

UNIVERSIDAD DE ELSALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA



TRABAJO DE GRADUACIÓN

DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE MACROMICETOS DEL BOSQUE LAS  
LAJAS DEL ÁREA NATURAL COMPLEJO SAN MARCELINO, SANTA ANA-  
SONSONATE, EL SALVADOR.

PRESENTADO POR:

SONIA VERONICA DELGADO GARCIA

PARA OPTAR AL GRADO DE:

LICENCIADA EN BIOLOGÍA

ASESOR:

MSc. RICARDO ENRIQUE MORALES HERNANDEZ

NOVIEMBRE DE 2010

SANTA ANA

EL SALVADOR

CENTRO AMERICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR



**RECTOR**

MASTER RUFINO QUEZADA SANCHEZ

**VICE-RECTOR ACADEMICO**

MASTER MIGUEL ANGEL PEREZ RAMOS

**VICE-RECTOR ADMINISTRATIVO**

MASTER OSCAR NOE NAVARRETE

**SECRETARIO GENERAL**

LICENCIADO DOUGLAS VLADIMIR ALFARO CHAVEZ

**FISCAL GENERAL**

DOCTOR MADECADEL PERLA JIMENEZ

SANTA ANA

EL SALVADOR

CENTRO AMERICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE



**DECANO**

LICENCIADO JORGE MAURICIO RIVERA

**VICE - DECANO**

MASTER ELADIO EFRAIN ZACARIAS ORTEZ

**SECRETARIO DE LA FACULTAD**

LICENCIADO VICTOR HUGO MERINO QUEZADA

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA**

MASTER RICARDO FIGUEROA CERNA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA



COORDINADOR DE PROCESOS DE GRADO  
M.Sc. RICARDO FIGUEROA CERNA

FIRMA: \_\_\_\_\_

ASESOR  
M.Sc. RICARDO ENRIQUE MORALES HERNANDEZ

FIRMA: \_\_\_\_\_

SANTA ANA NOVIEMBRE DE 2010

EL SALVADOR

CENTRO AMERICA

## **DEDICATORIA**

A **DIOS**, por su infinita misericordia quien ilumino mi camino para poder obtener este grado académico.

A mis padres **ROSA VILMA GARCIA Y MEDARDO DELGADO**, por su apoyo total en todo el proceso hasta culminar mis estudios.

A mis abuelos **CONCEPCION GARCIA Y JOSE CARLOS ORTIZ (Q.E.P.D)**, por su constante apoyo, bondad y cariño, para poder terminar mis estudios.

A mi hija **PAULA VANESSA**, por ser una de mis principales fuentes de motivación, que me ayudó a terminar con éxito este trabajo.

A mi tía **ANA LILIAN**, por su fe, apoyo, bondad y cariño que me ayudaron en la culminación de todo este proceso.

A la comunidad científica, amigas, amigos, compañeras y compañeros que de alguna u otra forma estuvieron inmersos e interesados, antes y durante el proceso de esta investigación.

## **AGRADECIMIENTOS**

**A DIOS TODO PODEROSO**, por darme la oportunidad de estudiar una ínfima parte de su vasta y bella creación y poner en mi camino a personas que me ayudaron a crecer académicamente.

**A MI ASESOR**, M.Sc. Ricardo Enrique Morales Hernández, por su ayuda, paciencia y valiosa asesoría, además de sus aportes bibliográficos y el tiempo dedicado en varios de los muestreos.

**A MI MAESTRA Y AMIGA**, M.Sc. Zoila Virginia Guerrero Mendoza, por guiarme de manera tan acertada y así poder terminar mi trabajo.

A Licda. Patricia Quintana por su valioso aporte bibliográfico, durante la realización de este trabajo.

A la Asociación Salvadoreña de Conservación del Medio Ambiente (ASACMA) y al equipo de guardarrecurso por su valiosa ayuda e interés, durante los muestreos.

A la **UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR** por haberme formado y darme un legado con el que puedo contribuir a la sociedad salvadoreña.

## INDICE

<u>CONTENIDO</u>	<u>PÁGINA</u>
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	i
<b>INDICE DE CUADROS</b> .....	iii
<b>RESUMEN</b> .....	iv
<b>1. INTRODUCCION</b> .....	1
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	2
2.1. Objetivo general: .....	2
2.2. Objetivos específicos: .....	2
<b>3. REVISION DE LITERATURA</b> .....	3
3.1. Antecedentes .....	3
3.2. Generalidades .....	9
3.3. Modo de reproducción. ....	12
3.4. Importancia de los hongos para la naturaleza y para el hombre .....	15
3.4.1. Importancia Ecológica .....	15
3.4.2. Importancia medicinal.....	16
3.4.4. Macrohongos tóxicos y alucinógenos .....	18
3.4.5. Macrohongos usados en actividades religiosas por culturas antiguas de nuestro continente. ....	18
3.4.6. Macrohongos como propuesta alimentaria .....	19
<b>4. METODOLOGIA</b> .....	20
4.1. Descripción del área de estudio.....	20
4.1.1. Sistema de Áreas Naturales Protegidas .....	20
4.1.2 Biosfera Apaneca-Ilamatepec .....	20
4.1.3 Ubicación geográfica del Complejo San Marcelino .....	21

4.1.4	Clima .....	23
4.1.5	Topografía .....	24
4.1.6	Suelo.....	24
4.1.7	Hidrología .....	24
4.1.8	Flora .....	25
4.1.9	Bosque Las Lajas .....	26
4.1.9.1	Áreas críticas.....	27
4.1.9.2.	Actividades Antropogénicas .....	27
4.1.9.3	Introducción de viviendas .....	27
4.1.9.4.	Extracción de recursos .....	28
4.1.9.5.	Incendios forestales.....	28
4.1.9.6.	Lotificaciones.....	28
4.1.9.7.	Desechos sólidos y otras fuentes de contaminación .....	29
4.2.	Fase de campo .....	29
4.2.1.	Determinación de las zonas de muestreo (diagnóstico) .....	29
4.2.2.	Tipo de estudio.....	29
4.2.3.	Técnica de muestreo.....	30
4.2.4.	Descripción de las dos zonas de muestreo .....	30
4.2.4.1.	Ruta PI “Monte bello”.....	30
4.2.4.2.	Ruta PIII “Las tumbas” .....	30
4.2.5.	Colecta y transporte de especímenes.....	30
4.3.	Fase de laboratorio .....	31
4.3.1.	Descripción de características externas.....	31
4.3.2.	Identificación de los macromicetos con ayuda de Claves Taxonómicas.....	33
4.3.3.	Preservación de macromicetos .....	33
4.4.	Operacionalización de las Variables .....	34
4.4.1.	Análisis cuantitativo.....	34



4.4.2. Índice de diversidad de Simpson .....	34
4.4.3. Índice de diversidad de Shannon- Wiener .....	35
<b>5. RESULTADOS.....</b>	<b>36</b>
5.1. Descripción de los resultados.....	36
5.1.1. Representación en figuras de los resultados obtenidos. ....	38
5.1.2. Cuadros de los resultados obtenidos. ....	45
<b>6. DISCUSION .....</b>	<b>49</b>
<b>7. CONCLUSIONES.....</b>	<b>52</b>
<b>8. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>54</b>
<b>9. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>56</b>
<b>10. PAGINAS WEB CONSULTADAS .....</b>	<b>60</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>61</b>

## INDICE DE FIGURAS

<b><u>FIGURA</u></b>	<b><u>PÁGINA</u></b>
1. Formas de cuerpos fructíferos de Ascomycetes.....	11
2. Formas de cuerpos fructíferos que se observan en Basidiomycetes. ....	12
3. Representación típica del ciclo de vida de un Agarical. ....	13
4. Familias taxonómicas de los Sub-phylum Ascomycotina y Basidiomycotina, encontradas en las dos zonas del bosque “Las Lajas” del complejo San Marcelino, Santa Ana-Sonsonate, Junio-Octubre de 2009.....	38
5. Total de Carpóforos, de los Sub-phylum Ascomycotina y Basidiomycotina, encontrados en las dos zonas de muestreo del bosque “Las Lajas”, del Complejo San Marcelino, Santa Ana-Sonsonate, Junio-Octubre 2009. ....	38
6. Cantidad de familias ubicadas en los tres diferentes ordenes taxonómicos, de la Sub-división Ascomycotina, encontradas en las dos zonas de muestreo del bosque “Las Lajas” del Complejo San Marcelino, Santa Ana-Sonsonate, Junio-Octubre de 2009. ....	39
7. Descripción del total de carpóforos (T.C), Densidad Relativa (D.R) y Frecuencia de Ocurrencia (F.O) de algunas especies del Sub-Phylum Ascomycotina encontradas en el muestreo en dos zonas del bosque “Las Lajas” del Complejo San Marcelino, Santa Ana-Sonsonate Junio-Octubre de 2009.....	39
8. Cantidad de familias taxonómicas, ubicadas en los ocho ordenes del Sub-Phylum Basidiomycotina, encontradas en las dos zonas de muestreo del Bosque “Las Lajas” del Complejo San Marcelino, Santa Ana-Sonsonate, Junio-Octubre de 2009.....	40
9. Descripción del total de carpóforos (T.C), Densidad Relativa (D.R) y Frecuencia de Ocurrencia (F.O) de algunas especies de la familia Tricholomataceae, del orden Agaricales encontradas en el muestreo en dos zonas del bosque “Las Lajas” del Complejo San Marcelino, Santa Ana-Sonsonate Junio-Octubre de 2009.....	40
10. Descripción del total de carpóforos (T.C), Densidad Relativa (D.R) y Frecuencia de Ocurrencia (F.O) de algunas especies de la familia Boletaceae, del orden Agaricales encontradas en el muestreo en dos zonas del bosque “Las Lajas” del Complejo San Marcelino, Santa Ana-Sonsonate Junio-Octubre de 2009. ....	41

11. Descripción del total de carpóforos (T.C), Densidad Relativa (D.R) y Frecuencia de Ocurrencia (F.O) de algunas especies de las familias Coprinaceae, Cortinariaceae y Pluteaceae, del orden Agaricales encontradas en el muestreo en dos zonas del bosque “Las Lajas” del Complejo San Marcelino, Santa Ana-Sonsonate Junio-Octubre de 2009. ....41
12. Descripción del total de carpóforos (T.C), Densidad Relativa (D.R) y Frecuencia de Ocurrencia (F.O) de algunas especies de las familias Russulaceae, Amanitaceae y Pterulaceae, del orden Agaricales encontradas en el muestreo en dos zonas del bosque “Las Lajas” del Complejo San Marcelino, Santa Ana-Sonsonate Junio-Octubre de 2009. ....42
13. Descripción del total de carpóforos (T.C), Densidad Relativa (D.R) y Frecuencia de Ocurrencia (F.O) de algunas especies de la familia Polyporaceae, del orden Aphyllophorales, encontradas en el muestreo en dos zonas del bosque “Las Lajas” del Complejo San Marcelino, Santa Ana-Sonsonate, Junio-Octubre de 2009.....42
14. Descripción del total de carpóforos (T.C), Densidad Relativa (D.R) y Frecuencia de Ocurrencia (F.O) de algunas especies de la familia Ganodermataceae, Schyzophyllaceae, Podoscyphaceae y Gyroporaceae, respectivamente; del orden Aphyllophorales, encontradas en el muestreo en dos zonas del bosque “Las Lajas” del Complejo San Marcelino, Santa Ana-Sonsonate, Junio-Octubre de 2009. ....43
15. Descripción del total de carpóforos (T.C), Densidad Relativa (D.R) y Frecuencia de Ocurrencia (F.O) de algunas especies de las familias Tremellaceae, Auriculariaceae y Dacryopynaceae, ubicadas en los ordenes Trmellales, Auriculariales y Dacrymycetales respectivamente; encontradas en el muestreo en dos zonas del bosque “Las Lajas” del Complejo San Marcelino, Santa Ana-Sonsonate Junio-Octubre de 2009.....43
16. Descripción del total de carpóforos (T.C), Densidad Relativa (D.R) y Frecuencia de Ocurrencia (F.O) de algunas especies de las familias Phallaceae y Nidulariaceae, ubicadas en los ordenes Phallales y Nidulariales, respectivamente; encontradas en el muestreo en dos zonas del bosque “Las Lajas” del Complejo San Marcelino, Santa Ana-Sonsonate Junio-Octubre de 2009.....44
17. Descripción del total de carpóforos (T.C), Densidad Relativa (D.R) y Frecuencia de Ocurrencia (F.O) de algunas especies de la familia Geastraceae, del orden Lycoperdales, encontradas en el muestreo en dos zonas del bosque “Las Lajas” del Complejo San Marcelino, Santa Ana-Sonsonate, Junio-Octubre de 2009. ....44

## INDICE DE CUADROS

<b><u>CUADRO</u></b>	<b><u>PÁGINA</u></b>
1. Sub-Phylum encontrados en las dos zonas de muestreo en el bosque “Las Lajas” del Complejo San Marcelino, Santa Ana-Sonsonate. ....	45
2. Número de Carpóforos, Número de especies y su Densidad Relativa de cada uno de los Sub-Phylum encontrados en las dos zonas de muestreo del bosque “Las Lajas” del Complejo San Marcelino, Santa Ana-Sonsonate. ....	45
3. Clases taxonómicas, encontradas en las dos zonas de muestreo, en el bosque “Las Lajas” del Complejo San Marcelino, Santa Ana-Sonsonate. ....	45
4. Número de Carpóforos, Número de especies y Densidad Relativa, de las clases taxonómicas de macromicetos, encontradas en las dos zonas muestreo en el bosque “Las Lajas” del Complejo San Marcelino, Santa Ana-Sonsonate. ....	45
5. Ordenes taxonómicos encontrados, en las dos zonas de muestreo en el bosque “Las Lajas” del Complejo San Marcelino, Santa Ana-Sonsonate. ....	46
6. Número de Carpóforos, Número de especies y Densidad Relativa de los Ordenes taxonómicos encontrados en las dos zonas de muestreo del Bosque “Las Lajas” del Complejo San Marcelino, Santa Ana-Sonsonate. ....	46
7. Ubicación taxonómica de las especies de Macrohongos del Sub-phylum Ascomycotina, encontradas en el muestreo en dos zonas del Bosque “Las Lajas” del complejo San Marcelino, Santa Ana-Sonsonate, Junio-Octubre de 2009. ....	47
8. Ubicación taxonómica de las especies de Macrohongos del Sub-Phylum Basidiomycotina encontradas en los muestreos realizados en dos zonas del Bosque “Las Lajas” del complejo San Marcelino, Santa Ana-Sonsonate, Junio-Octubre de 2009. ....	48

## RESUMEN

Se realizó un estudio para conocer la Diversidad y Abundancia de macromicetos en el Área Natural Protegida; Complejo San Marcelino Santa Ana-Sonsonate, durante los meses de Junio a Octubre del año 2009.

En este estudio se muestreó un total de 1892 cuerpos fructíferos, pertenecientes a 49 especies, 8 de la Sub-phylum Ascomicotyna y 41 de la Sub-phylum Basidiomicotyna. Se realizó un análisis de diversidad por medio de los Índices de Simpson y Shannon para conocer la diversidad de las zonas de muestreo, las características que difieren entre una zona y otra es la altura, humedad, temperatura y en cierta parte la vegetación, la ruta con mayor altura es la ruta PI “monte Bello” que además registró la mayor abundancia de macromicetos, pues todos los ordenes taxonómicos encontrados, se reportan para esta ruta, dicha ruta cuenta con una plantación de Pinos y cafetales, la ruta PIII “Las Tumbas” cuenta con menor altura y la típica Vegetación Cerrada, principalmente siempre verde, Tropical Umbrófila submontana”, no todos los ordenes taxonómicos se registraron en esta zona.

Los ordenes que registraron mayor cantidad de carpóforos fueron Agaricales con 673 carpóforos y Aphyllophorales con 374 carpóforos.

Aunque ambas zonas son diferentes, cuentan con diversidad de macromicetos en diversos hábitats y hábitos, la mayoría de macromicetos encontrados son descomponedores de la madera, como *Pleurotus ostreatus*, seguidos por los que se encuentran en el suelo, como muchas especies del género *Marasmius* y una muy pequeña cantidad se encontraron en insectos o larvas de insectos como el caso de las especies *Cordiceps melolanthae* y *Cordiceps militaris*.

## 1. INTRODUCCION

El reino de los hongos está formado por una infinidad de interesantes organismos con distintos tamaños, formas y colores. Se encuentran en casi todos los ecosistemas del planeta e intervienen en nuestra vida diaria de muy diversas maneras, ya que pueden ser utilizados como alimento, para obtener medicamentos, para preparar insecticidas y algunos provocan enfermedades en algunas plantas, animales y personas, (Tovar Velasco *et. al.* 2006).

Debido a la importancia que presentan los hongos, en esta investigación se ha trabajado con el objetivo de determinar la diversidad y la abundancia de macrohongos de dos zonas del bosque Las Lajas del Complejo San Marcelino Santa Ana - Sonsonate, durante los meses de Junio a Octubre, de la época lluviosa del año 2009. Se realizó una serie de muestreos por medio de transeptos a “campo traviesa”, en dos zonas seleccionadas.

También se identificó al menos hasta género, las especies muestreadas, este proceso se realizó con la ayuda de claves taxonómicas, guías de campo, diccionarios ilustrados, entre otros, además se determinó el hábitat y hábito de las especies muestreadas.

Cuantitativamente se obtuvo la Frecuencia Relativa (F.R) y Densidad Relativa (D.R %), de las especies muestreadas, así como también se realizó la comparación de Diversidad y Abundancia de ambas zonas muestreadas, por medio de los índices de Shannon-Wiener y Simpson, respectivamente.

Cualitativamente, se finalizó esta investigación, describiendo y analizando los resultados, en la que se utilizó la técnica de la observación directa y documental; para lo que se recurrió a la utilización de instrumentos de recolección de datos, con sus respectivas guías de observación.

Los resultados obtenidos son un valioso aporte al conocimiento de macromicetos, de esta Área Natural Protegida y a la comunidad científica interesada en estas especies; no solo de El Salvador, sino también de Latinoamérica.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general:**

- Determinar la diversidad y la abundancia de macromicetos de dos zonas del Bosque Las Lajas en el Complejo San Marcelino, Santa Ana – Sonsonate, durante la época lluviosa del año 2009.

### **2.2. Objetivos específicos:**

- Identificar por medio del uso de claves taxonómicas, al menos hasta género los macromicetos encontrados en los diferentes hábitats de las zonas de muestreo.
- Identificar el hábitat de cada especie encontrada de acuerdo al método por transeptos.
- Calcular el índice de abundancia relativa (D.R.) y frecuencia de ocurrencia (F.O.) de las especies encontradas en las dos zonas de muestreo
- Calcular la diversidad de la población fúngica de las dos zonas de muestreadas utilizando los índices de diversidad de Simpson y de Shannon – Wiener.

