

Universidad Autónoma de México

Facultad de Estudios superiores Zaragoza

Carrera de Biólogo

Área de Biología de Suelos

DIVERSIDAD DE ECTOMICORRIZAS Y MICELIO EXTRARADICAL EN BOSQUE DE
Abies religiosa (H.B.K.) Schldl. & Cham., EN EL PARQUE NACIONAL IZTA-POPO

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGO

Presenta:

Cristina Heredia Acuña

Director de tesis:

M. en C. María de Jesús Sánchez Colín

México, Distrito Federal

2009.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

"If we make exceptions to protect ourselves, we risk something much more important. We risk losing the essence of who we are."

Stephenie Meyer

Agradecimientos.

Le agradezco a mis sinodales por brindarme un poco de su tiempo para revisar el trabajo de tesis.

Dr. Arcadio Monroy Alta

M. en C. María de Jesús Sánchez Colín

Biol. Rubén Zulbarán Rosales

Biol. Elvia García Santos

M. en C. Rosalva García Sánchez.

Gracias Maestra María de Jesús por apoyarme a lo largo del proyecto, le agradezco mucho todos los conocimientos que me compartió desde el primer día que pise el laboratorio, gracias por ser tan paciente.

Gracias a la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza por abrirme las puertas, brindando me la oportunidad de pertenecer a su cuerpo estudiantil.

Dedicatoria.

Son pocas las personas a las que en realidad amo, quiero y aprecio, pero gracias a Dios estas son las únicas que en verdad me demuestran día con día el cariño que hace ser feliz.

A mi mamá y papá que han sido luchadores incansables y que con su fuerza y autoridad han iluminado mi camino, siempre impulsándome hacia delante, forzándome a nunca abandonar las cosas ni dejarlas a la mitad, mil gracias ...espero nunca defraudarlos tratando siempre de llegar más alto.

A mis hermanas Rebeca, Luis Rubén, Carmen, Raquel, Miriam y Stephania, que han formado parte de mi vida les quiero adoro y admiro...

A Miriam y Stephania que han sido fuente de luz y alegría en estos tiempos de oscuridad gracias por ser un par de Angelitos Latosos.

A Gab's, Aya y Laura gracias por brindarme su amistad y apoyo, fueron mis pilares y fuentes de confianza, las quiero mucho, y aunque estemos algo lejos las unas de las otras siempre están en mis pensamientos.

Índice General

Resumen	1
Introducción	2
Justificación	4
Marco teórico	5
œ Fitobiontes	7
œ <i>Abies religiosa</i> (H.B.K.)	8
œ Micobiontes	9
œ <u>PHYLUM ASCOMYCOTA: Ascomicetos</u>	9
œ <u>PHYLUM BASIDIOMYCOTA: Basidiomicetos</u>	9
œ Hongos Ectomicorrízicos	11
œ Hongos Ectomicorrízicos en sistemas naturales	13
œ Índice de Diversidad	16
Zona de estudio	17
œ Bosque de pino	18
œ Bosque de oyamel	18
œ Bosque mesófilo de montaña	19
œ Fauna	19
œ Suelo	19
Hipótesis	20
Objetivo	
œ General	21
œ Particulares	22
Metodología	
œ Muestreo de áreas	23
œ Tratamientos de las muestras de suelo recolectado	24
œ Estabilidad de agregados	25

∞ Cuantificación de hifas	25
∞ Método de Rossy-Cholodny	26
∞ Muestreo de hongos	26
∞ Índice de diversidad de Shannon-Weaver	27
∞ Conteo de morfotipos	27
∞ Análisis estadístico	27
Resultados	
∞ Análisis de las propiedades físicas y químicas del suelo	28
∞ Biomasa de micelio presente en el suelo con respecto a la agregación del mismo.	30
∞ Recolecta de carpóforos	35
∞ Hongos identificados	36
∞ Diversidad y Abundancia de ECM: Índice de Shannon-Weaver.	38
∞ Estructura de la raíz: morfotipos	41
Conclusiones	44
Referencias	45
Apéndice 1	50
Apéndice 2	52
<hr/>	
Apéndice 3	54
<hr/>	



Resumen

Los hongos ectomicorrízicos (HECM) juegan un papel importante dentro de la manutención de los ecosistemas del bosque templado, ya que la ectomicorriza es la simbiosis que se establece entre un hongo y la raíz de una planta, en donde el hongo crece y forma un manto en la superficie de la raíz que penetra el córtex intracelularmente para producir la “red de Hartig”, se estima que el 15% de los fotosintatos de la planta se transfieren al hongo y a pesar del alto costo energético en los bosques naturales templados, la presencia del micobionte es obligada y es relevante esta simbiosis para el mantenimiento del equilibrio ecológico, así como su diversidad y abundancia de los HECM en los ecosistemas del bosque templado.

