estadístico Past3, los valores obtenidos para cada uno de los índices y planteados se muestran en la tabla 5.

Tabla 5. Número Total de Especies y de Carpóforos, con sus respectivos Índices de Biodiversidad y Equitatividad para cada una de las tres zonas muestreadas en el Cerro La Palma, Chalatenango, El Salvador (junio-octubre de 2016).

<b>Número total de:</b>	<b>zona 1</b>	<b>zona 2</b>	<b>zona 3</b>
Especies.	206	117	49
Carpóforos.	6604	2719	399
D''	0.97	0.92	0.95
H''	4.19	3.55	3.43
Margalef	23.31	14.67	8.02
J''	0.79	0.75	0.88

Índices de Biodiversidad: D'' = Índice de Biodiversidad de Simpson.

H'' = Índice de Biodiversidad de Shannon-Weiner.

Índices de Equitatividad: Índice de Equitatividad de Margalef.

J'' = Índice de Equitatividad de Pielou.

## Discusión.

Para la presente investigación y luego del análisis de los datos reportados, la División Basidiomycota fue la más diversa y abundante, se agrupan dentro de esta

un total de 228 Especies que constituyen el 86.69% de las especies reportadas, en relación a la abundancia para esta división se contabilizaron un total de 6,006 basidiocarpos, que constituyen el 61.78% de abundancia de cuerpos fructíferos; estos

resultados obtenidos concuerdan con los datos reportados por otros investigadores como Toledo y Escobar (1983), en su libro "Hongos Salvadoreños", quienes reportaron un total de 22 Familias, de las cuales 17 pertenecen a la División Basidiomycota; Olmedo (1988), reportó una baja representatividad de macromycetes de la división Ascomycota, Díaz Hernández (1997), reportó en su trabajo de grado en el Volcán de Conchagua, La Unión, un total de 107 Especies fúngicas, de estas 100 pertenecen a la División Basidiomycota, Juárez Batán y Rodríguez Santos (2003), en su trabajo de grado reportaron un total de 165 Especies de macromycetes de las cuales 155 pertenecen a la División Basidiomycota, Delgado García (2010), en su trabajo de grado en el Bosque Las Lajas del ANP Complejo San Marcelino Santa Ana-Sonsonate, reportó 49 Especies de las cuales 41 pertenecen a la División Basidiomycota. A nivel del trópico y en la misma línea de investigación, en Colombia, y considerando que utilizaron la misma metodología que la utilizada en la presente investigación, Vasco Palacios y Franco Molano (2013), elaboraron un listado de las especies de macromycetes de Colombia, en el que incluyen 1,239 Especies, de las cuales 1,058 pertenecen a la División Basidiomycota. Andrew et al (2013), en las

Montañas de Camerún reportaron un total de 177 Especies fúngicas de las cuales 163 pertenecen a la División Basidiomycota.

La división Ascomycota se reportó con menor abundancia y diversidad, se contabilizaron un total de 3,716 ascocarpos (38.22%) en términos de abundancia y 35 especies que representaron un 13.31%, del total de especies identificadas. Lo anterior concuerda con estudios previos tales como los realizados por Toledo & Escobar (1983), Olmedo (1988), Díaz Hernández (1997), Juárez Batán y Rodríguez Santos (2003), Delgado García (2010), Vasco Palacios y Franco Molano (2013) y Andrew et al (2013).

La división Basidiomycota fue la que presentó la mayor diversidad, dentro del Orden Agaricales el cual resultó ser el más diverso reportando para este, un total de 117 especies de un total de 263, este dato equivale al 41.06% de todas las especies identificadas en la presente investigación y en relación a la abundancia se reportó un total de 2,178 basidiocarpos (D.R % = 22.40%), estos datos concuerdan con los resultados con los obtenidos por Díaz Hernández (1997), quien también reportó al orden agaricales como el más abundante. En la misma línea de investigación en Colombia; García Lemos y Bolaños

Rojas (2010), registraron un total de 199 especímenes de los cuales el 49% pertenecen al Orden Agaricales.

En relación a las familias identificadas, dentro del orden Agaricales, se registró la Familia Agaricaceae, como la más diversa en relación al número de especies (23); sin embargo Andrew et al (2013), reportan en su investigación 87 especies pertenecientes a este orden, sin embargo en su estudio la familia Marasmiaceae fue la más abundante agrupando un total de 18 Especies, mientras que Díaz Hernández (1997) y Delgado García (2010), reportan a la Familia Tricholomataceae como la de mayor abundancia en sus respectivas investigaciones.