### 3. REVISION DE LITERATURA

#### 3.1. Antecedentes

##### 1983

Toledo & Escobar, publicaron un libro, titulado “Hongos Salvadoreños” producto de un estudio fue realizado en las épocas lluviosas de los años 1973 a 1976 los lugares que visitaron fueron los siguientes: La Palma y El Pital de Chalatenango, volcán de San Vicente, volcán de Santa Ana, Monte Cristo, Cerro verde, Cerro de Apaneca, San Diego La Libertad, Dulce nombre de María de Usulután.

Los datos que presentaron son los siguientes: de la subdivisión Basidiomycotyna 17 familias entre ellas; Amanitaceae, Boletaceae, Coprinaceae, Hygrophoraceae, Russulaceae, Tricholomataceae, Polyporaceae, Geastraceae, Nidulareaceae y Geastraceae, de estas familias sobresalen los siguientes géneros: *Amanita sp*, *Boletus sp*, *Coprinus sp*, *Hygrophorus chlorophanus*, *Hygrophorus miniatus*, *Russula emetica*, *Lactarius indigo*, *Laccaria lacata*, *Coriolus versicolor*, *Geastrum sp*, *Lycoperdon sp*, *Cyathus striatus*.

En la misma publicación de la subdivisión Ascomycotyna encontraron 5 familias: Clavicipetaceae, Nectriaceae, Helotiaceae, Sarcocyphaceae y Humariaceae; de estas familias sobresalen las siguientes especies: *Cordiceps militaris*, *Hypomyces lactifluorum*, *Chlorociboria aeruginosa*, *Philipsia sp* y *Scutellina scutellata*.

##### 1988

Olmedo, E. en su trabajo de grado, realizado en el Parque Nacional Walter Thilo Deininger en el departamento de La Libertad, encontró un total de 79 especies fúngicas de las cuales describe las siguientes especies mas abundantes: de la subdivisión Ascomycotina; los géneros *Heleococum sp*, *Dermea sp*. y la especie *Phylasia poculiformis*. De la subdivisión Basidiomycotyna las especies mas abundantes fueron; *Crucibulum laeve*, *Cyathus striatus*, *Marasmius rotula*, *Trametes cubensis* y *Auricularia polytricha*.



**1989**

Quintana Flores & Reyes Amaya, realizaron su trabajo de grado sobre el mejoramiento del cultivo del Macrohongos comestible; *Pleurotus sajor-caju* utilizando diferentes desechos agroindustriales. En el que observaron que esta especie puede ser perfectamente cultivada bajo condiciones climáticas existentes en nuestro país, comprobaron que la producción más alta la obtuvieron al mezclar los siguientes sustratos: Bagacillo de Caña de azúcar al 75% con pulpa de café al 25%, durante el proceso de cultivo observaron otros Macrohongos competidores estos fueron; *Coprinus sp* y *Trichoderma sp*.

**1996**

El Ministerio de Educación de El Salvador, publica la obra, Historia Natural y Ecología de El Salvador en dos tomos; en el segundo tomo Escobar & Orellana, describen las características generales de los hongos, historia, usos y problemas asociados a los hongos, así como, Etnomicología de los hongos de nuestros pueblos indígenas. Principalmente se describe el uso ritual del género Amanita, y el “tenquique” (*Pseudofistulina radicata*) como hongo comestible y apetecido por los campesinos de zonas cafetaleras, y que lo podemos encontrar asociado al árbol de “guachipilin” (*Diphysa robinoides*)

**1997**

Díaz Hernández, realizó su trabajo de grado, en el volcán de Conchagua departamento de La Unión, en donde registró un total de 107 especies fúngicas, pertenecientes a las subdivisiones Ascomycotina representada por 7 especies entre estas: *Xylaria hypoxylon*, y *Lycoperdon sp*, en cuanto a la subdivisión Basidiomycotina reportó 100 especies, que comprenden a los hongos conocidos comúnmente como Macrohongos, entre estos; *Agaricus silvicola*, *Lepiota sp*, *Leucocoprinus sp*, *Amanita tuza*, *Inocybe fastigiata*, *Hygrophorus miniatus*, *Schysophyllum comune*, *Marasmius*

*plicatulus*, *Pleurotus hirtus*, *Cantharellus cibarius*, *Ganoderma applanatum* y *Ramaria sp.*

En este trabajo encontraron un total de 2270 cuerpos fructíferos, correspondiendo 348 al primer grupo y 1922 al segundo grupo. En este trabajo también reportó 24 especies comestibles como: *Agaricus campestris*, *Amanita tuza*, *Schizophyllum comune* y *Auricularia delicata*. Reportó también 3 especies alucinógenas, de los cuales menciona a los géneros *Panaeolus* y *Conocybe*. Sostiene También que los hongos destructores de la madera fueron los mas abundantes con 23 especies entre ellas *Ganoderma sessile* y *Coriolus versicolor*. También reportaron hongos de acuerdo a su utilidad como diversos y que además fueron los mas abundantes entre estas especies mencionan a: *Xylaria hipoxylon*, *Trogia sp* y *Mycena sp.*

## 2002

Delgado García & Bermúdez Iglesias, realizaron un estudio en el Parque Nacional Walter Thilo Deininger como miembros de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación, cuyo resumen fue publicado en su respectivo libro. En dicho estudio se describen los siguientes resultados: 26 géneros, 21 de los cuales corresponden a la subdivisión Basidiomycotina entre estos: *Cyathus striatus*, *Lepiota sp*, *Gestrum triplex*, *Ganoderma aplanatum*, *Marasmius* y *Dyctiophora indusiata*. 5 géneros de la subdivisión Ascomycotina entre ellas: *Xylaria sp*, *Hypoxylon sp* y *Daldinia concentrica*.

## 2003

Juárez Batán & Rodríguez Santos, realizaron su trabajo de grado, en el Parque Nacional Montecristo, Departamento de Santa Ana, encontraron 8293 cuerpos fructíferos, correspondientes a 165 especies, de las cuales 10 pertenecen a la subdivisión Ascomycotina entre ellas: *Helvella macropus*, *Otidea onotica*, *Pustularia catinus*, *Phylacia poculiformis*, *Xylaria cocophora*, y *Xylaria scruposa*. 155 especies pertenecientes a la subdivisión Basidiomycotina; entre ellas: *Geastrum saccatum*, *Calvatia cyathiformis*, *Lycoperdum perlatum*, *Calostoma cinnabarina*, *Agaricus sp*,

*Lepiota sp, Amanita sp, Pholiota sp, Boletus sp, ramaria sp, Ganoderma aplanatum, Coltricia sp, Lactarius sindigo, Panellus sp, Marasmius sp y oudemansiella canarii.*

También reportaron las siguientes especies comestibles: *Lactarius deliciosus, Cantharellus odoratus, Coprinus disseminatus, Lycoperdum perlatum, Pleurotus djamor, Pseudofistulina radicata, Pseudohydnum gelatinosum, Tremella fuciformis, Clavulinopsis fusiformis, Hygrocybe miniata, Lacatarius indigo, Russula xerampelina Kuehneromyces mutabilis y Strobilurus esculentus.* Reportaron también 4 especies tóxicas: *Daedalea sp., Hygrocybe conica, Ganoderma lucidum y Mycena pura.*

En este mismo año; la Universidad de El Salvador en colaboración con la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo y la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, realizaron un Diagnóstico de la Diversidad Biológica de El Salvador, en donde reportan 282 entre géneros y especies de macromicetos en El Salvador, muchas de estas se encuentran clasificadas solamente hasta género.

De acuerdo a este diagnostico, el mayor porcentaje de macromicetos estudiados en nuestro país, se ha registrado para el área de la Planicie Costera, seguido por la Cadena Volcánica Reciente y en tercer lugar la Cadena Volcánica Antigua. Flores & Handal (2003).

En este trabajo se cree que el área natural protegida donde se registra el mayor porcentaje de macromicetos, para el país es en Conchagua con un 40%, seguido del Parque Nacional Deininger con un 30%, de las especies conocidas para El Salvador. En nuestro país, el departamento que registra la mayor cantidad de macromicetos es La Unión, con un 34% de las especies conocidas y el departamento de La Libertad con un 26%. El resto de los departamentos se cita entre el 13% y 4%. En algunos departamentos como Cabañas, Cuscatlan, La Paz, San Miguel, Usulután y Morazán no se ha realizado ningún estudio que documente las especies de macromicetos de esas localidades.

Este diagnostico describe el número de macromicetos por Departamento en el siguiente cuadro:

Departamento	Numero de Especies de hongos	Especies de Importancia potencial	Especies Importancia económica
Ahuachapán	12	11	1
Santa Ana	37	37	-
Sonsonate	8	6	-
Chalatenango	17	17	-
La Libertad	79	77	2
San Vicente	7	7	-
La Unión	107	107	-
San Salvador	39	39	-

Fuente: Flores & Handal (2003).

En este mismo diagnostico se presenta un cuadro con la distribución de macromicetos por zonas administrativas:

	Zona Occidental	Zona Central	Zona Paracentral	Zona Oriental
Numero de especies	56	13	10	115

Fuente: Flores & Handal (2003).

En este diagnostico se presenta un cuadro con los géneros de macromicetos y su respectiva ubicación taxonómica, en resumen es de la siguiente manera, de la subdivisión Ascomycotina; 2 clases Discomycetes y Pyrenomycetes, 4 ordenes Helotiales, Pezizales, Sphaeriales, y Clavicipitales, 6 familias; Helotiaceae, Sarcocyphaceae, Otideaceae, Morchellaceae, Xylareaceae y Clavicipitaceae. De estas familias se mencionan algunos géneros tales como: *Helotium citrinum*, *Chlorociboria aeruginosa*, *Phillipsia dominguensis*, *Xylaria hypoxilon*, *Cookeina sulcipes*, *Daldinia concentrica*, *Phylasia poculiformes* y *Cordiceps militaris*.

En cuanto a la subdivisión Basidiomycotina reporta 2 clases; Gasteromycetes e Hymenomycetes, 11 ordenes; Phallales, Lycoperdales, Tulostomatales, Sclerodermatales, Agaricales, Aphylllophorales, Auriculariales, Leotiales, Cortinariales,

Russulales y Dacrymycetales, familias; Hysterangiaceae, Pisolitaceae, Phallaceae, Calostomataceae, Lycoperdaceae, Sclerodermataceae, Nidulareaceae, Agaricaceae, Amanitaceae, Boletaceae, Bolbitiaceae, Coprinaceae, Strophariaceae, Crepidotaceae, Entolomataceae, Gomphidiaceae, Hygrophoraceae, Schizophyllaceae, Tricholomataceae, Pleurotaceae, Clavariaceae, Ganodermataceae, Gomphaceae, Hymenochaetaceae, entre otras.

Entre las especies que reportan podemos mencionar las siguientes: *Pisolithus arrhizus*, *Dyctiophora indusiata*, *Geastrum triplex*, *Calostoma cinnabarinum*, *Lepiota carneifolia*, *Amanita muscaria*, *Coprinus disseminatus*, *Higrophorus chlorophanus*, *higrophorus niveus*, *Marasmius corrugatus*, *Marasmius rotula*, *Pleurotus ostreatus*, *Clavaria vermicularis*, *Ganoderma applanatum*, *Ramaria aurea*, *Russula stricta*, *Coriolus versicolor*, *Auricularia delicada*, *Lactarius indigo* y *Calocera cornea*, entre otras. Flores & Handal (2003).

## 2009

En este año se desarrollo el proyecto regional “*Desarrollando conocimientos y compartiendo tecnología para la gestión de la biodiversidad en Centro América*”, teniendo entre sus actividades la ejecución de experiencias conjuntas de recolecta e identificación florística en El Salvador, participando en esta investigación entidades como; Museo de Historia Natural de El Salvador (MUHNES), Unidad Central de la Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria de Occidente de la Universidad de El Salvador y El Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio) de Costa Rica.

En este trabajo se reporta la primera parte de los hongos poliporoides que fueron recolectados entre el 2006 al 2007 en varias áreas protegidas de los departamentos de Morazán, La Unión y Santa Ana. Un total de 29 especies fueron identificadas. Las especies examinadas pertenecen a las familias Coriolaceae (*Corioloopsis byrsina*, *C. floccosa*, *C. polyzona*, *Datronia coperata*, *Earliella scabrosa*, *Fomitopsis feei*, *Gloeophyllum striatum*, *Hexagonia glaber*, *H.hydnoides*, *H papyracea*,

*Nigroporus vinosus*, *Pycnoporus sanguineus*, *Rigidoporus lineatus*, *Trametes elegans*, *T. maxima*, *T. membranacea*, *T. versicolor*, *T. villosa*, *Trichaptum bifforme*, *T. byssogenum* y *T. sector*), Ganodermataceae (*Ganoderma applantum*, *G. lucidum* y *Humphreya coffeatum*), Polyporaceae ( *Polyporus dictyopus*, *P. tenuiculus* y *P. tricholoma* ) e Hymenochaetaceae ( *Coltricia cinnamomea* y *Phellinus gilvus*). Catorce de las especies listadas aquí parecen ser nuevos registros para el país.

## 2010

Delgado García, en su trabajo de grado, en el Área Natural Protegida Complejo San Marcelino, Santa Ana-Sonsonate. Identificó un total de 49 especies fúngicas de las cuales 8 pertenecen al Subphylum Ascomycotina, de este se muestrearon tres ordenes; Xylariales, Hypocreales y Pezizales y las familias Xylariaceae, Clavicipitaceae y Sarcoscyphaceae, respectivamente, entre las especies muestreadas se menciona a: *Xylaria polymorfa*, *Cordiceps melolanthae* y *Phillipsia domingensis* respectivamente. Del Subphylum Basidiomycotina se muestrearon 41 especies; y los siguientes ordenes: Agaricales, Lycoperdales, Gomphales, Phallales, Nidulariales, Aphyllophorales, Tremellales, Auriculariales, y Dacrymycetales. Los ordenes con mayor cantidad de géneros fueron Agaricales y Aphyllophorales.

En esta investigación se muestreó la especie *Myriostoma coliforme*, *Volvariella speciosa*, *Cortinarius iodes* y otras especies que posiblemente sean un nuevo registro para El Salvador.

## 3.2. Generalidades

Los hongos son organismos ampliamente distribuidos en todo el globo terráqueo, pertenecen al reino Fungi, y constituyen el grupo de organismos mas variables y poliformes entre los seres vivos, (Tovar Velasco *et. al.* 2006).

Según los mismos autores, se calcula que en el mundo deben existir al rededor de 1, 500,000 especies, de las cuales se han descubierto menos de la décima parte. Cada año se descubren al rededor de 500 especies nuevas para la ciencia. Esto ubica a los

hongos como el segundo grupo de organismos más diverso del mundo superado por los insectos (entre 2 y 100 millones).

Para De Diego Colonge (1990), los hongos han ejercido y ejercen una gran influencia en la vida del hombre desde los tiempos más remotos. Si bien es verdad que al principio fueron objeto de múltiples manifestaciones religiosas y consideradas como signos de un poder sobrenatural presente en nuestro mundo, posteriormente han sido ampliamente estudiados y lógicamente enmasillados dentro del reino con el que más afinidad presentaban: el vegetal.

De acuerdo a Mata *et. al* (2003), los hongos no son plantas ni animales, tienen suficientes características para ser ubicados en un reino especial llamado reino Fungi. No son autótrofos, puesto que no son capaces de sintetizar materiales orgánicos a partir del bióxido de carbono, iones minerales y agua, y aunque al igual que ellas sus células poseen pared, esta no presenta celulosa verdadera y usualmente presenta quitina. A pesar de ser heterótrofos como los animales, difieren de ellos porque no pueden ingerir sólidos, su nutrición la realizan por la absorción de materiales orgánicos e inorgánicos solubles en agua y que son digeridos mediante la acción de enzimas extracelulares.

Los mismos autores sostienen que, las células de los hongos pueden ser pequeñas y uninucleadas constituyendo un organismo como en el caso de las levaduras, o alargadas, bi- o multinucleadas y unidas en cadena formando una hifa, que es la unidad básica de la mayoría de los hongos. Una masa de hifas constituye el micelio o crecimiento vegetativo de un hongo. Cuando las condiciones ambientales son favorables, los hongos superiores producen los cuerpos fructíferos o carpóforos, en el que se forman las esporas producto de la reproducción sexual del hongo.

Los hongos poseen gran capacidad de adaptación y pueden desarrollarse sobre cualquier medio o superficie, tanto en los bosques como en las ciudades. Juegan un papel principalmente descomponedor, ya que transforman la materia orgánica en sustancia más simples y asimilables para otros seres vivos. También son importantes para la medicina, la industria y la alimentación. Aunque no se conoce con exactitud el número de especies de hongos, hasta ahora se han descrito aproximadamente 100.000

especies en todo el mundo. Sin embargo cuando se hayan estudiado bien los bosques tropicales esta cifra podría aumentar hasta 1.5 millones.

Sin embargo, De Diego Calonge (1990), los hongos poseen una serie de caracteres similares con los animales, que les permite mantener unas peculiaridades diferentes típicas entre ambos reinos, induciendo a un número cada vez mayor de autores a considerarlos como organismos pertenecientes a un reino independiente “Reino Fungi” o “Reino de los Hongos”, relacionado con los vegetales por su forma de vida y reproducción, y con los animales por su peculiar metabolismo con almacenamiento de glucógeno como sustancia de reserva.

Sin embargo para Mata *et. al* (2003) los macrohongos se pueden encontrar en dos de los principales grupos taxonómicos del Reino Fungi: Ascomycota y Basidiomycota. Ascomycota se caracteriza por tener cuerpos fructíferos de formas variadas: lobuladas, como copa, dedos, bolas. Figura 1.

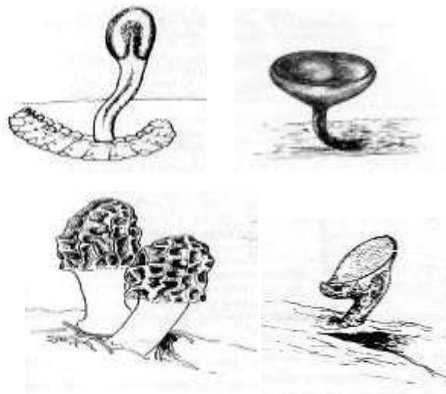


Figura 1. Diferentes formas de cuerpos fructíferos de Ascomycetes.  
Fuente. Mata (2003)

Además poseen ascos, que son unas estructuras microscópicas especializadas en forma de saco dentro de las cuales se forman las esporas y por eso reciben el nombre de ascosporas. Los cuerpos fructíferos de las macrohongos de Ascomycota puede tener algunos o todos estos rasgos: una sección superior, superficie fértil, contexto (relleno interno) y estípite. Muchas especies de Ascomycota producen enfermedades en plantas y animales.



Los macrohongos del grupo Basidiomycota pueden ser carnosos, gelatinosos o pulverulentos y tener forma de sombrilla, oreja, repisa, trompeta, coral. Figura 2.