En el presente trabajo se evaluó la diversidad y abundancia de los HECM dentro del bosque de *Abies religiosa* en el Parque Nacional Izta-Popo. La zona muestreada fue dividida en dos parcelas una de las cuales representó el área conservada cuya vegetación es predominada por *Abies religiosa*, y la segunda se consideró como perturbada, siendo predominantes los pastos. El suelo presente es de tipo Andisol característico de la zona. Fueron identificadas 57 especies de hongos, 20 pertenecientes al área perturbada y 37 al área conservada, dichas especies se encuentran distribuidas en 5 órdenes y 17 familias. El área con mayor diversidad y abundancia está representada por el área conservada. Las especies más abundantes pertenecen a *Psathyrella* sp., *Cortinarius alboviolaceus*, *Suillus* sp., *Pleurotus ostreatus*, *Ramaria stricta* y *Xylaria* sp., y las de menor abundancia están representadas por *Hydnum repandum*, *Laccaria proxima*, *Russula* sp., y *Lepiota blanca*. Algunas de las especies encontradas en la recolección e identificación de los carpóforos concuerdan con los morfotipos encontrados en las raíces de los renuevos de *Abies religiosa* recolectados.

Se llevó a cabo una determinación de la biomasa del micelio extraradical (BME) de los hongos del suelo correlacionándolo con la estabilidad de agregados del suelo en cada área, durante la época de secas y la época de lluvias. En época de secas la BME y la estabilidad de agregados tuvieron una diferencia significativa entre ambas zonas, la BME y la estabilidad de los agregados fue baja en el área perturbada mientras que en la conservada se obtuvieron valores altos para ambos parámetros. En época de lluvias la BME del área perturbada presentó un aumento considerable sin embargo la estabilidad de los agregados no mejoró; en el área conservada ambos parámetros no presentaron gran diferencia.



Introducción

Los bosques tienen múltiples usos y es común observar sus aportes en cuanto al aprovechamiento de madera, leña, fauna silvestre, agua, forraje y recreación, cuyas contribuciones son comúnmente conocidas. El bosque de oyamel (Bosque de *Abies religiosa*) tiene una distribución dispersa y localizada, presentándose en forma de manchones aislados, muchos de ellos restringidos a cerros, laderas o cañadas. En el Eje Neovolcánico Transversal, en donde *A. religiosa* se encuentra ampliamente distribuida entre los 2800 y 3500 metros de altitud, sobre todo en aquellas laderas sombreadas y húmedas (Valenzuela *et al.*, 2004). La micobiota de los bosque de *Abies* es de las más ricas en especies (Guzmán, 1977), es por ello que es importante realizar investigaciones, las cuales en la actualidad son escasas, que permitan identificar a las especies de hongos que se encuentran en estos bosques.

El impacto de los hongos en el ambiente se debe a su papel central como desintegradores de la materia orgánica, y a las asociaciones parasitarias o simbióticas que establecen con muchos organismos (Guzmán, 1998). Todos los hongos son útiles, porque ayudan a reciclar las moléculas del mundo orgánico; en este sentido, los hongos no son solamente útiles sino indispensables. Los hongos con sus enzimas descomponen y transforman estos restos en sustancias más sencillas, muchas de las cuales son utilizadas por ellos mismos, aunque una gran parte queda en los terrenos y es aprovechada por las plantas que reciben un gran beneficio por esta transformación. Participan en el mantenimiento de la fertilidad de los suelos, ayudan a las bacterias en el proceso de nitrificación, especialmente en las fases de humificación y de amonización. Además, los hongos desempeñan una función importante en el equilibrio ecológico de la naturaleza en muchos aspectos. Así, los hongos simbiotes son necesarios o indispensables para el desarrollo de muchas plantas vasculares, sean herbáceas, arbustivas o arbóreas, tanto silvestres como cultivadas, que no prosperarían sin los hongos que forman micorrizas. Se podría decir que sin los hongos que viven en el suelo, en pocos años la Tierra sería un inmenso cementerio de cadáveres sin descomposición, lo que ocasionaría que la vida de los demás fuera difícil o imposible (Herrera y Ulloa, 1998). El bosque necesita de los hongos, ya que forman en las raíces de los árboles asociaciones simbióticas llamadas micorrizas, indispensables para la vida de los árboles (Herrera, 2003).