Para la División Ascomycota, se reportó a la clase Discomycetes como la más diversa ya que en esta se agrupan un total de 22 Especies, contrario a lo encontrado por Díaz Hernández (1997) y Delgado García (2010); quienes registraron a la Clase Pyrenomycetes como la más abundante y diversa.

De las tres zonas, en la número 1 (1,000 a 1,200 msnm), fue donde se registró la mayor diversidad y abundancia de carpóforos, se reportaron un total de 6,604 carpóforos, los cuales equivalen

a una D.R % de 67.93% y 206 Especies, de las cuales 135 se reportaron solo para esta zona. La abundancia y diversidad de cuerpos fructíferos reportados en esta zona concuerda con lo registrado por Andrew et al (2013).

### **Agradecimientos.**

Agradecimientos especiales a la Escuela de Biología por proporcionar los reactivos y colorantes utilizados para la identificación de especies y el préstamo de microscopio y estereoscopio para la fase de laboratorio, a Raquel Alvarado Larios por la elaboración del mapa del sitio de estudio y asimismo agradecer a los miembros revisores del presente manuscrito por su valioso aporte a la mejora del mismo.

### **Referencias bibliográficas.**

Aguirre Acosta C.E, Ulloa M, Aguilar S, Cifuentes J & Valenzuela R. 2012. Biodiversidad de hongos en México. Revista Mexicana de Biodiversidad. Suplemento 86. Pp. 76-81.

Allen M.F, Egerton-Warburton L, Treseder K.K, Cario C, Lindahl A, Lansing J, Querejeta J.I, Karen O, Harney S & Zink T. 2000. Biodiversity of Mycorrhizal Fungi in Southern California. Planning for Biodiversity: Bringing Research and



- Management Together, a Symposium for the California South Coast Ecoregion, February 29-March 2, 2000, California State Polytechnic University, Pomona, CA. Pp. 43-56.
- Andrew, E.E., Kinge T.R., Tabi E.E., Thiobal N. & Mih, A.M. 2013. Diversity and distribution of macrofungi (mushrooms) in the Mount Cameroon Region. *Journal of Ecology and the Natural Environment*. Volumen 5. Pp. 318-334
- Angelini P, Bistocchi G, Arcangeli A, Bricchi E & Venanzoni R. 2015. Diversity and Ecological Distribution of Macrofungi in a Site of Community Importance of Umbria (Central Italy). *The Open Ecology Journal*. Volumen 8. Pp. 1-8.
- Bolaños A.C & Soto Medina E. 2012. Macrohongos Comestibles y Medicinales Comunes en la Vegetación de la Universidad del Valle, Colombia. *Revista de Ciencias*. Volumen 15. Pp. 31-38.
- Delgado García S.V. 2010. Diversidad y abundancia de Macromicetos del Bosque las Lajas del área natural Complejo San Marcelino, Santa Ana Sonsonate, El Salvador. Universidad de El Salvador. Pp. 1-60.
- Díaz Hernández, O.E. 1997. Estudio de la distribución y la abundancia de Macromicetes en el volcán de Conchagua, departamento de La Unión. Trabajo de graduación de Licenciatura en Biología, Universidad de El Salvador. Pp. 1-174
- Escobar, G. 1974. Claves para Identificar algunos géneros de los Basidiomycetes.
- Escobar, G. 1976. Claves para Identificar algunos géneros de los Ascomycetes.
- Escobar, G. 1985. *Apuntes de Micología Básica*.
- Escobar, G. & Orellana. 1996. *Historia Natural y Ecología de El Salvador*, Tomo II. Ministerio de Educación de El Salvador. Xochimilco, D.F. Editorial Offset, S.A. de C.V.
- Franco Molano A.E, Aldana Gómez R, & Halling R.E. 2000. *Setas de Colombia (Agaricales, Boletales y otros hongos)*. 156 pp.
- Furci George-Nascimento, G.M. 2008. *Fungi Austral: Guía de los Hongos más vistosos de Chile*.
- García Lemos, A & Bolaños Rojas A.C. 2010. Macrohongos presentes en el bosque seco tropical de la región del Valle del Cauca, Colombia. *Revista de Ciencias*. Universidad del Valle. Volumen 14. Pp. 45-54.
- Halling R.E. 2005. Biodiversity of Fungi: Inventory and Monitoring Methods. *Economic Botany*. Volumen 59. Pp. 87-87.