Estos macrohongos poseen basidios, que son estructuras especializadas sobre las cuales se producen las esporas y reciben el nombre de basidios. El típico cuerpo fructífero de un macrohongo de Basidiomycota, consta de las siguientes partes; un píleo (sombrero), himenóforo (estructura que sostiene la capa fértil, ya sea lamelas, tubos, etc.), contexto y estípite ,esa característica les da el nombre de sésiles, como el caso de las llamadas “orejas de palo” que se adhieren lateralmente al sustrato; también están las conocidas como “ostras” que no tiene píleo ni estípite, y unos cuantos con características únicas o típicas de la familia, género o especie a la que pertenecen. El grupo Basidiomycota posee riqueza en diversidad de especies de macrohongos.

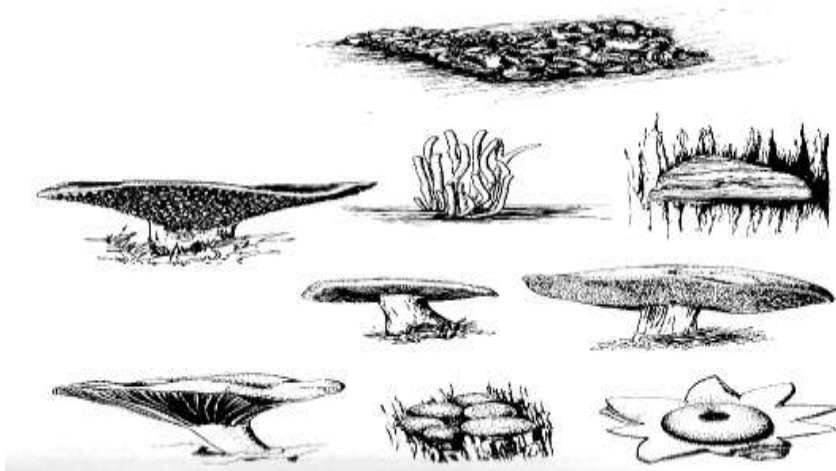


Figura 2. Diversidad de formas que se observan en Basidiomycetes.  
Fuente. Mata (2003)

### 3.3. Modo de reproducción.

La reproducción de los hongos ocurre de diversas maneras: asexualmente por fisión, por gemación o formando esporas; o sexualmente por mecanismos característicos de cada grupo. Las esporas suelen formarse en las hifas. Algunas de estas esporas son llevadas por el viento lo que le permite llegar a otras áreas, otras son llevadas por

insectos o animales. Las esporas de los hongos terrestres suelen ser células inmóviles que necesitan ser dispersadas. (Solomon *et al* 1987).

Para Mata *et. al* (2003) cuando las condiciones son las adecuadas, las esporas germinan y forman el micelio que es una masa que generalmente no se observa a simple vista y esta formado por filamentos microscópicos llamados hifas. La temperatura y la humedad son los factores climáticos más importantes para que las esporas germinen y formen los cuerpos fructíferos. La mayoría de macrohongos necesitan una humedad relativa del 70% y un intervalo de temperatura que va de 10 a 25 grados C, cabe mencionar que estos datos corresponden, a la fructificación de la mayoría de macrohongos, pues otro son capaces redesarrollarse en condiciones de temperatura y humedad extrema.

El ciclo de vida que con más frecuencia se cita en la literatura es la de un agarical, pues es el que mejor ilustra este proceso Figura 3.

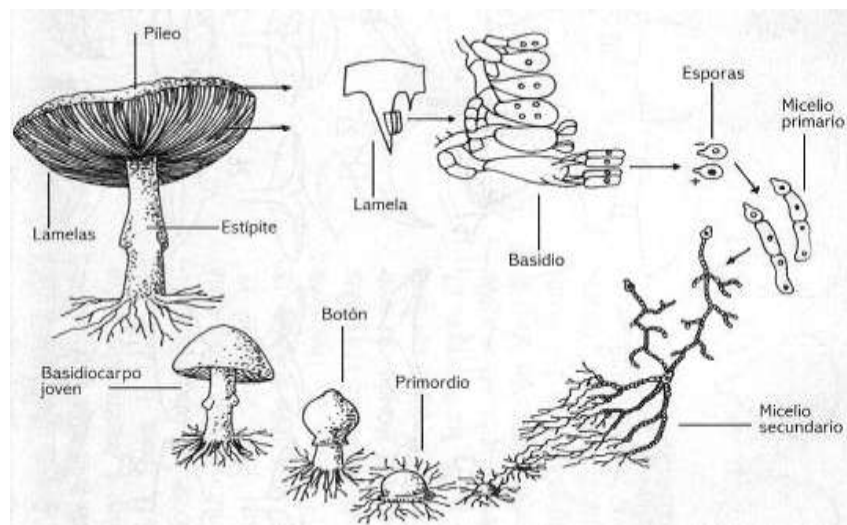


Figura 3. Representación típica del ciclo de vida de un Agarical.  
Fuente. Franco (2000)

La etapa mas temprana del desarrollo del cuerpo fructífero (conocida como primordio) esta envuelta por una membrana o velo universal que cubre totalmente el cuerpo fructífero, para protegerlo, conforme este crece; se rompe la membrana y forma escamas y la volva. El himenóforo o parte fértil también se encuentra cubierto por una membrana, llamada velo parcial, que se rompe y forma el anillo

Para la misma autora, otro de los grupo de macrohongos destacado y que han sido estudiados sobre todo en países como México y que juegan un importante papel en la religión de nuestras culturas autóctonas son los hongos alucinógenos, se cree que en nuestras tribus la mayoría de comunidades indígenas, hacia uso de este tipo de hongos como parte de los rituales.

Estos pueden provocar alucinaciones visuales, olfativas, auditivas de sabor, entre otras, debido a las sustancias que contienen, como por ejemplo psilocibina y psilocina. También se puede mencionar a los hongos tóxicos, que pueden causar trastornos gástricos (vómitos, diarreas, dolores abdominales), somnolencia, fiebre, taquicardia y en algunos casos la muerte cuando no hay atención medica de inmediato.

Entre las sustancias activas causantes de intoxicaciones se encuentran anatoxinas, cortinarinas, acido ibotenico y muscinol. Otro grupo de Macrohongos importante por su beneficio a la salud humana, son los medicinales Uno de ellos es *Penicillium notatum*, del cual se obtiene la Penicilina. También hay especies que poseen sustancias activas anticancerigenas y anti tumorales. En la actualidad se estudian muchos hongos como un esfuerzo por encontrar la cura para el SIDA. Es muy posible que en nuestros bosques se encuentren macrohongos medicinales. Se cuentan con datos de algunos macrohongos con propiedades cicatrizantes utilizadas, sobre todo en el campo como es el caso de *Geastrum sp.*

Para Mata *et. al* (2003) algunos microhongos, pueden causar enfermedades y en algunos casos la muerte de plantas y animales. Muchos cultivos de plantas de gran valor económico a veces son parasitados por ellos, lo cual genera enormes perdidas: es el caso de la roya del café (*hemileia vastatrix*) y el carbón (*Ustilago maydis*), que ataca el maíz. Otros atacan plantaciones de granos y otros cultivos, así como frutas almacenadas o empacadas. El macrohongo *Armillaria mellea* es un importante patógeno de árboles. Los insectos también pueden ser atacados por macrohongos y microhongos } parásitos y en muchos casos llegar a producirles la muerte. Muchas especies del genero *Cordyceps* infectan sobre todo larvas de mosca, mariposas, hormigas y abejones.

### **3.4. Importancia de los hongos para la naturaleza y para el hombre**

Para Tovar Velasco & Valenzuela Garza (2006), los hongos no solo son útiles, sino indispensables para muchos procesos. Estos organismos tienen una gran importancia ecológica, medicinal, económica, alimenticia, alucinógenas, venenosos, patógenos en el ser humano y aún religiosa.

#### **3.4.1. Importancia Ecológica**

Junto con las bacterias, los hongos desempeñan un papel fundamental en la naturaleza, ya que intervienen en la desintegración de la materia orgánica y son necesarios para el buen desarrollo de muchas plantas vasculares, ya sean herbáceas, arbustivas o arbóreas, silvestres o cultivadas, las cuales no prosperarían sin los hongos con los que forman una simbiosis.

Para Mata *et. al* (2003) los hongos juegan un papel importante dentro de sus hábitats naturales, ya que al ser organismos principalmente descomponedores y reciclar gran cantidad de desechos orgánicos pueden transformar la materia muerta, devolviendo al medio ambiente elementos y sustancias asimilables por otros seres vivos como plantas y animales, lo cual permite el flujo de energía y nutrientes a través de los ecosistemas naturales.

Los hongos forman asociaciones de beneficio mutuo (simbiosis) con varias plantas y animales. Por ejemplo, algunas entran en contacto con las raíces de algunas plantas formando micorrizas. Las algas forman un tipo diferente de asociación simbiótica con ciertas especies de hongos, lo que lleva a la producción de Líquenes que son organismos totalmente diferentes a las plantas y a los mismos hongos. Por otro lado ciertas hormigas cultivan el hongo que utilizan para su alimentación. Las hojas que transportan hasta sus hormigueros no son para alimentarse, sino para que el hongo se desarrolle.

### **3.4.2. Importancia medicinal**

Una gran cantidad de hongos han sido utilizados desde la antigüedad para curar diversas enfermedades; en la época actual, muchas de las sustancias que se obtienen de ellos sirven para salvar vidas, tanto del hombre como de animales y plantas.

En la actualidad se estudian muchos hongos como un esfuerzo por encontrar la cura para el SIDA. Es muy posible que en nuestros bosques se encuentren macrohongos medicinales. Se cuentan con datos de algunos macrohongos con propiedades cicatrizantes utilizadas, sobre todo en el campo como es el caso de *Geastrum sp.*

### **3.4.3. Importancia económica y alimenticia**

En la industria tienen un gran valor económico; se venden frescos, desecados y sobre todo enlatados. Se utilizan también en procesos industriales y para la obtención de productos como: alimentos, bebidas, y fármacos importantes, lo que representa una recuperación en la economía de muchos países. Constituyen también parte de la dieta del ser humano y de animales.

El exquisito sabor y delicadeza de los hongos son características que sumadas a su contenido nutricional hace de este grupo de organismos un complemento alimenticio ideal, pues se sabe que los hongos tienen magníficas propiedades, entre las cuales destaca que: no contienen grasas, presentan niveles bajos en calorías, tienen un alto contenido mineral, una gran cantidad de hongos contienen biomoléculas con poder curativo.

Por otro lado los hongos en general contienen: gran cantidad de carbohidratos que no son del tipo de los almidones, alto contenido de fibra dietética, gran cantidad de Quitina un polisacárido que puede absorber fácilmente las grasas en el tracto digestivo, las proteínas que poseen los nueve aminoácidos esenciales en la dieta para el ser humano y contienen vitaminas como la Tiamina (B1), Riboflavina (B2), Cianocobalamina o Hidroxicobalamina (B12), Ergosterol (D), Niacina, Biotina, Acido ascórbico (C), entre otros.

Los minerales, por lo general contienen importantes cantidades de Zinc, Cobre, Magnesio, Fósforo, Hierro, Potasio y Calcio.

Índice de Aminoácidos	Alimento
100	Carne de cerdo, pollo y vaca
99	Leche
98	HONGOS
91	Papas y frijol
88	Maíz
79	Maní o cacahuete

Fuente: Tovar Velasco & Valenzuela Garza (2006)

La fracción de lípidos en este tipo de hongos es poco significativa, sin embargo, hay que mencionar que los ácidos grasos, son predominantemente insaturados, de fácil digestión y de naturaleza hipolipidémica. Se han identificado numerosos componentes bioactivos presentes en los hongos, los cuales exhiben efectos: anticancerígenos, antitumorales, antivirales, antibacteriales, hipocolesterolémicos y hepatoprotectivos. Estos compuestos son carbohidratos de alto peso molecular llamados generalmente proteo B glucanos.

De esta manera, Tovar Velasco & Valenzuela Garza (2006) sostiene que algunos hongos refuerzan el sistema inmunitario y ayudan a combatir el cáncer, las infecciones y las enfermedades como la artritis reumatoide, y el lupus (padecimiento auto inmune). Además, tienen alto contenido de ácido glutámico (aminoácidos que entre otras funciones inmunitarias, ayuda a combatir las infecciones), así como, alto contenido de Potasio, que ayuda a reducir la presión arterial. Ejemplos: *Agaricus bisporus*, *Pleurotus ostreatus* y otros.

Se le ha encontrado Selenio, el cual ayuda a prevenir el cáncer de la próstata. Este compuesto interactúa con la vitamina E para neutralizar los radicales libres que dañan a las células. Las conocidas como “Setas”, son una buena fuente de proteínas, ya que contiene todos los aminoácidos esenciales, también presentan una cantidad moderada de carbohidratos, de los cuales el 47% es fibra dietética. Las grasas en este

tipo de hongos prácticamente no están presentes. También producen “Lovastanina”, un compuesto que sirve para tratar los altos niveles de colesterol en la sangre.

#### **3.4.4. Macrohongos tóxicos y alucinógenos**

Los hongos tóxicos pueden provocar trastornos gástricos (Vómitos, diarreas, dolores abdominales), somnolencia, fiebre, taquicardia y en algunos casos la muerte si la persona no es atendida rápidamente por un medico, según la especie que haya ingerido. Entre las sustancias activas causantes de intoxicaciones se encuentran amatoxinas, cortinarinas, acido iboténico y muscimol. Ejemplo; *Amanita muscaria* en bosques de pino, *Chlorophyllum molybdites* cerca de criaderos de ganado y en pastizales, y *Hygrophorus conicus* que crece en bosque de robles.

Los alucinógenos pueden provocar alucinaciones visuales, olfativas, auditivas de sabor, entre otras, debido a las sustancias que contienen, como por ejemplo psilocibina y psilocina. También se puede mencionar a los hongos tóxicos, que pueden causar trastornos gástricos (vómitos, diarreas, dolores abdominales), somnolencia, fiebre, taquicardia y en algunos casos la muerte cuando no hay atención medica de inmediato. Tovar Velasco & Valenzuela Garza (2006)

#### **3.4.5. Macrohongos usados en actividades religiosas por culturas antiguas de nuestro continente.**

Se han encontrado pruebas de que tanto la cultura Maya y Azteca como la cultura Náhuatl hacían uso de especies de hongos alucinógenos en sus rituales religiosos, a esto hongos ellos les llamaban “teonanacatl” o “carne de los dioses”. Estas pruebas fueron representadas por estas culturas en hongos tallados en piedra y grabados en códices de los aztecas (1,500 A.C al 900 D.C) dejando en evidencia la “micolatría” o adoración a los hongos que estas culturas tenían. Escobar, G. et al. (1996).

### **3.4.6. Macrohongos como propuesta alimentaria**

La diversidad de especies fúngicas en los bosques tropicales es grande, y entre esas especies muchas son de gran utilidad alimentaria, por tanto es un compromiso de la comunidad científica formar programas de cultivos de especies que serian buena fuente de alimento, tomando en cuenta su alto contenido de proteínas y minerales, esto seria de gran beneficio a las comunidades y a la evolución del consumo de estas especies.

#### **3.4.6.1 Diversidad y abundancia**

Uno de los problemas ambientales que han suscitado mayor interés mundial en esta década es la pérdida de la biodiversidad como consecuencia de actividades humanas, ya sea de manera directa (sobreexplotación) o indirecta (alteración del hábitat). La biodiversidad o diversidad biológica se define como “la variabilidad entre los organismos de todas las fuentes incluyendo, entre otros los organismos terrestres, marinos y de otros ecosistemas acuáticos, así como los complejos ecológicos de los que forman parte; esto incluye diversidad dentro de las especies, entre especies y de ecosistemas”(Moreno, 2001)

De acuerdo a Magurran, (1988) y citado por Moreno, (2001), medir la abundancia relativa de cada especie permite identificar aquellas especies que por su escasa representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales. Permite también identificar un cambio en la diversidad, ya sea en el número de especies o en la distribución de la abundancia de las especies y esto nos alerta acerca de procesos empobrecedores.



## **4. METODOLOGIA**

### **4.1. Descripción del área de estudio**

#### **4.1.1. Sistema de Áreas Naturales Protegidas**

Con la creación del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales en 1997, se formula y aprueba la Ley de Medio Ambiente, que entra en vigencia en 1998. Dicha Ley considera, en el Título IX, artículo 78, la creación del Sistema de Áreas Naturales Protegidas (SANP) e incluye aquellas establecidas legalmente con anterioridad y las que posteriormente se creasen. (Hernández, 2005)

De acuerdo con la Ley de Áreas Naturales Protegidas, el Sistema de Áreas Naturales Protegidas (SANP) esta constituido por áreas de propiedad del Estado, de propiedad municipal y de entidades autónomas (Anexo 1). Se incluyen también en el SANP las propiedades privadas de interés para la conservación, las cuales sus propietarios decidan incorporar voluntariamente. (Hernández, (2005)

#### **4.1.2 Biosfera Apaneca-Ilamatepec**

De acuerdo al Formulario Apaneca-Ilamatepec (2006), las Reservas de Biosfera son zonas de ecosistemas terrestres, costeros o marinos, o una combinación de éstos, que han sido reconocidas internacionalmente como tales en el marco del Programa sobre el Hombre y la Biosfera (MAB) de la UNESCO. Se les ha creado para promover y demostrar una relación equilibrada entre los seres humanos y la biosfera. Las Reservas de Biosfera son designadas por el Consejo Internacional de Coordinación del MAB a solicitud del Estado interesado. Cada Reserva de Biosfera permanece bajo la jurisdicción soberana del Estado en que está situada. Colectivamente, todas las Reservas de Biosfera constituyen una Red Mundial en la que los Estados participan voluntariamente.

El territorio de la Reserva de la Biosfera Apaneca- Ilamatepec (anexo 2) posee rasgos propios en los cuales se basa la diversidad de sistemas y formas de vida que coexisten en la zona, esta alberga especies importantes para la conservación mundial y también una alta biodiversidad. El área es de reciente formación; en términos geológicos. Esta reserva está dominada por una cordillera de volcanes, que ha dado lugar

a la formación de islas de hábitat de altura con interconexión ecológica entre ellas, esto ha permitido el desarrollo de poblaciones con características genéticamente únicas y es una de las zonas del país con mayor número de subespecies descritas o propuestas para El Salvador. (Gallo & Rodríguez. 2007).

La zona es escenario de diversidad de hábitat naturales: bosques y ecosistemas de altura, vegetación sobre lava, lavas desnudas y la laguna sulfurosa; así como hábitat perturbados: plantaciones forestales, cafetales, pastizales y otros cultivos. En ellos se desarrollan comunidades de plantas y animales únicos, la mayoría característicos de las tierras altas de la región norte de Centroamérica. En la Reserva de la Biosfera Apaneca – IImamatepec se conservan 12 especies de flora en peligro de extinción y 58 especies amenazadas. Entre esta vegetación destacan las gramíneas, agaves y cicutas. Los árboles de los bosques de altura, brindan sustento a una gran variedad de plantas epífitas, entre orquídeas, bromelias, aráceas, musgos, helechos y cactus, además de líquenes. (Gallo & Rodríguez. 2007).