Dentro del grupo de las micorrizas encontramos a las endomicorrizas y a las ectomicorrizas; en el presente trabajo se presta mayor atención a las segundas. Estas se encuentran usualmente asociadas con árboles y arbustos y raramente con plantas herbáceas, en regiones templadas y boreales del globo terráqueo (Kaul, 2002). Las ectomicorrizas son estructuras simbióticas formadas entre los hongos del suelo y las raíces de las plantas; éstas juegan un papel ecológico importante en el transporte de nutrimentos, en las relaciones interespecíficas e intraespecíficas, y el mantenimiento de la biodiversidad en los ecosistemas (Liang Yu *et al.*, 2007). Las áreas tropicales y subtropicales pueden ser también ectomicorrízicas, especialmente en áreas en donde la actividad vegetal se encuentra restringida durante algunas épocas del año por razones edáficas, climáticas o bien otras razones ambientales (Kaul, 2002). Los hongos ectomicorrízicos (HECM) ayudan en la captura y obtención de nutrientes (especialmente de los inmóviles como el fósforo), provee de protección a las raíces contra agentes patógenos y aumentan la longevidad de las raíces alimentadoras. Los HECM son la primera interfase entre las raíces y el suelo forestal y desarrolla una variedad de funciones importantes como el mantenimiento de la estructura del suelo, amortiguador contra el estrés hídrico y en la protección de las plantas de los metales pesados que pueden resultar tóxicos (Amaranthus *et al.*, 1990).

El micelio extraradical de las micorrizas juega un papel importante en la formación de agregados estables en el suelo. La jerarquía de la estructura del suelo está dada por entidades que incrementan su talla o tamaño de la siguiente manera: Las partículas de arcillas dominan, y agrupan, microagregados (<250µm) y macroagregados (>250µm) las cuales dan inicio a la distribución jerárquica del tamaño de los poros. Los poros pueden ser definidos como microporos (<5µm), mesoporos (5-10 µm) y macroporos (>100 µm) (Dexter, 1988). El tamaño de los poros determina al organismo huésped, y el espacio del poro es influenciado por la actividad y metabolismo del organismo. Los poros entre los microagregados dentro de los macroagregados se sugieren que son el hábitat principal de los hongos del suelo (Bearden y Petersen, 2000). La simbiosis entre las micorrizas y las plantas ha demostrado un incremento de la estabilidad de los agregados, en donde los primeros influenciados son los macroagregados (Tisdall y Odes 1982). La estabilidad de los macroagregados de varios suelos está relacionada con la longitud de las hifas en el suelo. Dentro de cada macroagregado, las hifas forman una red que sobre pasa los 50 metros de hifas por gramo de agregados estables, o sobrepasa los 14 metros de micelio extraradical por centímetro de raíz (Barea, 1991). Estas hifas producen polisacáridos extracelulares a los cuales los micro agregados se encuentran fijados y atados en los macroagregados por la red de hifas (Robson, 1994).



Justificación

Por medio del presente trabajo se busca ampliar la información que se tiene sobre los HECM debido a que son muchos los aspectos que se desconocen de las comunidades fúngicas en México, especialmente de los HECM, como se pueden ver en las referencias. El papel que juegan los HECM en el ecosistema es muy importante debido a que participan en la manutención de las plantas proveyéndolas de nutrientes, cuya obtención resulta difícil debido a su poca disponibilidad o movilidad en el suelo como el caso del fósforo, y además se encuentran íntimamente ligadas al equilibrio del ecosistema, por lo que resulta de gran valor entender su estructura en términos de número, diversidad y abundancia de especies. Es por ello que por medio de este trabajo se busca ampliar el conocimiento de las especies que se encuentran en el bosque de *Abies religiosa* (H.B.K.) Schldl. & Cham., así como la relación de la biomasa miceliar extraradical con la estabilidad de los agregados del suelo donde crecen los *Abies* en el Parque Nacional Izta-Popo. Esta información resulta valiosa en la elaboración de programas de repoblación y reforestación de ecosistemas forestales, así como de plantaciones en las cuales las especies arbóreas de importancia económica puedan inocularse para que se asocien con hongos ectomicorrízicos seleccionados por ser nativos de la zona, no sólo con la finalidad de promover su crecimiento sino también en su adaptación a diferentes factores ecológicos.