- Juárez, M. & Rodríguez, R. 2003. Diversidad de Macrohongos del Parque Nacional Montecristo, Metapán. Departamento de Santa Ana. Trabajo de graduación de Licenciatura en Biología., Universidad de El Salvador.
- Lodge D.J. 1997. Factors related to diversity of decomposer fungi in tropical forests. *Biodiversity and Conservation* 6. Pp. 681–688.
- Lodge, D. Jean; Ammirati, Joseph F.; O’Dell, Thomas E.; Mueller & Gregory M. 2004. Collecting and describing macrofungi. *Biodiversity of fungi: inventory and monitoring methods*. Amsterdam: Elsevier Academic Press, 2004. Pp. 128-158.
- Maekawa N; Nagasawa E; Shirouzu T; Sotome K; Ushijima S; Parada Jaco R.Y. & Castillo B.C. Hongos de El Salvador, 2013. Fungus/Mushroom Resource and Research Center, Tottori University y Centro Nacional de Tecnología Agraria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova” CENTA.
- Mata Hidalgo, M. 2003. Macrohongos de Costa Rica Volumen 1. Instituto Nacional de Biodiversidad InBio. Segunda Edición. Pp. 1-256.
- Mata Hidalgo, M. Halling R & Mueller G.M. 2003. Macrohongos de Costa Rica. Volumen 2. Instituto Nacional de Biodiversidad InBio. Primera Edición. Pp. 1-240.
- McKnight K.H, & McKnight V.B. 1987. *Mushrooms North America*. Peterson Field Guides. New York. USA. Pp. 29-125.
- Montoya S, Gallego J.H, Sucerquia A, Peláez B.J, Betancourt O & Arias D.F. 2010. Macromicetos observados en bosques del Departamento de Caldas: su influencia en el equilibrio y la conservación de la biodiversidad. *Boletín Científico Museo de Historia Natural* ISSN 0123-3068. Pp. 57–73.
- Morales O, Bran M, Cáceres R & Flores R. 2002. Contribución al conocimiento de los hongos comestibles de Guatemala. Proyecto Hongos Comestibles de Guatemala, Diversidad, Cultivo y Nomenclatura Vernácula. Universidad de San Carlos de Guatemala. Pp. 1-19
- Mueller G.M, Bills G.F & Foster M.S. 2004. *Biodiversity of fungi: inventory and monitoring methods*. Elsevier Academic Press, London, Amsterdam.
- Mueller G.M, Schmit J.P, Leacock P.R, Buyck B, Cifuentes J, Desjardin D.E, Halling R.E, Hjortstam K, Iturriaga T & Larsson K.H. 2007. Global diversity and distribution of macrofungi. *Biodiversity*

and Conservation. Volumen 16. Pp. 37–48.

Niveiro, N. Zuliani, P., Ramírez, N.A., Popoff, O.F. & Albertó E.O. 2014. Hongos Agaricoideos de las Yungas Argentinas. Clave de Géneros. Lilloa, Volumen 51. Pp. 78-86.

Olmedo, E. 1988. Estudio de la composición y dinámica de dos comunidades fúngicas del Parque Nacional Walter Thilo Deininger. Trabajo de grado, Universidad de El Salvador.

Ortiz-Moreno M.L. 2010. Macromicetos en Zona Rural de Villavicencio. Orinoquia 14. Pp.-125–132.

Sistema Nacional de Estudios Territoriales SNET. 2015. Boletín Climatológico Anual 2015. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Pp. 1-16

Toledo Ascencio, J. D. 1977. Etnomicología en El Salvador. Editorial Universitaria. San Salvador, El Salvador. Pp. 1-32.

Toledo Ascencio, J.D. & Escobar G. 1983. Hongos Salvadoreños. Editorial Universitaria. San Salvador, El Salvador.

Toledo Ascencio, J. D. 2011. Inventario de Macrohongos Área Natural Protegida El Espino–Bosque Los Pericos - Parque del Bicentenario. Fundación Salvanatura, 2011. San Salvador, El Salvador. pp. 7-68.