La Reserva de la Biosfera Apaneca - IImamatepec cuenta con siete zonas núcleo, con diferentes objetivos de conservación, ecosistemas representados y extensiones. Una de esas zonas es el Complejo San Marcelino con 1,577 ha. Este año este complejo de ANP contará con una Plan de Manejo (en revisión) y su respectiva categoría de manejo. El Plan esta siendo elaborado por la ONG Asociación Salvadoreña para la Conservación del Medio Ambiente (ASACMA) que comaneja en coordinación con el Estado el área protegida, que la gestiona desde hace trece años a través de la implementación de proyectos de investigación, conservación y manejo del área protegida y sus zonas aledañas. (Gallo & Rodríguez. 2007)

#### **4.1.3 Ubicación geográfica del Complejo San Marcelino**

Según MARN/AECI-ASACMA. (2007) El Complejo San Marcelino (Anexo 3), con 1842 ha actualmente forma parte del Sistema de Áreas Naturales Protegidas de El Salvador (SANP). En el Proceso de la Reforma Agraria en el año 1980 el área se convierte en propiedad estatal la cual pasa a ser supervisada por Parques Nacionales y

Vida Silvestre “PANAVIS” en 1994 PANAVIS – ASACMA firman un convenio para diez años de custodio, administración y manejo del Área Natural Protegida “Complejo San Marcelino”.

El Complejo se encuentra en el occidente del país entre la línea limítrofe de los departamentos de Santa Ana y Sonsonate, con las coordenadas geográficas: N 13°49’ y W 89°89’ el Complejo San Marcelino se ubica al Oeste y al Sur las municipalidades de Izalco, Armenia, y al este las municipalidades de Santa Ana y el Congo. Se localiza políticamente entre los Municipios de El Congo (porciones La Presa), del departamento de Santa Ana y entre los municipios de Armenia e Izalco (porciones de San Isidro y Las Lajas), del departamento de Sonsonate.

El mismo se localiza a 30 km. al este de la capital y se llega por la carretera CA8 tomando la ruta del Cerro Verde en dirección Norte, 5km después de la ciudad de Armenia posee una extensión total de 1,842 has según el Informe Básico del Complejo

San Marcelino y de acuerdo a los planos topográficos del ISTA del año 1986 con 1,477 has. Hasta la fecha el ISTA le ha transferido al Estado Salvadoreño en forma legal un total de tres áreas del Complejo que corresponden a: 393.82 has. La zona limita al oeste con los macizos volcánicos del Cerro Verde y San Marcelino, al norte con la caldera de Coatepeque, y al sur con la cordillera del Bálsamo.

De acuerdo a la distribución territorial de los distintos sectores del Complejo San Marcelino, éstos están divididos en 5 porciones: el Cerro Chino; el Teshcal (Las Lajas, San Isidro y La Presa); el Bosque primario Las Lajas, en la cuenca del Lago de Coatepeque; y las dos porciones de bosque secundario de la Presa. Todas las porciones tienen las más variadas vías de acceso, tanto principal como interno.

Las tierras que integran el Complejo San Marcelino fueron desmembradas de tres grandes cooperativas de la reforma agraria: ATAIISI (San Isidro) 600 has, ACOPRA (Las Lajas), 761 HAS (La Presa) 1186 Has. Posee tres ecosistemas bien diferenciados: el primero, desarrollándose sobre una gran corriente de lava volcánica que baja desde el volcán San Marcelino o cerro chino, conocida en la zona como *Teshcal* (casa de piedra);

el segundo, es un bosque primario subperennifolio, poco perturbado, localizado en la cuenca del lago de Coatepeque, conocido como bosque Las Lajas; el tercero, es un bosque secundario conocido como bosque de La Presa.

De acuerdo a la distribución territorial de los distintos sectores del Complejo San Marcelino, éstos están divididos en 5 porciones: el Cerro Chino; el Teshcal (Las Lajas, San Isidro y La Presa); el Bosque primario Las Lajas, en la cuenca del Lago de Coatepeque; y las dos porciones de bosque secundario de la Presa. Todas las porciones tienen las más variadas vías de acceso, tanto principal como interno.

#### **4.1.4 Clima**

De acuerdo al Plan de Manejo de ASACMA (2007), el Complejo San Marcelino está ubicado en dos zonas climáticas, de acuerdo a las definiciones climáticas establecidas por Vladimir Copen y las observaciones de Sapper y Lauer, denominadas: Sabanas Tropicales Calientes o Tierra Caliente (Awa), entre 0 y 800 msnm y Sabanas Tropicales Calurosas o Tierras Templadas (Awb), entre 800 y 1200msnm.

Las temperaturas oscilan entre los 20 °C y 25 °C, durante los meses más frescos (diciembre y enero), y entre los 26 °C y 35 °C durante los meses más calurosos (marzo y abril).

La precipitación anual que se registra durante la época lluviosa, oscila entre los 1400mm y 2,134mm. La humedad relativa mínima, se registra en los meses de Enero y febrero, ambos de la estación seca y la máxima entre los meses de mayo a octubre, en la estación lluviosa; 77.8% es el valor promedio anual.

La velocidad del viento varía desde los 6 a los 15 km/h en el volcán San Marcelino, principalmente en horas de la tarde (de 4 a 6 pm).

El promedio anual de luz solar diaria en el complejo es de 8 horas-día. En los meses secos se tienen hasta 10 horas diarias de luz solar, en cambio en los meses lluviosos hasta 6 horas diarias. MARN/AECI-ASACMA. (2007)

#### **4.1.5 Topografía**

Esta Área presenta una topografía En el Sector que corresponde a los Cerros San Marcelino y El Chino, colindantes con el Cerro Verde, al igual que en el bosque Las Lajas, que forma parte de la cuenca del Lago de Coatepeque, con pendientes pronunciadas. En el Bosque Las Lajas, se encuentran áreas muy accidentadas de cerros, volcanes y acantilados que forman las paredes del lago de Coatepeque. Las pendientes por lo general son muy fuertes, entre el 25 y más del 100%, el material parenteral está formado por lava andesíticas-basáltica, poco meteorizada.

#### **4.1.6 Suelo**

Básicamente en el área natural protegida Complejo San Marcelino podemos encontrar tipos de suelos de acuerdo a su origen, así podemos ver:

Que en el complejo hay una composición edafológica que está constituida en un 75% por roca volcánica y un 25% son suelos de vocación forestal. (ASACMA 2007)

En los alrededores, el uso actual de la tierra está definido por cultivos perennes, especialmente café, plantaciones temporales, entre las cuales tenemos caña de azúcar, maíz y frijol.

El Bosque Las Lajas, se clasifica entre los Eritosoles (antes litosoles). El suelo superficial es franco y arenoso, de color café muy oscuro, débil estructura granulada. A profundidades de 10 a 35 cm., se encuentran gruesos estratos de materia orgánica como piedra y lava, dándose en algunos lugares afloramientos de material duros; El drenaje y la humedad son muy rápidos ya que el material rocoso tiene poca capacidad de retener agua; Las clases agrológicas: se clasifican en VIIES2 o VIIIES2.

#### **4.1.7 Hidrología**

La corriente de lava y el bosque de la Presa del complejo San Marcelino constituye una parte de la cuenca vertiente hidrológica del río sucio, la cual se integra a la más vasta red hidrográfica del país: la cuenca del río Lempa. En el caso del bosque Las Lajas, este se sitúa dentro de la cuenca del lago de Coatepeque.

Para el caso de los bosques Las Lajas y La Presa, dada la naturaleza de las Litologías (depósitos volcánicos gruesos no consolidados) en las zonas con inclinación

de moderada a fuerte, implica una buena porosidad, y una infiltración total de las aguas lluvias; en éstas incluso si hubiera una escorrentía considerable, las aguas se infiltrarían antes de alcanzar los cursos de agua. En cuanto a la humedad relativa anual se registra 60.0% durante el día y por la noche 77.8% la cual proporciona gran cantidad de rocío. La velocidad del viento varía desde los 6 a los 11km/h caracterizadas como brisas débiles. MARN/AECI-ASACMA. (2007)

#### **4.1.8 Flora**

El Complejo san Marcelino, es un área de nuestro territorio nacional que representa importancia debido a las características biofísicas, representativa de la vegetación. Tenemos entonces que para El sector del “Teshcal o Pedregal de San Isidro” ha sido Clasificado como: Zona con Vegetación Abierta, escasa sobre rocas volcánicas otro sector Considerados como un relicto de gran importancia es el bosque denso de 174.9515 ha con vegetación primaria que se ubica en la parte sur de la caldera Coatepeque conocido por El Bosque Las Lajas, los cuales contienen muchas especies que de acuerdo con la vegetación de estas dos zonas y la clasificación UNESCO se han clasificado como “ **I.A.1.b.** Vegetación cerrada, principalmente siempre verde, Tropical Umbrófila submontana” que se detalla a continuación:

#### **I. Vegetación Cerrada**

#### **A. Principalmente vegetación siempre verde**

#### **1. Tropical umbrófila**

#### **b. submontana (700 – 1200 msnm) \*altitudes acordadas a nivel regional.**

En el área se reportan un total de 249 especies de árboles a partir de las distintas verificaciones en el campo. Del resultado de esta demarcación, se contabilizaron un total de 959 individuos en 29 transeptos entre árboles y arbustos. (ASACMA 2007)

Siendo la zona con mayor número de individuos de árboles y arbustos La Presa; en principio esto puede derivarse que debido a la proximidad con los cafetales, el tipo de suelo, ha permitido un mayor desarrollo de la vegetación reportada, pero a pesar de

contar con el mayor número de individuos contabilizados, la cantidad de especies es menor con respecto al sector de Las Lajas quien reporta el mayor número de especies de árboles y arbustos.

De las tres zonas muestreadas para el plan de manejo, la que mayores condiciones para el desarrollo de la vegetación arbórea y arbustiva, se encuentra representada por el sector de Las Lajas, lo cual podría decirse se debe a las condiciones micro climáticas y factores de calidad del suelo, lo que ha permitido un mayor nivel de desarrollo de las mismas, pero aunque Las Lajas represente el mayor número de especies reportadas para los tres sectores, los parámetros de Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) y Altura, fueron mayores en el sector de La Presa, seguido por el sector de Las Lajas. El Bosque Las Lajas se podría clasificar también como “Prístino” debido a que la vegetación arbórea presenta características de bosque clímax por contar con muchas especies que han llegado a medir en sus troncos hasta los 3.5m de diámetro como el caso de los conacastes, ceibas, amates y algunos Shilos y flor de mayo. MARN/AECI-ASACMA. (2007)

#### **4.1.9 Bosque Las Lajas**

En el mismo Plan de Manejo del Complejo San Marcelino se sostiene que dentro del bosque los estratos vegetativos son marcados, cuatro niveles se definen en el bosque Las Lajas dos de estos formados por especies arbóreas las cuales compiten por la luz solar. El tercer nivel formado por los arbustos con alturas entre los cuatro a cinco metros y finalmente el estrato herbáceo.

La Presencia de luz ó ausencia de esta es el factor principal que determina la composición de los arbustos, en el bosque los dos bosques, en donde muchas de las especies enlistadas han logrado adaptarse a condiciones de oscuridad, superando y desarrollando la destreza de germinar en suelos saturados de materia orgánica y leña caída como en muchos de los lugares de estas formaciones, por otro lado muchos de los arbustos inventariados se encuentran en zonas abiertas donde por acciones directas del hombre ha ocurrido una regeneración espontánea y en aquellos lugares aledaños al bosque donde se encuentra vegetación de tipo secundario.

Dentro de esta categoría encontramos con más frecuencia las familias: Urticaceae, Euphorbiaceae, Piperaceae, Compositae y Myrtaceae que presentan especies propias y típicas de estas formaciones boscosas. Otro de los datos interesantes es que en el Bosque Las Lajas es el único lugar donde se ha identificado la mayor concentración de “cedro salvadoreño” *Cedrela salvadorensis* con alturas y diámetros en sus troncos a la altura de pecho muy por encima de los datos tomados de otros lugares con un DAP: 80cm a más de 100cm y de hasta 30 mts de altura.

#### **4.1.9.1 Áreas críticas**

De acuerdo MARN/AECI-ASACMA. (2007), el complejo San Marcelino presenta las siguientes áreas críticas:

#### **4.1.9.2. Actividades Antropogénicas**

En la zona la pinera, en el sector Sur del Bosque Las Lajas colindante con cafetales en el año 2001 se iniciaron nuevas siembras de café, la cual traerá a futuro más intervención por personas contratadas al mantenimiento de este cultivo.

#### **4.1.9.3 Introducción de viviendas**

Según informe del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales con fecha 30 de Mayo del 2001, en información proporcionada por la Cooperativa Las Lajas, en el área de afección directa existían 10 casas provisionales con una población de cuarenta habitantes sin embargo según dicho informe se calcula en riesgo a 124 familias con un total aproximado de 723 habitantes.

Dentro del Teshcal se observan grietas que han vuelto todavía más vulnerable el sector de lavas. Por tales efectos la alcaldía sugirió la reubicación de las familias afectadas y otras familias que han optado por ubicarse en terrenos del área natural de menos riesgos, esta acción indudablemente trae beneficio a los habitantes al estar lejos del peligro por probables deslaves y simultáneamente un beneficio al área protegida por recuperar parte de su terreno.



#### **4.1.9.4. Extracción de recursos**

Es común el saqueo de piedras volcánicas, leña, plantas, bejucos, orquídeas, fragmentos de plantas con potencial medico natural. En el sector Las Lajas, los lugareños que pescan han creado veredas para acortar el camino al lago, dentro del bosque se encuentra un lugar llamado “lumbricera” del cual extraen lombrices para la pesca. Otro tipo de extracción es la caza de animales como el venado, aves, conejos, cotuzas, garrobos, etc.

#### **4.1.9.5. Incendios forestales**

Otro de los daños principalmente ocasionados en la zona del Teshcal son los incendios de tipo forestal los cuales en muchas ocasiones han sido provocados por los mismos lugareños. El tipo de incendio en el área de las lavas es muy diferente a cualquier otro tipo de incendio debido a la composición edáfica del suelo y por ser rocas lavíticas, estas hacen posible la creación de múltiples y pequeñas galerías o cuevas por las cuales el fuego se desplaza debajo de la roca; estos incendios pueden durar hasta días dejando un daño muy marcado en las comunidades vegetales, afectando principalmente aquella que difícilmente se puede reproducir rápidamente como bromélias y orquídeas epifitas y terrestres. Por otro lado las grandes corrientes de viento y el material vegetal seco principalmente de gramíneas “zacate jarahua” hacen un ambiente propicio para crear posibles incendios entre los meses más secos del año. MARN/AECI-ASACMA. (2007)

#### **4.1.9.6. Lotificaciones**

En la zona del bosque Las Lajas los problemas tal vez sean menores pero las Lotificaciones para grandes residencias a orilla del Lago de Coatepeque continúan y a pesar que estas se encuentran fuera del área protegida este cambio de uso en la tierra a traído mas consecuencias ya que se talan árboles para evitar daños en dichas construcciones.

#### **4.1.9.7. Desechos sólidos y otras fuentes de contaminación**

Contaminación por desechos sólidos como bolsas plásticas, envolturas de alimentos, envases de bebidas y diversos tipos de latas se encuentran por las diferentes calles y accesos del complejo y aun dentro de accesos del bosque sin embargo esta actividad ha disminuido según algunas personas consultadas las cuales opinan que están siendo efectivas las acciones de educación ambiental y manejo de desechos sólidos que realiza ASACMA/FIAES desde el año 2000. MARN/AECI-ASACMA. (2007)

### **4.2. Fase de campo**

#### **4.2.1. Determinación de las zonas de muestreo (diagnóstico)**

Para seleccionar las zonas de muestreo, se realizaron cuatro visitas de reconocimiento al Área Natural Protegida, de esta manera se verificó que dichas zonas reúnen las condiciones para la aparición de macromicetos, durante la época lluviosa. Las zonas seleccionadas fueron la Ruta PI “Monte Bello” y Ruta PIII “Las Tumbas”, la Ruta PII fue descartada porque sus condiciones ambientales son hasta cierto punto adversas para la fructificación de la mayoría de especies fúngicas, pues esta ruta es una Colada Volcánica, con mucha exposición solar y por lo tanto, poca humedad.

#### **4.2.2. Tipo de estudio**

El estudio fue de tipo cuantitativo, porque se realizaron mediciones de variables por medio de índices, con un diseño de investigación no experimental de tipo transeccional; porque los datos fueron colectados en un solo momento, en un tiempo único y no se realizaron comparaciones entre época lluviosa y época seca, cualitativo; porque se realizó una descripción de las especies muestreadas, describiendo desde clase hasta género. El estudio se realizó únicamente durante la época lluviosa del año 2009.

### **4.2.3. Técnica de muestreo**

El muestreo se llevo a cabo por medio de transeptos en cada una de las áreas, caminando a una velocidad aproximada de 1 k/hr y abarcando alrededor de 2k en cada visita, deteniéndose cada vez que se observaba un espécimen o varios para realizar la colecta (Anexo 4). Los muestreos fueron apoyados por el equipo de guardarrecurso de ASACMA y por el docente investigador (Anexo 5)

### **4.2.4. Descripción de las dos zonas de muestreo**

#### **4.2.4.1. Ruta PI “Monte bello”**

La Ruta PI, se encuentra dentro del bosque Las Lajas, comprende una plantación de Pinos producto de una reforestación hecha en los años ochenta por una de las cooperativas, esta ruta colinda con una plantación de café de una finca de propiedad privada. La ruta mide aproximadamente un kilómetro y medio, la altura oscila entre los 700-1023 msnm, es una ruta con mucha pendiente. (Anexo 6)

#### **4.2.4.2. Ruta PIII “Las tumbas”**

La ruta PIII, también conocida como “Las Tumbas” por su cercanía con un cementerio. La ruta se encuentra dentro del bosque Las Lajas y mide aproximadamente un kilómetro y medio la altura oscila entre los 700- 900msnm. La vegetación es rica en diferentes especies desde hierbas hasta árboles muy altos. En esta ruta se pudo apreciar la vegetación y su respectiva clasificación; “Vegetación cerrada, principalmente siempre verde, Tropical Umbrófila submontana” (Anexo 7)

### **4.2.5. Colecta y transporte de especímenes**

La colecta y extracción de especímenes se realizó con la autorización respectiva otorgada por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales y la División de Patrimonio Natural. Se tomaron notas adecuadas de acuerdo a la ficha técnica de colecta de Macrohongos. (Anexo 8) Al coleccionar cada espécimen fue importante no dañar ninguna de sus estructuras y se tomaron en cuenta los siguientes aspectos.