Marco Teórico

La historia de las Micorrizas, se remonta a unos 460 millones de años, especialmente al período Devónico, donde posteriormente la actividad tectónica en el Mesozoico Tardío estuvo asociada con cambios radicales en la evolución de plantas y animales. En esta época, las Pinales dentro de las Gimnospermae y los hongos dentro del grupo Basidiomycotina aparecieron (Mukerji *et al.*, 2000).

El botánico alemán Albert Bernard Frank, en el año 1885, creó el término *Micorriza*, para el órgano compuesto de hongos y raíces. Las asociaciones entre las hifas de los hongos y las raíces están descritas en otras angiospermas arborescentes, y micorrizas del mismo tipo se encontraron en coníferas, especialmente en las *Pinaceae* (Burgess, 1971). Las micorrizas son órganos compuestos por la asociación simbiótica mutualista de hifas de hongos y raíces de plantas vasculares, aunque también pueden asociarse dichas hifas con los rizoides de las briófitas.

Las simbiosis micorrízicas varían según la clase de hongo y de planta involucrados y en sus características morfológicas e histológicas. En la mayoría de las asociaciones micorrízicas, uno de los miembros (la planta autotrófica) proporciona los compuestos carbonados, procedentes de la fotosíntesis, al otro miembro (el hongo heterotrófico). La excepción a esto sería las simbiosis que establecen ciertas plantas carentes de clorofila, y por ende, no fotosintetizadoras, con algunos hongos, los cuales abastecen a estas plantas con los compuestos orgánicos que necesitan para vivir y que los hongos obtienen previamente de manera saprobia como en el caso de la Pipa de Indio (*Monotropa uniflora*). Por otro lado, los hongos derivan agua y minerales esenciales del suelo que, después de pasar por los tejidos fúngicos, son incorporados a los tejidos de la planta. Existe por lo tanto un movimiento bidireccional, simultáneo, selectivo y polar, entre el hongo y la planta. Es selectivo por que sólo ciertas sustancias, no todo el contenido soluble de las hifas y de las células, parece trasladarse. Es polar por que el carbono pasa de la planta hacia el hongo, y los nutrientes obtenidos del suelo se transportan en dirección contraria.

Se reconocen dos tipos de micorrizas:

- a) Micorrizas endotróficas o endomicorrizas, en las que las hifas del hongo se establecen dentro de las células vivas de las raíces de la planta.
- b) Micorrizas ectotróficas o ectomicorrizas, en las que las hifas del hongo aparecen como un manto alrededor de los tejidos superficiales de las raíces, con hifas intercelulares pero no intracelulares (Herrera y Ulloa, 1998).



La relación simbiótica entre los hongos y plantas ha sido ampliamente discutida. De tal manera, que es bien conocido que los hongos ectomicorrízicos tiene una alta importancia en las comunidades forestales, debido al papel que juegan en el proceso de nutrición de los árboles del bosque, por medio de las extensas redes miceliarias que los conectan, les transportan nutrientes y de esta manera ayudan al mantenimiento de los ecosistemas forestales (Mukerji *et al.*, 2000).

La ectomicorriza (ECM) es la simbiosis que se establece entre un hongo y la raíz de una planta en donde el hongo crece y forma un manto, en la superficie de la raíz y penetra el córtex intercelularmente para producir una red conocida como "red de Hartig" (Wilcox, 1964). A los hongos involucrados se les conoce como micobiontes y a las plantas se les denomina fitobiontes. El término ECM, el más usual a la fecha, fue propuesto por Peyronel *et al.*, (1969).