U. Flores, A.A., Jr, Ma. Lourdes C. Alvarez M.A, Cortez, F.E., O. Perez, B., L. Sanico F., M. Somoray, M.J., G. Vicencio M.C, & R. Cui, K.M. 2014 Inventory and Utilization of Macrofungi Species for Food and Medicin. International Institute of Chemical, Biological & Environmental Engineering. Pp. 25-28

Vasco Palacios A.M. & Franco Molano A. E. 2013. Diversity of Colombia Macrofungi (Ascomycota-Basidiomycota). Mycotaxon. Pp. 1-5.

### **Anexo A: Listado de Géneros de la División Ascomycota.**

#### **Clase Discomycetes:**

Orden Geoglossales: *Trichoglossum* Boud. 1885,

Orden Helotiales *Ascocoryne* J.W. Groves & D.E. Wilson 1967, *Bisporella* Sacc. 1884, *Chlorociboria* Seaver 1936, *Leotia* Pers. 1797,

Orden Pezizales: *Ascobolus* Pers. ex J.F.

Gmel. 1792, *Saccobolus* Boud. 1869, *Helvella* L. 1753, *Peziza* L. 1753, *Plicaria* Fuckel 1870, *Aleuria* Fuckel 1870, *Anthracobia* Boud. 1885, *Cheilymenia* Boud. 1885, *Coprobria* Boud. 1885, *Pulvinula* Boud. 1885, *Pachyella* Boud. 1907, *Scutellinia* (Cooke) Lambotte 1887, *Plectania* Fuckel 1870, *Phillipsia* Kalchbr. & Cooke 1880,

**Clase Pirenomyces:**

Orden Clavicipetales: *Cordyceps* Fr. 1818,  
Orden Hypocreales: *Hypocrea* Fr. 1825,  
*Hypomyces* (Fr.) Tul. & C. Tul. 1860,

Orden Xylariales: *Daldinia* Ces. & De Not.  
1863, *Phylacia* Lév. 1845, *Poronia* Willd.  
1787 y *Xylaria* Hill ex Schrank 1789.

**Anexo B: Listado de Géneros de la División Basidiomycota.**

**Clase Gasteromycetes:**

Orden Geastrales: *Geastrum* Pers. 1794,  
Orden Lycoperdales: *Lycoperdon* P.  
Micheli 1729,  
Orden Nidulariales: *Cyathus* Haller 1768,  
Orden Phallales: *Mutinus* Fr. 1849,  
Orden Sclerodermatales: *Pisolithus* Alb. &  
Schwein. 1805, *Scleroderma* Pers. 1801.

1863, *Hydropus* Kühner ex Singer 1942,  
*Lactocollybia* Singer 1939, *Marasmius*  
Fr. 1836, *Nothopanus* Singer 1944,  
*Pleurocybella* Singer 1947, *Tetrapyrgos*  
E. Horak 1987, *Trogia* Fr. 1836, *Mycena*  
(Pers.) Roussel 1806, *Panellus* P. Karst.  
1879, *Xeromphalina* Kühner & Maire  
1934, *Armillaria* (Fr.) Staude 1857,  
*Cyptotrama* Singer 1960, *Flammulina*  
P. Karst. 1891, *Oudemansiella* Speg.  
1881, *Xerula* Maire 1933, *Hohenbuehelia*  
Schulzer 1866, *Pleurotus* (Fr.) P. Kumm.  
1871, *Chamaeota* (W.G. Sm.) Earle 1909,  
*Pluteus* Fr. 1836, *Volvariella* Speg. 1898,  
*Coprinellus* P. Karst. 1879, *Panaeolus* (Fr.)  
Quél. 1872, *Parasola* Redhead, Vilgalys &  
Hopple 2001, *Psathyrella* (Fr.) Quél. 1872,  
*Schizophyllum* Fr. 1815, *Agrocybe* Fayod  
1889, *Deconica* (W.G. Sm.) P. Karst. 1879,  
*Pholiota* (Fr.) P. Kumm. 1871, *Psilocybe*  
(Fr.) P. Kumm. 1871, *Stropharia* (Fr.) W.  
Saunders & W.G. Sm. 1870, *Clitocybe*  
(Fr.) Staude 1857, *Collybia* (Fr.) Staude  
1857, *Delicatula* Fayod 1889, *Lepista* (Fr.)  
W.G. Sm. 1870, *Omphalina* Quél. 1886,  
*Tricholoma* (Fr.) Staude 1857,