- Si el hongo se encontró creciendo sobre el suelo se introdujo una espátula o cuchillo alrededor del estípite y se retiró con cuidado incluyendo parte del sustrato, el exceso de este se eliminó una vez se tuvo la muestra.
- Si el hongo se encontró sobre corteza se cortaron más pedazos del sustrato en el que se encontraron creciendo los basidiocarpos.
- En todos los casos se colectaron basidiocarpos y ascocarpos adultos y jóvenes.
- Una vez colectados los hongos se manipularon cuidadosamente y se introdujeron en bolsas de papel de empaque con sus respectivos datos de colecta.
- Para la anotación de los datos de colecta, se utilizó un cuaderno en donde se llevó el registro de cada hongo colectado. También se tomó el cuidado que la colecta tuviera un código que sirvió para llevar un registro y control.
- Las colecciones se trasladaron en una canasta, al lugar de trabajo para iniciar las descripciones macroscópicas lo más rápido posible y así evitar daños o cambios en las colecciones que pudieran interferir en la determinación de estas.

Las muestras colectadas fueron puestas en canastas, luego trasladadas al lugar donde se realizó la respectiva descripción de características externas.

### **4.3. Fase de laboratorio**

#### **4.3.1. Descripción de características externas**

Las observaciones se realizaron cuando las muestras se encontraban frescas. Esta se llevó a cabo en el siguiente orden:

##### **Píleo**

- **Tamaño.** El diámetro del píleo se midió con regla graduada en cm y mm. Se cortaron los basidiocarpos longitudinalmente para facilitar la medición y cuando la muestra estaba formada por más de dos basidiocarpos se estableció un rango entre el más pequeño y el más grande.
- **Forma.** Se observó fácilmente en una sección longitudinal considerando basidiocarpos jóvenes y maduros.

- **Color.** Se tomó en cuenta el color del centro y del margen, considerando basidiocarpos jóvenes y maduros, ya que este puede cambiar con la edad. También se describió algún cambio de color cuando los basidiocarpos fueron cortados o manipulados.
- **Superficie.** Se observó el aspecto y ornamentación de la superficie, esto fue de suma importancia puesto que las superficies pueden cambiar con la edad o las condiciones ambientales.
- **Margen.** Se tomó en cuenta el aspecto del margen pues este puede variar dependiendo del grado de madurez.
- **Contexto.** Este se observó realizando un corte transversal y se tomó en cuenta el color y los cambios de éste al exponerse o manipularse el grosor se midió con una regla graduada en cm y mm. Tomando en cuenta características como presencia ausencia de látex

### **Himenóforo**

- **Tubos.** Se realizaron cortes longitudinales para observar las características de los tubos para poder anotar la longitud, forma y unión de estos al estípite, color y cambios en caso de que ocurrieran en el caso de la presencia de poros se tomó en cuenta la forma, color y cantidad por mm.
- **Lamelas.** Las características de las lamelas son varias las que se observaron; entre estas: Unión al estípite, color y cambios de color cuando ocurrieran, espaciamiento, margen, presencia o ausencia de lamélulas.

### **Estípite**

- **Tamaño.** La obtención del tamaño del estípite se realizó tomando la longitud desde la base hasta el ápice. También se observó la posición del estípite con respecto al píleo.

- **Color.** Para la anotación de esta característica se tomo en cuenta si el basidiocarpos se encontraba joven o adulto. También se tomó en cuenta la forma del estípite y se realizó la anotación respectiva.
- **Superficie.** Las mismas características que se tomaron en cuenta para el píleo se tomaron en cuenta para el estípite.
- **Forma de unión al sustrato.** Se tomo en cuenta la presencia de micelio basal, rizomorfos o rizoides en ambos casos también se tomó en cuenta la abundancia y el color de estos.

### **Anillo**

El anillo es un remanente del velo parcial que cubre y protege el himenóforo de algunos Agaricales y Boletales, en los estadios tempranos del desarrollo. Su presencia se diagnostica desde el punto de vista taxonómico, se tomaron en cuenta los siguientes aspectos: posición, adherencia, textura, color y persistencia.

### **Volva**

La volva es un remanente del velo universal que recubre todo el hongo en los estadios muy tempranos del desarrollo. Se tomó en cuenta los siguientes aspectos: forma y textura.

#### **4.3.2. Identificación de los macromicetos con ayuda de Claves Taxonómicas.**

Para llevar a cabo la identificación de cada una de los carpóforos colectados, se hizo uso de claves taxonómicas, además de diferentes glosarios ilustrados, libros, guías de campo y consultas con expertos, para poder identificar cada carpóforos, al menos hasta género.

#### **4.3.3. Preservación de macromicetos**

Una vez terminada toda la descripción de las características externas de cada uno de los carpóforos colectados y su respectiva identificación, se procedió a deshidratarlos dentro de una secadora de 50cm de ancho por 70 cm de alto, en un tiempo promedio de 3 a 5 días, con una fuente de calor que generó una temperatura promedio de 60° -65° C. (Anexo 10) Los carpóforos totalmente desecados fueron colocados dentro de cajas de cartoncillo de color blanco con su respectiva viñeta, almacenados, para luego ser

trasladadas, algunas al Centro de Operaciones del Complejo San Marcelino y otras al Herbario Nacional de México (MEXU).

#### **4.4. Operacionalización de las Variables**

##### **4.4.1. Análisis cuantitativo**

En este estudio se aplicó el Índice de Diversidad de Shannon Weiner, para poder interpretar la diversidad de las diferentes especies de macromicetos muestreadas en las dos zonas.

También se realizó un análisis de la Densidad Relativa (D.R) y la Frecuencia de Ocurrencia (F.O %) de acuerdo a las familias y los diferentes géneros taxonómicos, los cálculos que se realizaron fueron los siguientes:

Índice de Densidad Relativa y Frecuencia de Ocurrencia.

$$D.R. = \frac{\text{Densidad de una especie}}{\text{Densidad total de todas las especies}} \times 100$$

$$F.O. (\%) = \frac{\text{Número. De muestreos que ocurre una especie}}{\text{Número total de muestreos}} \times 100$$

##### **4.4.2. Índice de diversidad de Simpson**

Para determinar la diversidad de las especies se utilizaran los siguientes indicadores:

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

DONDE: D = índice de diversidad de Simpson

$n_i$  = es el número de in individuos de la especie i

N = número total de individuos

D aumenta a medida que la diversidad disminuye, por lo que el índice de Simpson generalmente se describe como  $1 - D$  o  $1/D$ . Un valor bajo de D generalmente significa; la presencia de una especie muy abundante, porque Simpson le asigna bastante peso a la especie mas abundante.

#### 4.4.3. Índice de diversidad de Shannon- Wiener

Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra.

$$H' = - \sum P_i \ln P_i$$

DONDE:  $H'$  = índice de diversidad de Shannon - Wiener

$P_i$  = proporción de la especie ( $n_i$ ) en la muestra total ( $N$ ) y  $P_i = n_i / N$

$N$  = número total de individuos

Los valores de  $H'$  van desde 1 hasta 6 y requieren que el muestreo sea aleatorio, ya que la fórmula asume que todas las especies están representadas en las muestras.

La Densidad Relativa se obtendrá al multiplicar por cien el cociente que resulte de dividir el número de hongos de una especie determinada entre el número total de hongos registrados en el área de muestreo. La Frecuencia de Ocurrencia se obtendrá multiplicando por cien el cociente que resulto de dividir el número de muestreos en que ocurrió una especie entre el número total de muestreos.



## 5. RESULTADOS

### 5.1. Descripción de los resultados

En el muestreo que se llevo a cabo en dos zonas; Ruta PI “Monte Bello” y Ruta PIII “Las Tumbas” del Bosque “Las Lajas” del Complejo San Marcelino, Santa Ana-Sonsonate; se registró un total de 49 especies de macromicetos, de las cuales 8 pertenecen al subphylum Ascomicotyna y 41 pertenecen al subphylum Basidiomicotyna, se registró un total de 1892 carpóforos, 1554 se ubican en el subphylum Basidiomicotyna y 338 del subphylum Ascomicotyna.

Del subphylum Ascomicotyna se encontraron 3 familias: Xylariaceae, Clavicipitaceae y Sarcoscyphaceae, con 5 géneros y 8 especies. De la Familia Xylariaceae, la especie *Xylaria sp1* registró un total de 110 cuerpos fructíferos, D.R = 5.81 y F.O = 50%, la especie *Entonaema liquescens* registró un total de 17 cuerpos fructíferos, D.R= 0.89 y F.O = 40%. La familia Clavicipitaceae se representó con dos especies *Cordiceps militaris* y *Cordiceps melolanthae*, la primera con 2 cuerpos fructíferos, D.R = 0.1, F.O.= 10%, la segunda con 3 cuerpos fructíferos, D.R. = 0.15 y F.O = 10%.

Del género *Hypoxilon* se registró 2 especies *Hypoxilon sp1* con 105 cuerpos fructíferos, D.R.= 5.54 y F.O.= 30%, *Hypoxilon sp2* con 25 cuerpos fructíferos, D.R.= 1.32 y F.O.= 30%.

Del subphylum Basidiomicotyna se registró un total de 21 familias, con 33 géneros y 41 especies. De la familia Agaricaceae, el género *Lepiota* registró 1 especie, *Cystolepiota* con 5 cuerpos fructíferos, D.R.= 2.64 y F.O.= 40%, *Coprinus disseminatus* registró 200 cuerpos fructíferos con una D.R.= 10.57 y F.O.= 10%, para *Cyathus striatus* se contabilizó un total de 130 cuerpos fructíferos con D.R.=6.87 y F.O.=30%, para *Cortinarius iodes* se registró 4 cuerpos fructíferos, D.R.=0.21 y F.O.= 30%, *Lycoperdon umbrinum* registró 35 cuerpos fructíferos con una D.R.= 1.84 y F.O.=30%.

La familia Tricholomataceae del orden Agaricales registró un total de 8 géneros, siendo la mas amplia; y 12 especies, la especie con mayor cantidad de cuerpos

fructíferos fue *Marasmius* con 16, D.R.= 0.84 y F.O.= 30%, las otras especies registraron una cantidad inferior de cuerpos fructíferos la especie la especie *Marasmius cladophyllus* registró 9 cuerpos fructíferos, D.R.=0.47 y F.O.= 20%.

Del orden Aphyllophorales la familia con mayor cantidad de géneros fue la familia Polyporaceae; registró 3 géneros y 3 especies, la especie con mayor número de cuerpos fructíferos fue *Polyporus tenuiculus* con 120 cuerpos fructíferos con una D.R.= 6.34 y F.O.= 10%, *Polyporus tricholoma* registró 23 cuerpos fructíferos D.R.= 1.21 y F.O.= 40%.

La familia Geastraceae registró un total de 2 géneros con 4 especies, la especie *Geastrum triplex* registró un total de 48 cuerpos fructíferos con una D.R.=2.53 y F.O.= 30%, de esta familia la especie con mayor F.O.= 50% fue *Geastrum saccatum* con una D.R.= 0.63 con 12 cuerpos fructíferos. *Myriostoma coliforme* registró un total de 12 cuerpos fructíferos, D.R.= 0.47 y F.O.= 20%.

La familia Boletaceae registró 1 género y 2 especies *Boletus sp1* y *Boletus sp2* lo mismo la familia Tricholomataceae con 1 género y 2 especies *Laccaria sp1* y *Laccaria sp2*. La especie *Lactarius indigo* de la familia Russulaceae registró en un solo muestreo 12 cuerpos fructíferos con una F.O.= 10% y D.R. = 0.63

*Cotyllidia aurantiaca*, registró un total de 54 cuerpos fructíferos con una D.R.= 2.8 y F.O.= 30%, no hay ubicación exacta de la familia a la cual pertenece esta especie.

Para el análisis de la diversidad por medio del Índice de Shannon-Wiener, en las dos zonas de muestreo, se tiene que para la Ruta PI “Monte Bello” presenta un Índice de Diversidad de  $H' = 3.08$ , mientras que la Ruta PIII “Las Tumbas” la Diversidad es  $H' = 3.60$ ; según estos datos podemos decir que ambas zonas muestran Diversidad bastante parecida, pues las dos zonas cuentan con características necesarias para generar diversidad de Macrohongos.

Según el Índice de diversidad de Simpson los datos son de la siguiente manera para la Ruta PI “Monte Bello” la diversidad es  $D = 0.93$  y para la Ruta PIII “Las Tumbas”  $D = 0.90$ , Simpson le asigna bastante peso a la especie mas abundante.

### 5.1.1. Representación en figuras de los resultados obtenidos.

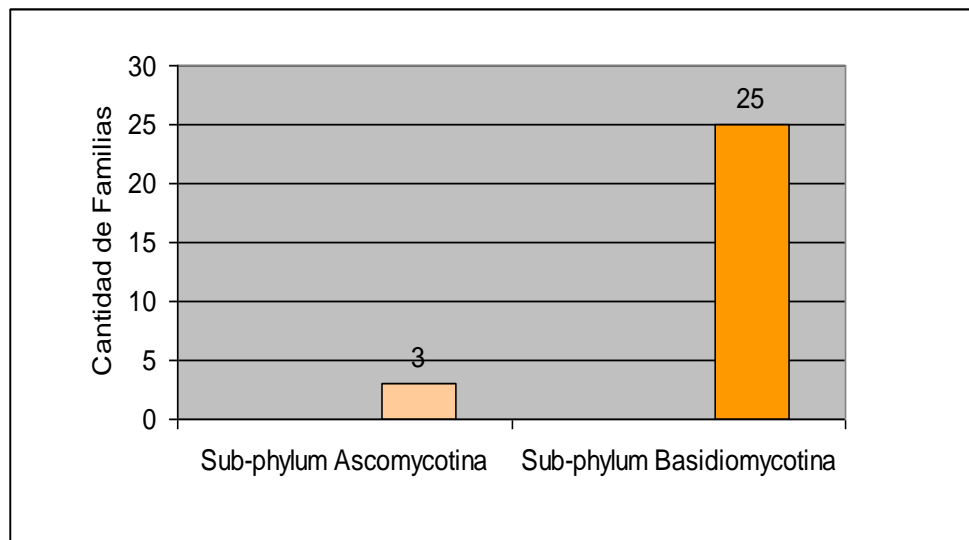


Fig. 4: Cantidad de familias taxonómicas de los Sub-phylum Ascomycotina y Basidiomycotina, encontradas en las dos zonas del bosque “Las Lajas” del complejo San Marcelino, Santa Ana-Sonsonate, Junio-Octubre de 2009.

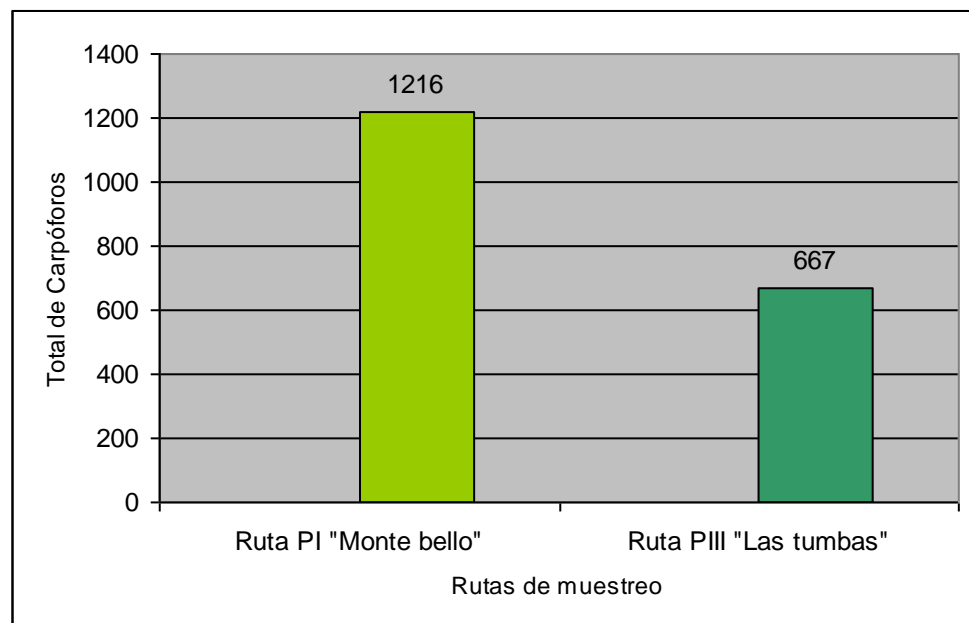


Fig. 5: Total de Carpóforos, de los Sub-phylum Ascomycotina y Basidiomycotina, encontrados en las dos zonas de muestreo del bosque “Las Lajas”, del Complejo San Marcelino, Santa Ana-Sonsonate, Junio-Octubre 2009.

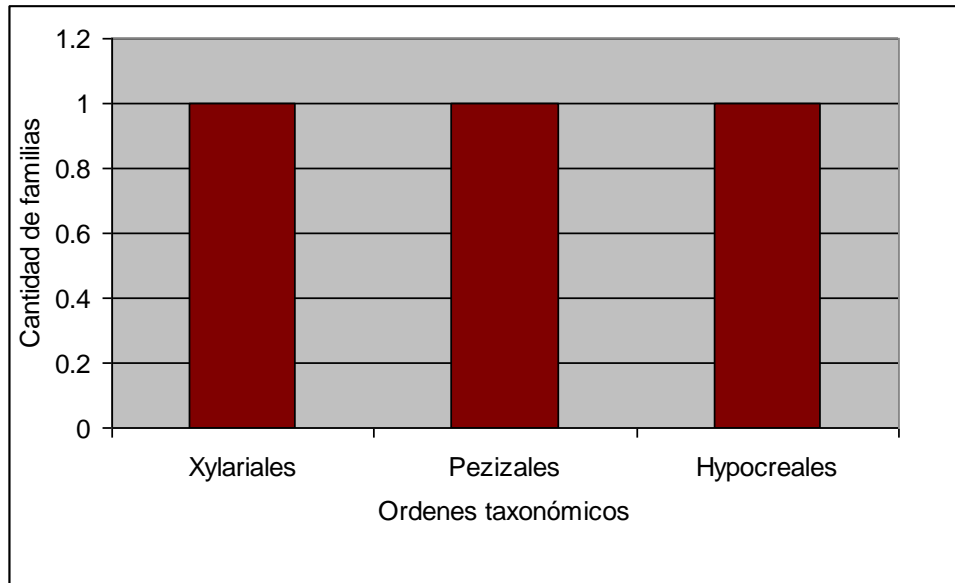


Fig. 6: Cantidad de familias ubicadas en los tres diferentes ordenes taxonómicos, de la Subdivisión Ascomycotina, encontradas en las dos zonas de muestreo del bosque “Las Lajas” del Complejo San Marcelino, Santa Ana-Sonsonate, Junio-Octubre de 2009.