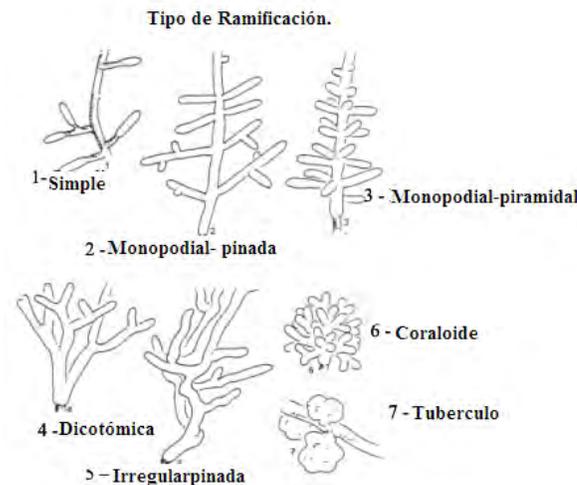
Las hifas fúngicas permanecen, en la superficie epidérmica, alrededor de la cual forman una vellosidad que reemplaza a los pelos radicales. Rodean de una densa capa de micelios (manto), las partes más finas de las raíces, hasta envolverlas por completo, incluso en el ápice vegetativo de la misma. Las hifas de los hongos envuelven las raíces de las plantas, penetran intracelularmente en el parénquima de la corteza, sin infectar sus células (red de Hartig). Los hongos que las forman son: Basidiomicetes y Ascomicetes principalmente. Sus filamentos micélicos, aunque pueden insinuarse a través de los espacios intercelulares de la raíz, no

penetran en sus células. Si los hongos ectomicorrízicos no están en contacto con una raíz su crecimiento es limitado y pueden morir rápidamente. Colonizan las raíces en un corto período de tiempo que puede estar entre los 5 y 12 días (Agerer, 1987).

Es importante mencionar que el uso de los caracteres morfológicos de los ápices ectomicorrizados (morfotipos) de los árboles constituye una herramienta

valiosa en la identificación de los hongos que generan su formación. Es bien conocido que las características morfológicas y anatómicas que confieren los hongos ectomicorrízicos a las raicillas (menores de 2 mm), que se transforman en ectomicorriza, son de gran utilidad para distinguir un hongo de otro. Los ápices ectomicorrizados o

Figura 1. Morfotipos (Agerer R. & Rambold G. 2004–2008).





morfotipos difieren ampliamente en su anatomía (**Figura 1**), lo que ha sido confirmado repetidamente (Agerer, 1987).

Se ha estimado que del 10 a 15% de la producción total de los fotosintatos de los fitobiontes, de ecosistemas templados, es transferido a los simbiontes fúngicos (Vogt *et al.*, 1991). A pesar de este elevado costo energético, en los bosques naturales templados, la presencia de los micobiontes es obligada, lo cual es indicativo de la relevancia de dicha simbiosis para el mantenimiento de estos sistemas (Brundett, 1991). Se ha demostrado que la ECM es responsable de una gran parte de la absorción de nutrimentos en los árboles de zonas templadas. Además, proporciona a los fitobiontes mayor captación de agua, fitohormonas, protección contra patógenos (Harley y Smith, 1983) e incremento en la longevidad de las raíces. Esto origina una dependencia enorme de las plantas asociadas y la ECM es frecuentemente una simbiosis obligada en la cual los fitobiontes no son capaces de sobrevivir en ausencia de la asociación con sus respectivos micobiontes.

FITOBIONTES

Géneros completos de árboles como *Abies*, *Pinus*, *Picea*, *Fagus* y *Quercus*, que cubren extensas áreas del planeta, no podrían sobrevivir en ausencia de la simbiosis ectomicorrízica (Meyer, 1973).

Las especies de plantas involucradas en la simbiosis ectomicorrízica se encuentran distribuidas ampliamente en el planeta y dominan regiones templadas naturales o modificadas por el ser humano. La simbiosis se forma entre cerca de 3% de las especies de plantas vasculares y hongos pertenecientes principalmente a los Basidiomycotina. Se incluye una gran cantidad de especies de importancia forestal, ya que abarca a todas las Pinaceae, cuyos miembros de esta familia son el mayor componente de los vastos bosques boreales del hemisferio norte, Fagaceae, los miembros de estas familia son dominantes en los bosque templados de norteamérica (Harley y Smith, 1983); Betulaceae y diversos miembros de Salicaceae, Tiliaceae, Rosaceae, Leguminosae y Juglandaceae (Meyer, 1973).