**Clase Hymenomycetes:**

Orden Agaricales: *Agaricus* L. 1753,  
*Chlorophyllum* Masee 1898, *Coprinopsis*  
P. Karst. 1881, *Coprinus* Pers. 1797,  
*Lepiota* P. Browne 1756, *Leucoagaricus*  
Locq. ex Singer 1948, *Leucocoprinus*  
Pat. 1888, *Macrolepiota* Singer 1948,  
*Pseudocoprinus* Kühner 1928, *Amanita*  
Dill. ex Boehm. 1760, *Copelandia* Bres.  
1912, *Panaeolina* Maire 1933, *Cortinarius*  
(Pers.) Gray 1821, *Crepidotus* (Fr.)  
Staude 1857, *Entoloma* P. Kumm. 1871,  
*Rhodocybe* Maire 1926, *Laccaria* Berk. &  
Broome 1883, *Hygrocybe* (Fr.) P. Kumm.  
1871, *Hygrophorus* Fr. 1836, *Hebeloma*  
(Fr.) P. Kumm. 1871, *Inocybe* (Fr.) Fr.

Orden Auriculariales: *Auricularia* Bull. 1780, *Exidia* Fr. 1822, *Exidiopsis* Vuill. 1890,

Orden Boletales: *Aureoboletus* Pouzar 1957, *Austroboletus* (Corner) Wolfe 1980, *Boletellus* Murrill 1909, *Boletinellus* Murrill 1909, *Boletochaete* Singer 1944, *Boletus* Tourn. 1694, *Fuscoboletinus* Pomerl. & A.H. Sm. 1962, *Phylloporus* Qué. 1888, *Retiboletus* Manfr. Binder & Bresinsky 2002, *Strobilomyces* Berk. 1851, *Suillus* P. Micheli 1729, *Tylopilus* P. Karst. 1881, *Gomphidius* Fr. 1836, *Gyroporus* Qué. 1886, *Paxillus* Fr. 1836, *Pseudomerulius* Jülich 1979,

Orden Cantharellales: *Cantharellus* Adans. ex Fr. 1821, *Craterellus* Pers. 1825, *Pseudocraterellus* Corner 1958,

Orden Clavariales: *Clavaria* P. Micheli 1729, *Clavulinopsis* Overeem 1923, *Ramariopsis* (Donk) Corner 1950, *Clavulina* J. Schröt. 1888,

Orden Dacrymycetales: *Calocera* (Fr.) Fr. 1828, *Dacryopinax* G.W. Martin 1948,

Orden Gomphales: *Ramaria* Holmsk. 1790,

Orden Hydnales: *Hydnum* L. 1753, *Sistotrema* Pers. 1794,

Orden Hymenochaetales: *Aurificaria* D.A. Reid 1963, *Coltricia* Gray 1821, *Hymenochaete* Lév. 1846, *Inonotus* P. Karst. 1879, *Phellinus* Qué. 1886, *Cotylidia* P. Karst. 1881,

Orden Polyporales: *Daedalea* Pers. 1801, *Fomitopsis* P. Karst. 1881, *Piptoporus* P. Karst. 1881, *Amauroderma* Murrill 1905, *Ganoderma* P. Karst. 1881, *Hydnopolyporus* D.A. Reid 1962, *Bjerkandera* P. Karst. 1879, *Cymatoderma* Jungh. 1840, *Phlebia* Fr. 1821, *Podoscypha* Pat. 1900, *Cerrena* Gray 1821, *Favolus* P. Beauv. 1805, *Hexagonia* Pollini 1816, *Lentinus* Fr. 1825, *Phaeolus* (Pat.) Pat. 1900, *Pycnoporus* P. Karst. 1881, *Polyporus* P. Micheli 1729, *Trametes* Fr. 1836,

Orden Russulales: *Albatrellus* Gray 1821, *Heterobasidion* Bref. 1888, *Laxitextum* Lentz 1956, *Lactarius* Pers. 1797, *Russula* Pers. 1796, *Stereum* Hill ex Pers. 1794,

Orden Sebaciniales: *Tremellodendron* G.F. Atk. 1902,

Orden Stereopsidales: *Stereopsis* D.A. Reid 1965,

Orden Thelephorales: *Thelephora* Ehrh. ex Willd. 1787,

Orden Tremellales: *Tremella* Dill. ex L. 1753,