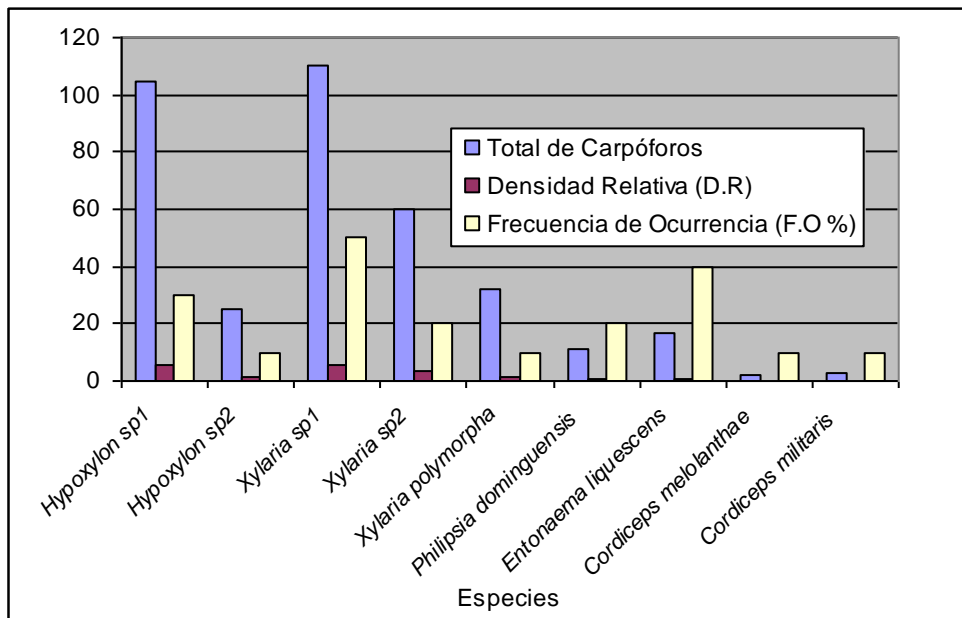


Fig. 7: Descripción del total de carpóforos (T.C), Densidad Relativa (D.R) y Frecuencia de Ocurrencia (F.O) de algunas especies del Sub-Phylum Ascomycotina encontradas en el muestreo en dos zonas del bosque “Las Lajas” del Complejo San Marcelino, Santa Ana-Sonsonate Junio-Octubre de 2009.

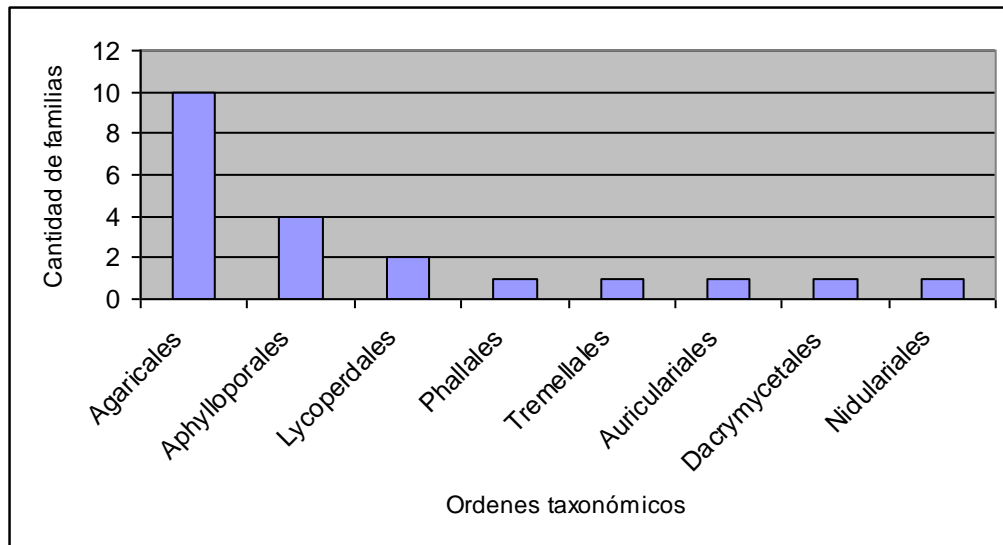


Fig. 8: Cantidad de familias taxonómicas, ubicadas en los ocho ordenes del Sub-Phylum Basidiomycotina, encontradas en las dos zonas de muestreo del Bosque “Las Lajas” del Complejo San Marcelino, Santa Ana-Sonsonate, Junio-Octubre de 2009.

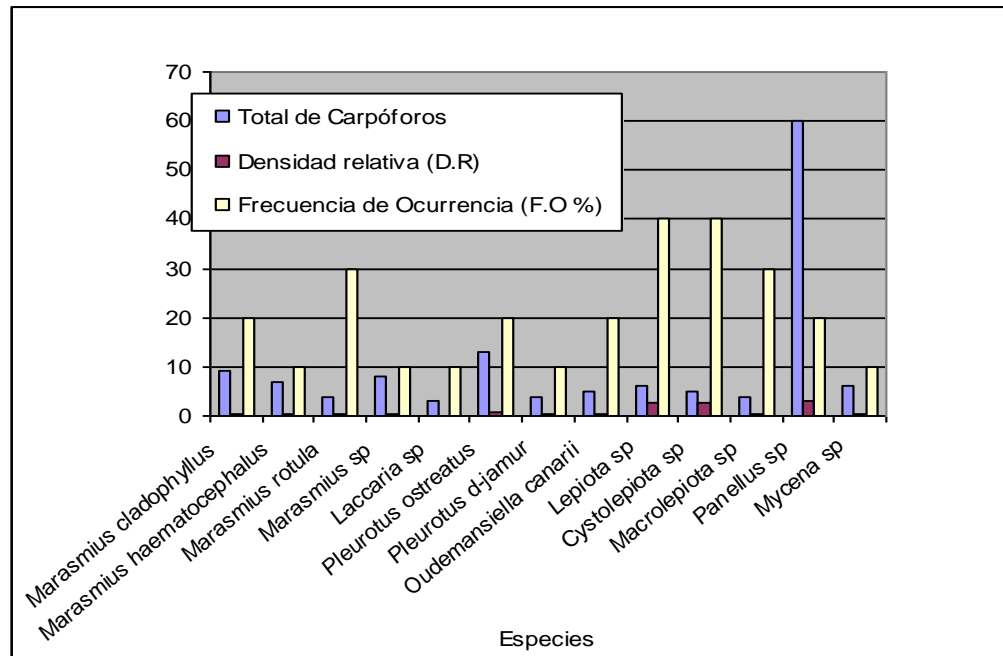


Fig. 9: Descripción del total de carpóforos (T.C), Densidad Relativa (D.R) y Frecuencia de Ocurrencia (F.O) de algunas especies de la familia Tricholomataceae, del orden Agaricales encontradas en el muestreo en dos zonas del bosque “Las Lajas” del Complejo San Marcelino, Santa Ana-Sonsonate Junio-Octubre de 2009.

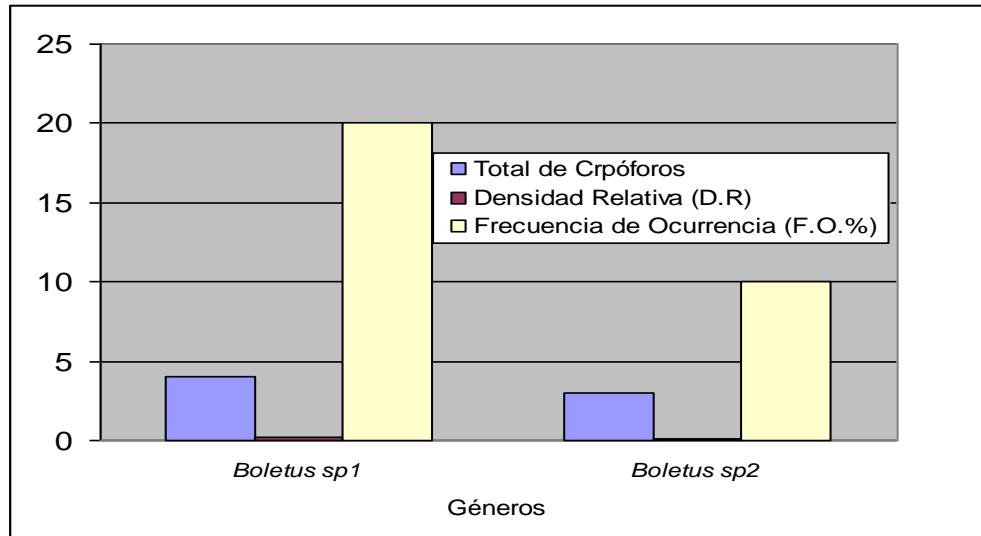


Fig. 10: Descripción del total de carpóforos (T.C), Densidad Relativa (D.R) y Frecuencia de Ocurrencia (F.O) de algunas especies de la familia Boletaceae, del orden Agaricales encontradas en el muestreo en dos zonas del bosque “Las Lajas” del Complejo San Marcelino, Santa Ana-Sonsonate Junio-Octubre de 2009.

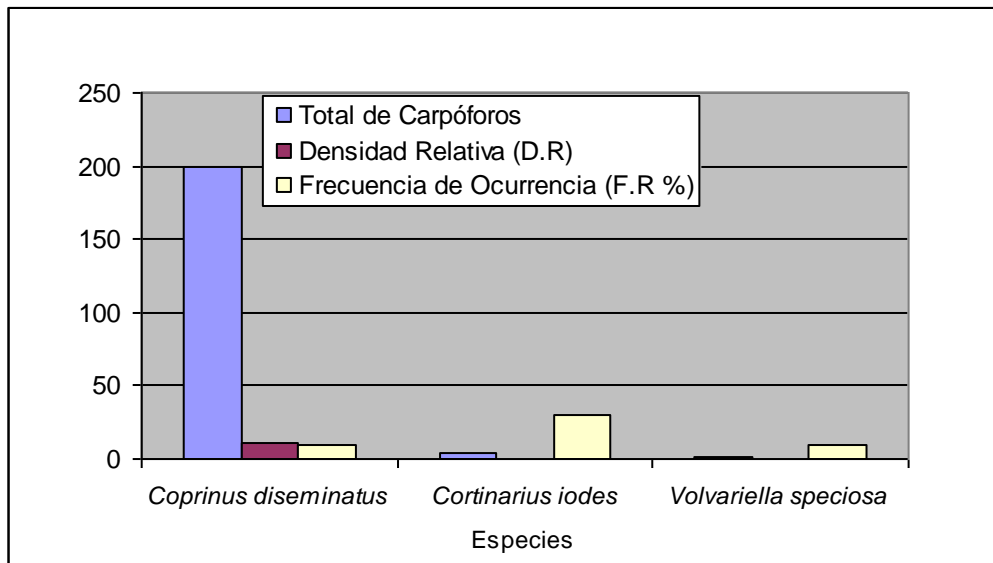


Fig. 11: Descripción del total de carpóforos (T.C), Densidad Relativa (D.R) y Frecuencia de Ocurrencia (F.O) de algunas especies de las familias Coprinaceae, Cortinariaceae y Pluteaceae, del orden Agaricales encontradas en el muestreo en dos zonas del bosque “Las Lajas” del Complejo San Marcelino, Santa Ana-Sonsonate Junio-Octubre de 2009.

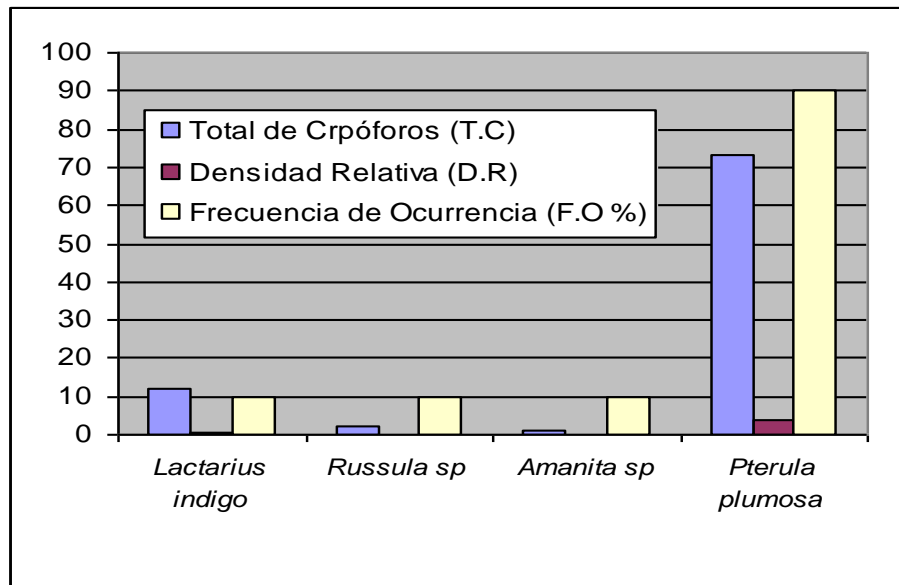


Fig. 12: Descripción del total de carpóforos (T.C), Densidad Relativa (D.R) y Frecuencia de Ocurrencia (F.O) de algunas especies de las familias Russulaceae, Amanitaceae y Pterulaceae, del orden Agaricales encontradas en el muestreo en dos zonas del bosque “Las Lajas” del Complejo San Marcelino, Santa Ana-Sonsonate Junio-Octubre de 2009.

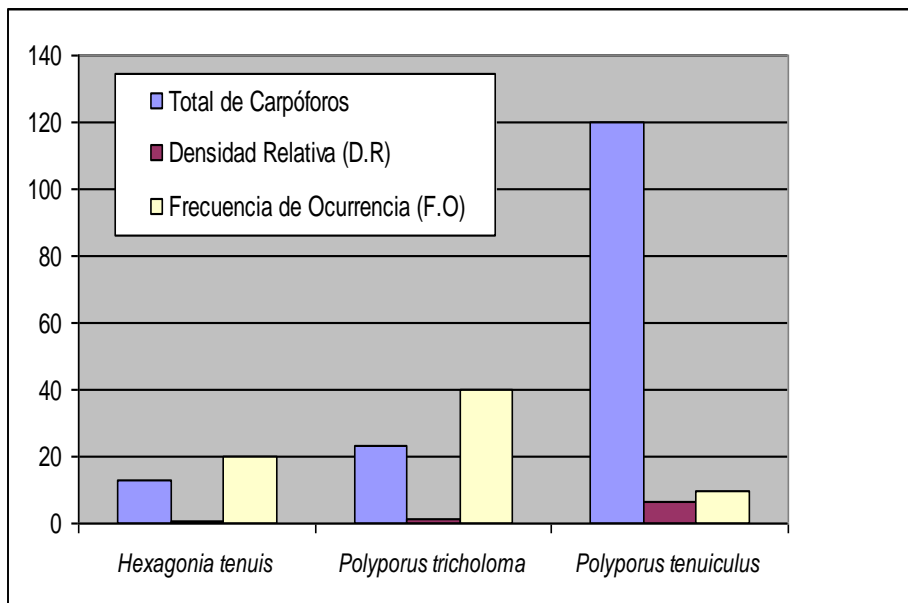


Fig. 13: Descripción del total de carpóforos (T.C), Densidad Relativa (D.R) y Frecuencia de Ocurrencia (F.O) de algunas especies de la familia Polyporaceae, del orden Aphyllophorales, encontradas en el muestreo en dos zonas del bosque “Las Lajas” del Complejo San Marcelino, Santa Ana-Sonsonate, Junio-Octubre de 2009.

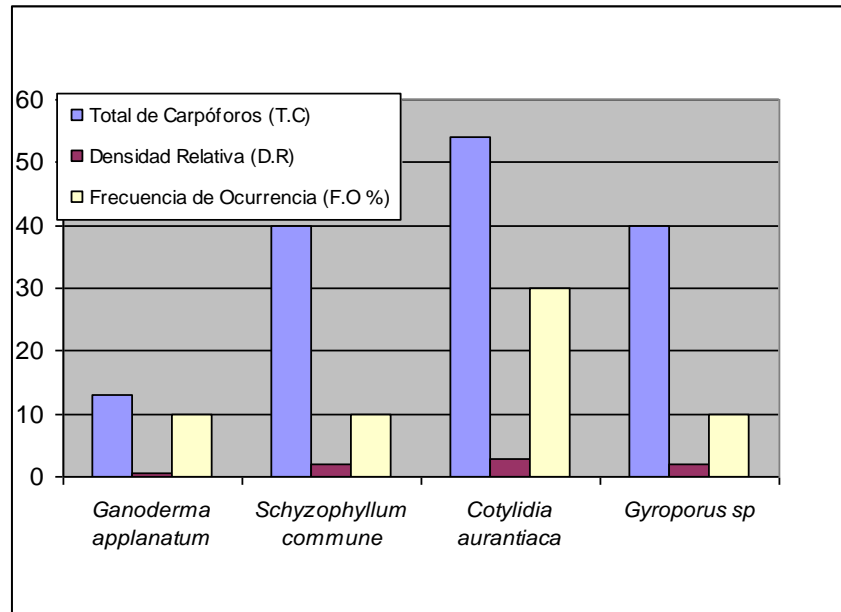


Fig. 14: Descripción del total de carpóforos (T.C), Densidad Relativa (D.R) y Frecuencia de Ocurrencia (F.O) de algunas especies de la familia Ganodermataceae, Schizophyllaceae, Podoscypfaceae y Gyroporaceae, respectivamente; del orden Aphyllophorales, encontradas en el muestreo en dos zonas del bosque “Las Lajas” del Complejo San Marcelino, Santa Ana-Sonsonate, Junio-Octubre de 2009.

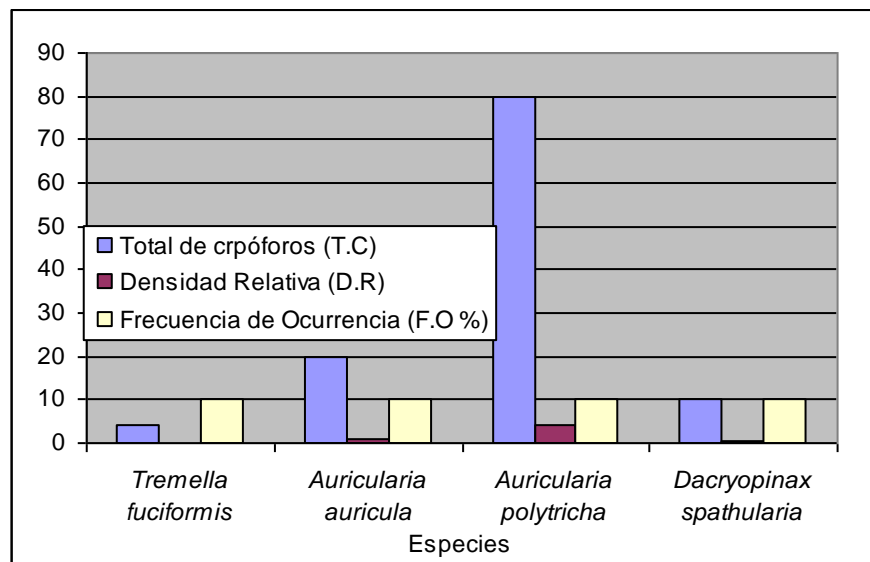


Fig. 15: Descripción del total de carpóforos (T.C), Densidad Relativa (D.R) y Frecuencia de Ocurrencia (F.O) de algunas especies de las familias Tremellaceae, Auriculariaceae y Dacryopynaceae, ubicadas en los ordenes Trmellales, Auriculariales y Dacrymycetales respectivamente; encontradas en el muestreo en dos zonas del bosque “Las Lajas” del Complejo San Marcelino, Santa Ana-Sonsonate Junio-Octubre de 2009.