La mayoría de las especies de árboles dominantes en los bosques templados boreales y australes del globo forman ectomicorrizas. Grandes zonas del hemisferio norte se encuentran cubiertas por pináceas con ECM, principalmente de los géneros *Abies*, *Larix*, *Pinus* y *Picea*. En zonas más cercanas al ecuador se encuentran *Cedrus*, *Juniperus* y *Quercus*. Algunas angiospermas de estas zonas como *Alnus*, *Betula*, *Carpinus*, *Carya*, *Castanea*, *Fagus*, *Ostrya*, *Populus*, *Quercus*, *Tylia* y *Salix* también establecen ECM (Harley & Smith, 1983). La distribución geográfica de estos fitobiontes forma una franja que va desde Japón, a través de Eurasia, hasta Norteamérica;



incluye en el continente asiático zonas del Himalaya, China, Indonesia y Australia. En el continente americano es de importancia notar también que todas las especies de *Nothofagus* de Sudamérica son ECM obligadas (Meyer, 1973).

***Abies religiosa* (H.B.K.) Schldl. & Cham**

El *Abies religiosa* (H.B.K.) Schldl. & Cham es un árbol de 40 a 50 metros de altura, perenifolio. Se encuentra distribuido en los estados de México, Morelos, Puebla, Hidalgo, Tlaxcala, Veracruz, Jalisco, Michoacán, Guerrero y el Distrito federal, formado parte del bosque de coníferas.

Flores *et al.* (1971) estimaron que los bosques de oyamel ocupaban el 0.16% de la superficie de México, ahora los relictos de estos bosques representan menos de 0.1% (SEMARNAP, 1998). Los bosques de oyamel proporcionan beneficios económicos, biológicos y espirituales, destacan sus funciones de recreación, protección contra la erosión, captación de agua y regulación de la escorrentía (Hernández, 1985), por ello es necesario iniciar trabajos tendientes a evaluar su estado natural actual y su ecología.

El principal producto obtenido del *Abies religiosa* es la madera, la cual se utiliza para la leña, aserrío, construcciones rurales y urbanas, así como para fabricar pulpa para el papel, la madera de *Abies*, es preferida entre otras coníferas debido a su suavidad y a su utilidad como combustible, además se comercializa como arbolitos navideños. El tronco de los árboles jóvenes presenta gran cantidad de vejigas llenas de trementina, la cual recibe el nombre de aceite de palo o trementina de oyamel. Esta sustancia es muy apreciada en la industria de barnices y pinturas y como agente aromatizante de jabones, desinfectantes, desodorantes, detergentes y perfumes. La trementina se utiliza como bálsamo para fines medicinales. En algunos lugares, sus ramas se usan como motivo ornamental en ceremonias religiosas y los individuos jóvenes como árboles de navidad (Rzedowski, 1981).



MICOBIONTES

Los miembros del reino fungi se clasifican generalmente en cinco grupos principales o Phyla: *Chytridiomycota*, *Zygomycota*, *Ascomycota*, *Basidiomycota* y *Glomeromycota*. Los criterios usados para distinguir estos grupos incluyen características de estructura básica (morfología), patrones moleculares (estudios de la secuencia de ADN) y ciertos patrones de reproducción. De estos phylum, los *Basidiomycota* y *Ascomycota* son lo que forman las ectomicorrizas en asociación con árboles del bosque templado.

PHYLUM ASCOMYCOTA: Ascomycetos

Son el grupo de mayor número de especies del reino de los hongos, con 3 266 géneros y 32 267 especies. Entre los ascomicetos están las levaduras y mildíus pulverulentos, muchos de los mohos negros y verde-azules comunes, las colmenillas y las trufas.

En los ascomicetos, las hifas están divididas por paredes transversales o tabiques. Cada compartimiento generalmente contiene un núcleo separado, pero los tabiques tienen poros a través de los cuales pueden moverse el citoplasma y los núcleos. El ciclo de vida de un ascomiceto incluye típicamente tanto la reproducción asexual como la sexual. Las esporas asexuales se forman comúnmente aisladas, o en cadenas, en el ápice de una hifa especializada. Se caracterizan por ser muy pequeñas y numerosas, y se las denomina *conidios* (Curtis, 2000). Todas las especies forman, como resultado de la reproducción sexual, una estructura parecida a un saco denominado *asca* la cual contiene comúnmente ocho *ascosporas*. Esta es la característica básica que unifica a los miembros de este grupo (Nason, 2001).

PHYLUM BASIDIOMYCOTA: Basidiomicetos

Constituyen el grupo de hongos más familiar, ya que incluye a los hongos de sombrero (basidioma), conocidos en muchos países con el nombre de setas. Se conocen 1 428 géneros y 22 244 especies. La seta -fructificación o basidiocarpo- es el cuerpo fructífero en donde se producen las esporas. Está compuesto por masas de hifas fuertemente compactas. El micelio, a partir del cual se producen los basidiocarpos, forma una trama difusa que puede crecer radialmente varios metros. Las fructificaciones habitualmente se forman en los bordes externos del círculo, donde el micelio crece más activamente debido a que ésta es el área en la cual hay más nutrientes.



Tienen hifas subdivididas por tabiques perforados. La reproducción se inicia por la fusión de hifas haploides que forman un micelio dicariótico. Las esporas (basidiosporas) se forman externamente sobre una estructura que recibe el nombre de basidio (Griego *basidium* “garrote”).

Los basidiomicetos más populares pertenecen al grupo de los “hongos de sombrero” o *Agaricales*, que se caracterizan por tener forma de sombrilla con un pie generalmente central. Las esporas de estos hongos se encuentran en los surcos o laminillas situadas debajo del sombrero o píleo. Si se separa el pie del sombrero de uno de estos hongos maduros y se lo coloca sobre un trozo de papel blanco con las laminillas hacia abajo, liberará masivamente sus esporas que forman una copia en negativo de la estructura del conjunto de laminillas llamada *impronta*. La parte fértil de un basidiocarpo, donde se hallan los basidios, se denomina himenio. Las esporas de los distintos grupos presentan una amplia gama de colores, formas, ornamentaciones y tamaños (Curtis, 2000).

El cuerpo vegetativo del hongo, está formado por una masa de hifas blancas ramificadas filiformes que en su mayor parte son subterráneas. Las hifas están tabicadas, pero los tabiques no están perforados como en los ascomicetos. Después de cierto tiempo aparecen a intervalos sobre el micelio masas compactas de hifas llamadas “yemas”. La yema da lugar a la formación que se suele denominar como seta, formada por tallo y casquete. En la cara inferior del casquete se encuentra muchas láminas perpendiculares llamadas laminillas, que se extiende radialmente desde el tallo hasta del borde del casquete. Los basidios se desarrollan sobre la superficie de estas láminas. Cada basidio da origen a cuatro basidiosporas haploide (Vilée, 1979)

HONGOS ECTOMICORRÍZICOS.

Los Hongos ectomicorrízicos (HECM) se encuentran distribuidos dentro de varias familias de Basidiomicetes, y algunos Ascomycetes. A continuación se presenta una tabla donde se muestra la distribución de los HECM en el reino Fungi.

Familia	Género	Familia	Género
Basidiomicetes		Gasteromycetes	
Agaricaceae	<i>Lepiota</i>	Hymenogastraceae	<i>Alpova</i>
	<i>Amanita</i>		<i>Rhizopogon</i>
Amanitaceae	<i>Amanitopsis</i>	Geastraceae	<i>Geastrum</i>
	<i>Boletinus</i>		<i>Astraeus</i>
	<i>Boletus</i>	Lycoperdaceae	<i>Calvatia</i>
	<i>Fistulinella</i>		<i>Lycoperdon</i>
	<i>Gyrodon</i>	Phallaceae	<i>Clathrus</i>
	<i>Gyroporus</i>		<i>Phallus</i>
Boletaceae	<i>Krombholzia</i>	Pisolithaceae	<i>Pisolithus</i>
	<i>Leccinum</i>	Sclerodermataceae	<i>Scleroderma</i>
	<i>Suillus</i>		
	<i>Tilopilus</i>	Ascomycetes	
	<i>Xerocomus</i>	Balsamiaceae	<i>Balsamia</i>
	<i>Alnicola</i>	Elaphomycetaceae	<i>Elaphomyces</i>
	<i>Cortinarius</i>	Geneaceae	<i>Genea</i>
Cortinariaceae	<i>Hebeloma</i>	Geoglossaceae	<i>Cudonia</i>
	<i>Inocybe</i>		<i>Spathularia</i>
	<i>Rozites</i>	Helellaceae	<i>Helvella</i>
Gomphideaceae	<i>Gomphidius</i>		<i>Bassia</i>
Hygrophoraceae	<i>Hygrophorus</i>	Hydnotryceae	<i>Choiromyces</i>
Paxillaceae	<i>Paxillus</i>		<i>Hydnotrya</i>
	<i>Clitopilus</i>	Otidiaaceae	<i>Otilia</i>
Rhodophyllaceae	<i>Rodophyllus</i>		<i>Geopora</i>
	<i>Lacctarius</i>	Pyronemaceae	<i>Lachnea</i>
Russulaceae	<i>Russula</i>		<i>Sepultaria</i>
	<i>Boletellus</i>	Rhiziniaceae	<i>Gyromitra</i>
Strobilomycetaceae	<i>Strobilomyces</i>		<i>Mukomyces</i>
	<i>Laccaria</i>	Terfeziaceae	<i>Picoa</i>
	<i>Leucopaxillus</i>		<i>Terfezia</i>
Tricholomataceae	<i>Lyophyllum</i>		<i>Birmanina</i>
	<i>Tricholoma</i>		
Cantharellaceae	<i>Cantharellus</i>		
Hydnaceae	<i>Hydnum</i>	Phycomycetes	
	<i>Corticium</i>	Endogonaceae	<i>Endogone</i>
Thelephoraceae	<i>Thelephora</i>		
		Imperfecti	
			<i>Cenococcum</i>