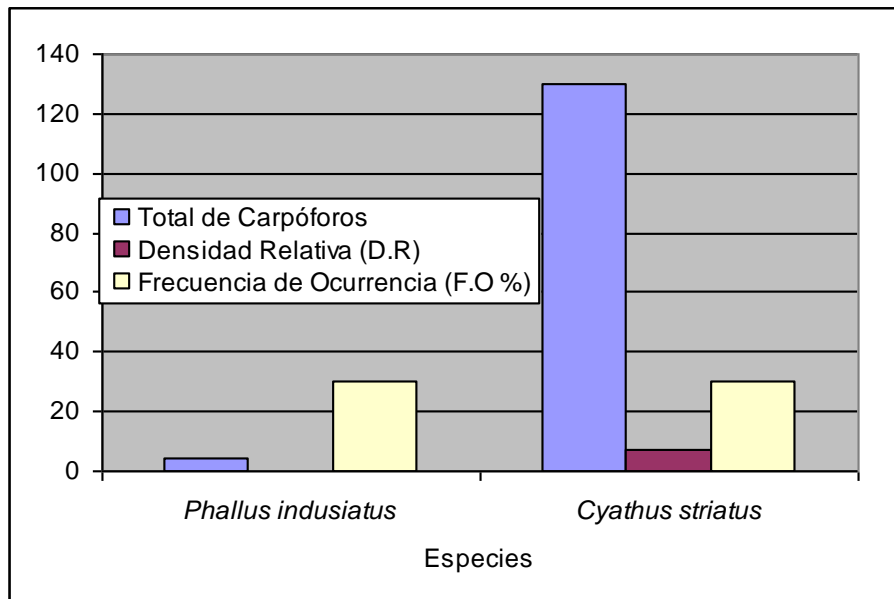


Fig.16: Descripción del total de carpóforos (T.C), Densidad Relativa (D.R) y Frecuencia de Ocurrencia (F.O) de algunas especies de las familias Phallaceae y Nidulariaceae, ubicadas en los ordenes Phallales y Nidulariales, respectivamente; encontradas en el muestreo en dos zonas del bosque “Las Lajas” del Complejo San Marcelino, Santa Ana-Sonsonate Junio-Octubre de 2009.

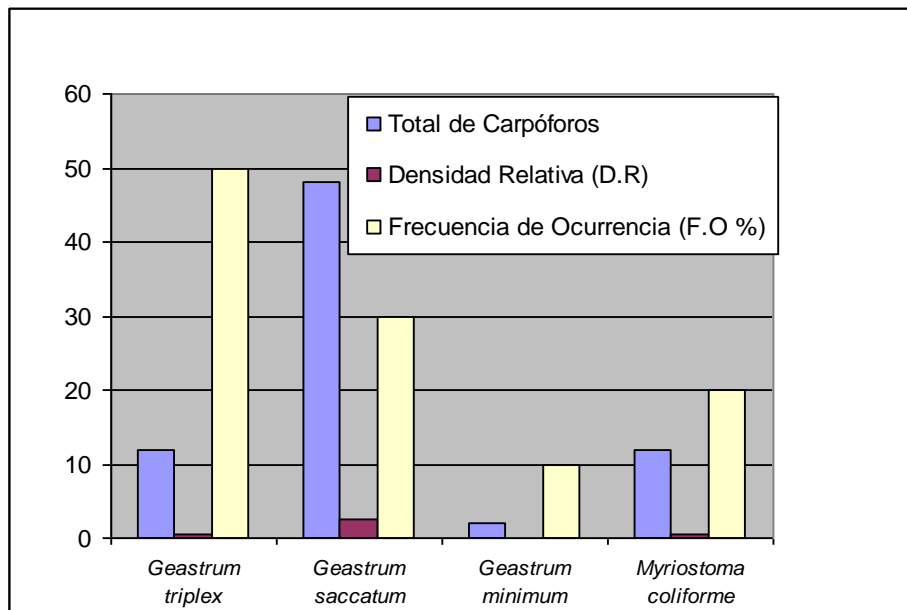


Fig. 17: Descripción del total de carpóforos (T.C), Densidad Relativa (D.R) y Frecuencia de Ocurrencia (F.O) de algunas especies de la familia Geastraceae, del orden Lycoperdales, encontradas en el muestreo en dos zonas del bosque “Las Lajas” del Complejo San Marcelino, Santa Ana-Sonsonate, Junio-Octubre de 2009.

### 5.1.2. Cuadros de los resultados obtenidos.

Cuadro 1. Sub-Phylum encontrados en las dos zonas de muestreo en el bosque “Las Lajas” del Complejo San Marcelino, Santa Ana-Sonsonate.

<b>Sub-phylum</b>	<b>Ruta PI “Monte bello”</b>	<b>Ruta PIII “Las Tumbas”</b>
Ascomycotina	Si	Si
Basidiomycotina	Si	Si

Cuadro 2. Número de Carpóforos, Número de especies y su Densidad Relativa de cada uno de los Sub-Phylum encontrados en las dos zonas de muestreo del bosque “Las Lajas” del Complejo San Marcelino, Santa Ana-Sonsonate.

<b>Sub-Phylum</b>	<b>No. de Carpóforos</b>	<b>No. de especies</b>	<b>Densidad Relativa</b>
Acomycotina	338	8	16.32
Basidiomycotina	1554	41	81.63
<b>Total</b>	<b>1892</b>	<b>49</b>	<b>100</b>

Cuadro 3. Clases taxonómicas, encontradas en las dos zonas de muestreo, en el bosque “Las Lajas” del Complejo San Marcelino, Santa Ana-Sonsonate.

<b>Sub-Phylum</b>	<b>Clase</b>	<b>Ruta PI “Monte Bello”</b>	<b>Ruta PIII “Las Tumbas”</b>
Acomycotina	Pyrenomycetes	Si	Si
	Discomycetes	Si	No
Basidiomycotina	Agaricomycetes	Si	Si
	Gasteromycetes	Si	Si

Cuadro 4. Número de Carpóforos, Número de especies y Densidad Relativa, de las clases taxonómicas de macromicetos, encontradas en las dos zonas muestreo en el bosque “Las Lajas” del Complejo San Marcelino, Santa Ana-Sonsonate.

<b>Clases</b>	<b>Número de Carpóforos</b>	<b>Número de especies</b>	<b>Densidad Relativa</b>
Pyrenomycetes	327	6	12.24
Discomycetes	11	2	4.08
Agaricomycetes	1303	33	67.34
Gasteromycetes	251	8	16.32
<b>Total</b>	<b>1892</b>	<b>49</b>	<b>100</b>

Cuadro 5. Ordenes taxonómicos encontrados, en las dos zonas de muestreo en el bosque “Las Lajas” del Complejo San Marcelino, Santa Ana-Sonsonate.

Clase	Orden	Ruta PI “Monte Bello”	Ruta PIII “Las Tumbas”
Pyrenomycetes	Hypocreales	Si	Si
	Xylariales	Si	Si
Discomycetes	Pezizales	Si	No
Agaricomycetes	Agaricales	Si	Si
	Aphylophorales	Si	Si
	Tremellales	Si	No
	Auriculariales	Si	Si
	Dacrymycetales	Si	Si
	Stereales	Si	Si
Gasteromycetes	Lycoperdales	Si	No
	Phallales	Si	Si
	Nidulariales	Si	No
	Gomphales	Si	Si

Cuadro 6. Número de Carpóforos, Número de especies y Densidad Relativa de los Ordenes taxonómicos encontrados en las dos zonas de muestreo del Bosque “Las Lajas” del Complejo San Marcelino, Santa Ana-Sonsonate.

Clase	Orden	Número de Carpóforos	Número de Especies	Densidad Relativa
Pyrenomycetes	Hypocreales	5	2	4.08
	Xylariales	322	4	8.16
Discomycetes	Pezizales	11	2	4.08
Agaricomycetes	Agaricales	673	22	44.89
	Aphylophorales	374	6	12.24
	Tremellales	4	1	2.04
	Auriculariales	182	2	4.08
	Dacrymycetales	16	1	2.04
	Stereales	54	1	2.04
Gasteromycetes	Lycoperdales	105	5	10.20
	Phallales	4	1	2.04
	Nidulariales	130	1	2.04
	Gomphales	12	1	2.04
<b>Total</b>		<b>1892</b>	<b>49</b>	<b>100</b>

Cuadro 7. Ubicación taxonómica de las especies de Macrohongos del Sub-phylum Ascomycotina, encontradas en el muestreo en dos zonas del Bosque “Las Lajas” del complejo San Marcelino, Santa Ana-Sonsonate, Junio-Octubre de 2009.

Clase	Orden	Familia	Género	Especie	Autoridad
Pyrenomycetes	Hypocreales	Clavicipitaceae	<i>Cordiceps</i>	<i>melolanthae</i>	(Tul.) Sacc
			<i>Cordiceps</i>	<i>militaris</i>	(L.) Link
	Xylariales	Xylariaceae	<i>Xylaria</i>	<i>polymorpha</i>	(Pers.) Grev.
			<i>Xylaria</i>	<i>hypoxylon</i>	(L.) Grev.
			<i>Entonaema</i>	<i>liquescens</i>	Moell.
			<i>Hypoxylon</i>	<i>sp</i>	
Disomycetes	Pezizales	Sarcoscyphaceae	<i>Phillipsia</i>	<i>domingensis</i>	(Berk.) Berk.
			<i>Phillipsia</i>	<i>sp</i>	

Fuente: Alexopoulos, C.J., Mins & Blackwel, M. (1996), Mata, M. (2003)

Cuadro 8. Ubicación taxonómica de las especies de Macrohongos del Sub-Phylum Basidiomycotina encontradas en los muestreos realizados en dos zonas del Bosque “Las Lajas” del complejo San Marcelino, Santa Ana-Sonsonate, Junio-Octubre de 2009.

Clase	Orden	Familia	Género	Especie	Autoridad	
Agaricomycetes	Agaricales	Boletaceae	<i>Boletus</i>	<i>sp1</i>		
			<i>Boletus</i>	<i>sp2</i>		
			Tricholomataceae	<i>Marasmius</i>	<i>cladophyllus</i>	Berk
				<i>Marasmius</i>	<i>haematocephalus</i>	(Mont.) Fr.
				<i>Marasmius</i>	<i>rotula</i>	(Scop. ex Fr.)
				<i>Marasmius</i>	<i>sp</i>	
				<i>Laccaria</i>	<i>sp</i>	
				<i>Pleurotus</i>	<i>ostreatus</i>	(Jacq.:Fr.) Kumm.
				<i>Pleurotus</i>	<i>d-jamur</i>	(Rumph. ex Fr.)
				<i>Oudemansiela</i>	<i>canarii</i>	(Jungh.) Hohn.
				<i>Cystolepiota</i>	<i>sp</i>	
				<i>Macrolepiota</i>	<i>sp</i>	
			<i>Panellus</i>	<i>sp</i>		
			<i>Lepiota</i>	<i>sp</i>		
		Coprinaceae	<i>Coprinus</i>	<i>diseminatus</i>	(Pers. :) S.F Gray	
		Cortinariaceae	<i>Cortinarius</i>	<i>aff. iodes</i>	Berk. & Curt.	
		Pluteaceae	<i>Volvariella</i>	<i>aff. speciosa</i>	(Fr.) Singer	
		Russulaceae	<i>Lactarius</i>	<i>indigo</i>	(Schw.) Fries	
			<i>Russula</i>	<i>sp</i>		
		Amanitaceae	<i>Amanita</i>	<i>sp</i>		
		Pterulaceae	<i>Pterula</i>	<i>plumosa</i>	(Schwein)	
	Stereales	Sodoscyphaceae	<i>Cotylidia</i>	<i>aurantiaca</i>	(Pers.) Welden.	
Gasteromycetes	Lycoperdales	Geastraceae	<i>Geastrum</i>	<i>triplex</i>	Jungh	
			<i>Geastrum</i>	<i>saccatum</i>	Fr.	
			Geastraceae	<i>Geastrum</i>	<i>minimum</i>	Schwein
				<i>Myriostoma</i>	<i>coliforme</i>	(Dicks.) Corda
				<i>Lycoperdon</i>	<i>umbrinum</i>	Pers.
		Gomphales	Gomphaceae	<i>Ramaria</i>	<i>sp</i>	
		Phallales	Phallaceae	<i>Dyctiophora</i>	<i>indusiatus</i>	(Vent. ex Pers.) Dring
		Nidulariales	Nidulariaceae	<i>Cyathus</i>	<i>striatus</i>	Huds. Ex Pers.
		Aphyloporales	Ganodermataceae	<i>Ganoderma</i>	<i>applanatum</i>	(Pers.) Pat.
			Schizophyllaceae	<i>Schizophyllum</i>	<i>comune</i>	Fr.:Fr.:
	Polyporaceae		<i>Polyporus</i>	<i>tricholoma</i>	Mont.	
			<i>Polyporus</i>	<i>tenuiculus</i>	(Beauv.)	
			<i>Hexagonia</i>	<i>tenuis</i>	(Hook.) Fr.	
		Gyroporaceae	<i>Filoboletus</i>	<i>sp</i>		
		Polyporaceae	<i>Fomes</i>	<i>sp</i>		
	Tremellales	Tremelaceae	<i>Tremella</i>	<i>fuciformis</i>	Berk.	
	Auriculariales	Auriculariaceae	<i>Auricularia</i>	<i>auricula</i>	(Hook.)	
			<i>Auricularia</i>	<i>polytricha</i>	(Mont) Sacc.	
	Dacrymycetales	Dacrymycetaceae	<i>Dacryopynax</i>	<i>spathularia</i>	(Schw.) Martin	

Fuente: Alexopoulos, C.J., Mins & Blackwel, M. (1996), Mata, M. (2003), www.Indexfungorum.org

## 6. DISCUSION

Los objetivos de este trabajo de investigación fueron orientados a conocer la diversidad y abundancia de las especies fúngicas de la zona estudiada, de esta manera se pudo comprobar que existe diversidad y abundancia en el Bosque “Las Lajas” del Complejo San Marcelino, ya que las dos rutas muestreadas cuentan con condiciones ambientales, que favorecen a la fructificación de estas especies, aunque las rutas son diferentes en cuanto a vegetación y altura, en ambas se observaron buena cantidad de macromicetos.

Es importante mencionar que algunas de las especies fúngicas no han sido reportadas para nuestro país, como es el caso de *Myriostoma coliforme*, pues en los antecedentes revisados para realizar este estudio no se menciona. Esta especie fue observada únicamente en la ruta PI “Monte Bello” y requiere de condiciones de mucha sombra, humedad y temperaturas bajas, para poder observar sus cuerpos fructíferos, esta zona de muestreo tiene esas condiciones. *Cortinarius iodes* es otra especie, que solo se observó en esta misma ruta, con poca cantidad de cuerpos fructíferos, al igual que *Lactarius indigo* y *Cyathus striatus*. Es posible que estas especies hayan sido observadas en esta zona debido a las condiciones ambientales ya antes mencionadas o también al ciclo fenológico de cada especie, que permitió observarlas justo en el momento de la fructificación de los basidiocarpos.

La mayoría de especies fueron encontradas en hábito lignícola, es decir descomponedores de la madera, seguido por las especies que se encontraron en hábitat terrestre y una cantidad pequeña en insectos o larvas de insectos como; *Cordiceps melolanthae* y *Cordiceps militaris*, a estas especies no se les observa con tanta frecuencia, probablemente debido a que necesitan parasitar insectos y su fructificación depende, del ciclo de vida de la especie de insecto que parasitan. Pertenecen al subphylum Ascomycotina. También se registró 2 especies micorrizicas *Boletus sp1* y

*Boletus sp2*, esto se comprobó al observar las pequeñas raíces unidas a la base del estípite junto con el micelio, que es típico en especies de macromicetos micorrizicos.

Es importante mencionar que en ambas rutas se muestrearon especies del Subphylum Ascomycotina y Basidiomycotina, a pesar de las diferencias ambientales, como altura, temperatura; el Índice de Shannon-Wiener da el valor de  $H' = 3.08$  para la ruta PI y  $H' = 3.60$  para la ruta PIII, estos valores solo demuestran que la Diversidad es bastante similar en ambas rutas sin tomar en cuenta el número de carpóforos muestreados.

Mientras que el Índice de Diversidad de Simpson le da el valor de  $D = 0.93$  a la ruta PI y  $D = 0.90$  a la ruta PIII en este caso la ruta PI es la que registra el mayor valor pues Simpson si toma en cuenta la especie mas abundante, en cuanto al número de carpóforos.

Como se puede apreciar en el cuadro 3, la clase Discomycetes y el orden Pezizales no se muestreo en la Ruta PIII “Las Tumbas” solo en la Ruta PI “Monte bello”, posiblemente esto obedece a que las condiciones de la Ruta PI, son las necesarias para que se lleven a cabo la fructificación de muchas especies fúngicas, tales condiciones como la altura, la humedad, la poca incidencia de la luz solar, son optimas para el desarrollo del ciclo de vida de las especies de macromicetos.

De la misma manera para la clase Agaricomycetes y el orden Tremellales, no se observaron cuerpos fructíferos en la ruta PIII solamente en ruta PI, otro factor que se puede considerar es que estas especies fructificaron en un momento diferente al momento del muestreo, pues el hecho de no haber observado dichas especies, no asegura que no se encuentran en la zona muestreada. De igual manera en la Clase Gasteromycetes el orden Lycoperdales y Gomphales no se observaron en la ruta PIII “Las Tumbas”, solamente en Ruta PI “Monte Bello”.

Cabe mencionar la importancia de estos datos para esta Área Natural Protegida, pues se trata de un estudio pionero ya que hasta la fecha no se había realizado ningún estudio de

esta naturaleza, los datos servirán para futuros estudios que profundicen en este tema y de los cuales se obtengan beneficios, pues algunas especies se sabe que son comestibles como *Pleurotus ostreatus* y *Lactarius indigo*. Que podrían ser aprovechadas de manera controlada por medio de cultivos, por las poblaciones locales.



## 7. CONCLUSIONES

- Las dos zonas muestreadas del Bosque “Las Lajas” del Complejo San Marcelino, cuentan con abundancia y diversidad de especies fúngicas, específicamente macromicetos, pues las zonas muestreadas, cuentan con condiciones favorables para la aparición de especies fúngicas; principalmente el tipo de vegetación pues se trata de un bosque Clímax con vegetación cerrada, principalmente siempre verde, Tropical Umbrofila Submontana con altitudes de 700-1200 msnm.
- Por tratarse de un Área Natural Protegida el Complejo San Marcelino cuenta con buena cantidad de especies fúngicas, a pesar de las áreas críticas que se conocen como; la extracción de recursos, lotificaciones, incendios forestales, ganadería y contaminación por desechos sólidos.
- En este estudio se encontró un total de 1892 cuerpos fructíferos, correspondientes a 49 especies diferentes, 8 corresponden a la subdivisión Ascomicotyna y 41 a la subdivisión Basidiomicotyna.
- Del sub-Phylum Ascomicotyna el orden con mayor cantidad de géneros fue el orden Xylariales entre ellos, *Xylaria polymorfa*, *Xylaria hypoxylon* y *Entonaema liquesecens*.
- Del sub-Phylum Basidiomicotyna los ordenes que registraron mayor cantidad de géneros, fueron los ordenes Agaricales y Aphyllophorales que también registraron la mayor cantidad de carpóforos.
- La mayoría de trabajos de investigación sobre macromicetos que se han realizado en nuestro país han sido producto de trabajos de graduación; lo que deja entrever que no hay investigadores que se especialicen en esta área y que también puedan

seguir haciendo aportes valiosos para la comunidad científica interesada en el conocimiento de las especies fúngicas.

- En este trabajo se reportan algunas especies comestibles entre ellas; *Pleurotus ostreatus* y *Lactarius indigo*.
- Los hábitos más comunes en los que se encontraron las especies fúngicas fueron principalmente sobre madera o lignícolas, pues el muestreo fue para estudiar macromicetos y el papel que juegan en los bosques es, principalmente como degradadores de la materia orgánica, contribuyendo al buen desarrollo de las especies vegetales, ya que con su papel de degradadores ponen a disposición elementos y sustancias vitales para otros seres vivos.
- Tomando en cuenta lo que Tovar Velasco et al 2006. dice sobre la cantidad de macromicetos que se pueden llegar a conocer a nivel mundial, (1.500,000 especies) y considerando los pocos estudios que se han hecho en nuestro país, debido a que no hay especialistas en el área de la micología, podemos decir que hasta la fecha solamente conocemos una ínfima parte de este reino tan diverso y abundante, en todo el planeta.

## 8. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda dar seguimiento a este estudio, pues muchas de las especies muestreadas fueron clasificadas solamente hasta género; al dar seguimiento al estudio permitirá ampliar aun mas, los resultados que hasta la fecha se han conocido. Este tipo de estudio no solamente es importante para nuestro país, sino también para todos los expertos sobre el tema de macromicetos de la región Latinoamérica.
2. También se recomienda desarrollar monitoreos de las especies que ya están reportadas para El Salvador pues, algunos autores como Villarreal, R. 1996, aseguran que algunas de las especies fúngicas, podrían ser cada vez menos frecuentes debido a que son muy susceptibles a las perturbaciones y al cambio climático.
3. Debido a que en este estudio se han reportado algunas especies fúngicas de las que se conoce, son comestibles como por ejemplo; *Pleurotus ostreatus* y *Lactarius indigo*, se recomienda desarrollar programas de cultivos de macromicetos comestibles, con la comunidad local, específicamente *Pleurotus ostreatus*, que tiene muy buen sabor y una buena cantidad de nutrientes importantes para la salud humana, este tipo de programas serian de gran beneficio, los que a su vez podrían evitar que la población siga extrayendo recursos para satisfacer sus necesidades alimentarias, teniendo una buena opción, en este caso, los macromicetos.
4. Se recomienda también que los docentes de la Facultad Multidisciplinaria de Occidente del Departamento de Biología de la Universidad de El Salvador, sigan y fortalezcan sus contactos con los expertos latinoamericanos, pues son de gran ayuda, ya que en algunos países de la región, se realizan estudios especializados

sobre macromicetos, y eso sería de gran beneficio para nuestra comunidad científica y los estudios posteriores.

5. También se recomienda al Ministerio de Medio Ambiente, agilizar los permisos, cuando estos hayan sido debidamente solicitados, pues el proceso se vuelve lento y retrasa cuando hay que llevar a cabo los muestreos, estos retrasos no permiten que las colectas se lleven a cabo, cuando se dan los ciclos biológico de los macromicetos.

## 9. LITERATURA CITADA

Alexopoulos, C.J., Mins, C.W. & Blackwel, M. (1996, fourth edition). Introductory Mycology. U.S.A. JOHN WILEY & SONS, In. 869 pp.

Cabrera, G. Marroquín, D. (1998). Vegetación del Bosque Las Lajas, refugio de vida silvestre del complejo San Marcelino, Santa Ana-Sonsonate. El Salvador. (Trabajo de graduación de Licenciatura en Biología, Universidad de El Salvador).

Consultaría, facilitación de talleres de consulta para la formulación del Plan de Manejo del Complejo San Marcelino, como insumo para la nominación de reserva de la Biosfera Apaneca-Ilamatepec, Agosto 2007. MARN/AECI-ASACMA.

De Diego Calonge, Francisco (1990). SETAS (Hongos) Guía Ilustrada. Segunda Edición, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid España, 461 pp.

Delgado, S. & Bermúdez, C. (2002), Macrohongos del Parque Nacional Walter Thilo Deininger, La Libertad, El Salvador. Boletín Oficial de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación., Volumen 6, Número 3. pp. 139.

Díaz, Hernández (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.)

Escobar, G. *et al.* (1996). Historia Natural y Ecología de El Salvador, Tomo II. Xochimilco, D.F. Editorial Offset, S.A. de C.V.

- Franco, A. Aldana, R. Halling, R. (2000). *Setas de Colombia (Agariciales, Boletales y otros hongos)* Primera edición. Universidad de Antioquia, COLCIENCIAS. Multimpresos, 156 pgs.
- Flores, V.O. Handal, A. (2003). *Diagnostico de la diversidad biológica de El Salvador*. México. 171 pgs.
- Gallo, M. Rodríguez, E. (2007). *Reserva de la Biosfera Apaneca-Ilamatepec, El Salvador, Centro América*. UNESCO- Programa el Hombre y la Biosfera (MAB). Formulario de propuesta de Biosfera.
- Gerhardt E., Vila, J., Limona, X. 2000, *Hongos de España y de Europa*, Ediciones Omega S.A Barcelona, 957 pgs.
- Hernández, G. (2005) *Estado de la Gestión Compartida de Áreas Protegidas en El Salvador*. 1a edición.-San José, C.R.: UICN- Mesoamérica; San Salvador: Ministerio de medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). 48pgs.
- Juárez, M. & Rodríguez, R. (2003). *Diversidad de Macrohongos del Parque Nacional Monte Cristo, Metapán*. Departamento de Santa Ana. (Trabajo de graduación de Licenciatura en Biología., Universidad de El Salvador.)
- López, R., Quezada, M., Morales, O., Ponce, G., Molina, V. & Fuentes, A. (2008). *Hongos de la Reserva "La Fraternidad"*. Esquipulas, Chiquimula. Fondo Competitivo de Desarrollo Tecnológico Agroalimentario. 55 pp
- Mata, M. Halling, R. Mueller, G. M. (2003). *Macrohongos de Costa Rica*. Volúmen 2, Editorial Instituto Nacional de Biodiversidad INBio, Santo Domingo de Heredia. Costa Rica, 240 pgs.

- Mata, L. (1997) Análisis de la Flora Endemicorrizica en el cafetal de la finca El espino, Departamento de San Salvador. (Trabajo de graduación de Licenciatura en Biología, Universidad de El Salvador)
- Metzler Susan, Van Metzler & Miller Orson, 1992, Texas Mushrooms, A Field Guide, Jr. Scientific Advisor, University of Texas Press. Austin, 350 pgs.
- Ministerio de Educación de El Salvador, 1996, Historia Natural y Ecológica de El Salvador, Tomo II, Editorial Offset, S. A. de C. V. 365 pp.
- Moreno, C.E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. Zaragoza (España): M&T-Manuales y Tesis SEA, vol I.
- Moreno, G., García Manjon, J.L., Zugaza A., 1986, La Guía INCAFO de los Hongos de la Península Ibérica. TOMO II. Incafo, S.A. Madrid, España, 650 pgs.
- Olmedo, E. (1988). Estudio de la composición y dinámica de dos comunidades fúngicas del Parque Nacional Walter Thilo Deininger (Trabajo de graduación de Licenciatura en Biología., Universidad de El Salvador).
- Quintana, P. & Reyes, M. (1989) El mejoramiento del cultivo de *Pleurotus sajor-caju* utilizando diferentes desechos agroindustriales. (Trabajo de graduación de Licenciatura en Biología, Universidad de El Salvador)
- Pegler D.N., Laessoe, T., Spooner B.M., 1995, British Puffballs Earthstars and Stinkhorns. An Account of the British Gasteroid Fungi. Royal Botanic Garden, Kew. 255 pgs.
- Reserva de la Biosfera Apaneca-Ilamatepec, El Salvador C.A. Marzo de 2007. Equipo Técnico: Melibea Callo y Eduardo Rodríguez.

Roger Phillips, 1991, MUSHROOMS OF NORTH AMERICA, Little Brown and Company, USA, 319 pgs.

Suárez, D. (2001). *Diversidad y análisis estructural de los Aphylophorales del Bosque Protector "Mindo Lindo" provincia de Pichincha, Ecuador*. Consultado en Mayo, 2007.

Solomon, E.P, Ville, C.A. y Davis, P.W. (1987). *Biología*. Primera edición en español, México D.F. Nueva Editorial Interamericana S.A. de C.V. 1341 pgs.

Tovar Velasco, Joel A., Arenas Castillo, Sofía., López Martínez, Roberto., Rivera Hernández, Jaime E. (2006). *LOS HONGOS DEL PARQUE NACIONAL. Desierto de los Leones*. México: Gobierno del Distrito Federal, México.

Toledo, J. Escobar, G. (1983). *Hongos Salvadoreños*. San Salvador. Editorial Universitaria. Universidad de El Salvador.

Villarreal, R. (1996). *Los hongos silvestres: componentes de la biodiversidad y alternativa para la sustentabilidad de los bosques templados*. Consultado en Abril, 2007 en



**10. PAGINAS WEB CONSULTADAS**

[www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx).

[www.inbio.ac.cr](http://www.inbio.ac.cr).

[www.Indexfungorum.org](http://www.Indexfungorum.org)

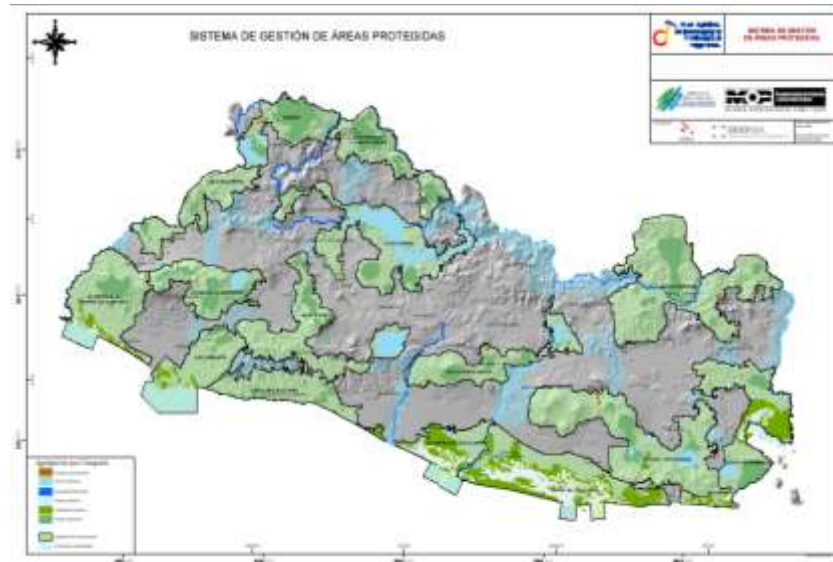
[www.Iyonia.org](http://www.Iyonia.org).

[www.mycobank.org](http://www.mycobank.org)

## ANEXOS

**Anexo 1**

## Mapa del Sistema de Gestión de Áreas Protegidas



Fuente: Ministerio de medioambiente y Recursos Naturales (MARN) 2007

**Anexo 2**

Territorio de la Reserva; Biosfera Apaneca-Ilamatepec en la que se encuentra el Complejo San Marcelino.



Fuente: Ministerio de medioambiente y Recursos Naturales. (MARN) 2007

### Anexo 3

Mapa del complejo San Marcelino, Santa Ana-Sonsonate



Fuente: Ministerio de medioambiente y Recursos Naturales. (MARN) 2006

### Anexo 4

Proceso de colecta de especies en una de las rutas de muestreo.





### **Anexo 5**

Equipo de guardarrrecursos, de la Asociación Salvadoreña para la Conservación y Medio Ambiente. ASACMA. 2009.



### **Anexo 6**

Vegetación cerrada, principalmente siempre verde, tropical Umbrófila submontana de la Ruta PI "Monte Bello"



**Anexo 7**

Vegetación cerrada, principalmente siempre verde, tropical Umbrófila submontana de la Ruta PIII “Las Tumbas”



## Anexo 8

Ficha técnica para colecta de Macromicetos, que se utilizó para la descripción macroscópica de los organismos colectados.

**Número de muestra**\_\_\_\_\_.

**PÍLEO**\_\_\_\_\_ diam. , forma \_\_\_\_\_, superficie (textura) \_\_\_\_\_  
 color (y en el disco)\_\_\_\_\_, margen (tipo) \_\_\_\_\_textura\_\_\_\_\_  
 contexto (color y cambios de color)\_\_\_\_\_ ancho (cm. o mm)\_\_\_\_\_  
 sabor\_\_\_\_\_, olor\_\_\_\_\_, otras\_\_\_\_\_

**LAMELAS** (color) \_\_\_\_\_, tipo de unión \_\_\_\_\_, espaciamiento\_\_\_\_\_,  
 margen\_\_\_\_\_, (ancho cm o mm); lamélulas (presentes o ausentes) \_\_\_\_\_,  
 secreciones o cambios de color, \_\_\_\_\_ otras\_\_\_\_\_

**ESTÍPITE** longitud (cm o mm) \_\_\_\_\_ ancho cerca del ápice \_\_\_\_  
 forma\_\_\_\_\_, posición \_\_\_\_\_, superficie (textura) \_\_\_\_\_,  
 color (o cambios de color) \_\_\_\_\_, contexto tipo y medida \_\_\_\_\_.

**Anillo o cortina** (posición, tipo, estructura y color) \_\_\_\_\_.

**Volva** (forma, estructura y color) \_\_\_\_\_, otras características  
 (Micelio en la base, estípote prolongado en el sustrato, rizomorfos) \_\_\_\_\_.

**Esporada;** presente o ausente, \_\_\_\_\_, color cuando este fresca y seca  
 \_\_\_\_\_. Otras; hábito \_\_\_\_\_, sustrato\_\_\_\_\_, pruebas  
 macroquímicas \_\_\_\_\_ número de cuerpos fructíferos \_\_\_\_\_

**FOTOGRAFÍA #** \_\_\_\_\_.

Con poros: tubos de longitud \_\_\_\_\_, cambios de color al manipular\_\_\_\_\_  
 cantidad de poros por mm.\_\_\_\_\_.

Si en lugar de lamelas **posee dientes:** longitud de los dientes\_\_\_\_\_.

Si en lugar de lamelas **posee venaciones:** longitud de las venaciones\_\_\_\_\_.

Cambos de color al manipularse \_\_\_\_\_.

Si en lugar de lamelas **posee una superficie totalmente lisa,** color o cambios de color:  
 \_\_\_\_\_

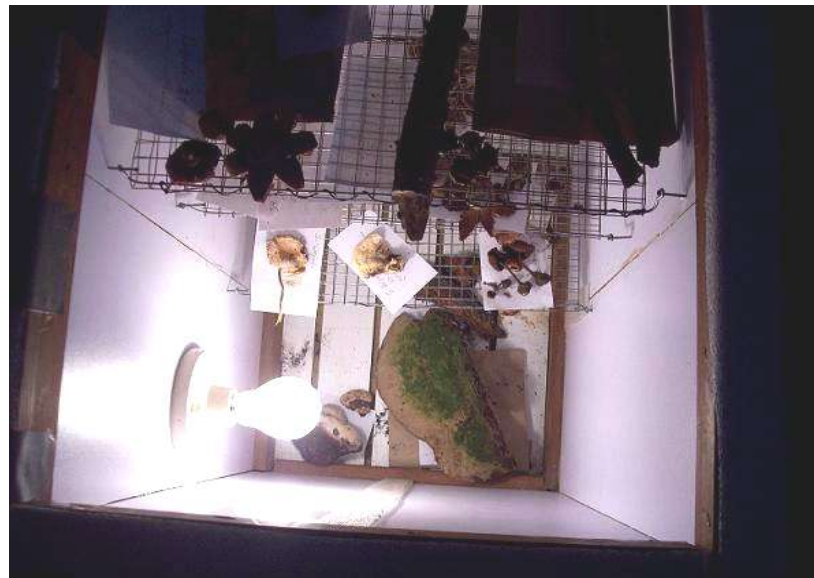
## Anexo 9

Colecta antes de realizar la respectiva determinación de géneros.



## Anexo 10

Secadora con Macromicetos disecándose, con una temperatura promedio de 60°-65° C







Anexo 11 *Marasmius aff. rotula* (Scop. ex Fr.)



Anexo 12. *Marasmius sp*



Anexo 13. *Marasmius haematocephalus* (Mont.) Fr.





Anexo 14. *Marasmius cladophyllus* Berk



Anexo 15. *Coprinus disseminatus* (Pers. :) S.F Gray



Anexo 16. *Lepiota* sp



Anexo 17. *Panellus sp*



Anexo 18. *Oudemansiella canarii* (Jungh.) Hohn.



Anexo 19. *Cortinarius aff. iodes* Berk. & Curt.





Anexo 20. *Amanita sp.*



Anexo 21. *Volvariella aff. specisa* (Fr.) Singer



Anexo 22. *Laccaria sp1*



Anexo 23. *Lactarius indigo* (Schw.) Fries



Anexo 24 *Geastrum aff. minimum* Schwein



Anexo 25. *Geastrum triplex* Jungh



Anexo 26. *Geastrum saccatum* Fr.



Anexo 27. *Myriostma coliforme* (Dicks.) Corda



Anexo 28. *Auricularia auricula* (Hook.)





Anexo 29. *Auricularia aff. polytricha* (Mont) Sacc.



Anexo 30. *Ramaria sp.*



Anexo 31. *Boletus sp1*



Anexo 32. *Filoboletus* sp



Anexo 33. *Hexagonia tenuis* (Hook.) Fr.



Anexo 34. *Polyporus tricholoma* Mont.



Anexo 35. *Lycoperdon umbrinum* Pers.



Anexo 36. *Cyathus striatus* Huds. Ex Pers.



Anexo 37. *Tremella fuciformis* Berk.





Anexo 38. *Entonaema liquescens* Moell.



Anexo 39. *Cordiceps melolanthae* (Tul.) Sacc



Anexo 40. *Cordiceps militaris* (L.) Link



Anexo 41. *Xylaria polymorpha* (Pers.) Grev.



Anexo 42. *Xylaria sp1*



Anexo 43. *Hypoxilon sp1*



Anexo 44. *Hypoxylon sp*