(Harley y Smith, 1983)



Las ECM en los ecosistemas forestales naturales de las regiones templadas, son asociaciones obligadas debido a que es uno de los mecanismos homeostáticos de mayor importancia en el sistema. Es un elemento que conecta dos importantes subsistemas: el primario, constituido principalmente por los fitobiontes, y el descomponedor. La ECM regula las cantidades de nutrimentos (degradados a partir de sustancias orgánicas, por hongos y bacterias para ser reciclados) que se traslocan del suelo a los fitobiontes. Asimismo, controla las cantidades de sustancias rizosféricas principalmente carbohidratos, traslocados de los árboles al suelo (Pérez-Moreno y Read, 2004).

Varios estudios han demostrado que mientras más se examina la distribución y función de los sistemas micorrízicos intactos en sustratos naturales y seminaturales, es mayor la certeza de que mientras que el micelio de los hongos arbusculares puede verse legítimamente como una extensión espacial y funcional del sistema de la raíz el cual le provee de soporte, el micelio de la ectomicorriza juega por mucho un rol más importante. No solo asume ampliamente el rol de la raíz en el caso de varias especies de plantas, sino que éstos también tienen los atributos bioquímicos necesarios para proveer al hospedero del acceso a nutrimentos contenidos en fuentes orgánicas que de otra manera no serían disponibles (Abuzinadah y Read, 1986).

La asociación ectomicorrízica mantiene una estrecha relación con tres elementos en un sistema natural:

1. Ambiente físico y químico: Es afectada por el macroclima a través de la temperatura y la precipitación, sin embargo, la funcionalidad de la simbiosis es influenciada principalmente por el microclima, es decir las condiciones de luz, temperatura, composición gaseosa de espacios porosos y humedad de las zonas específicas del suelo donde prosperan. Asimismo las propiedades edáficas como el contenido de materia orgánica, la composición mineral y la disponibilidad nutrimental, afectan y se ven afectadas por las ECM.
2. Poblaciones Vegetales: Existen diversos aspectos como la edad del arbolado, la composición de especies vegetales y la densidad de la población (dosel), que influyen de manera importante en el funcionamiento de la ECM.
3. Biota del suelo: El suelo es un ente biológico, más que un sustrato dentro del cual se efectúan interacciones benéficas o antagónicas, directas o indirectas entre sus componentes (Pérez-Moreno, 1998).



La importancia ecológica de la asociación ectomicorrízica se fundamenta en que mejora la capacidad de la planta para la adquisición de nutrientes minerales y agua del suelo, reducción de la toxicidad de metales pesados y otros contaminante, incrementa la resistencia de las plantas a patógenos e incremento del crecimiento de la planta (Carrera, 2004).

La simbiosis tiene además relevancia por que los hongos asociados son de importancia económica por su valor culinario, como la trufa negra (*Tuber melanosporum* Vitt.) en Francia y recientemente en nueva Zelanda; la trufa blanca (*T. magnatum* Pico) en Italia; el hongo blanco o matsutake (*Tricoloma matsutake*) en Japón; el duraznillo, chantarel o rebozuelo (*Cantharellus cibarius* Fr.) y el enchilado o lactaire (*Lactarius*) en Europa y Norte América, etcétera. Algunos de estos hongos llegan a tener un costo hasta de US \$3000 por Kg (Rodríguez *et al.*, 2004).

Son muchos los aspectos que se desconocen de las comunidades de hongos ectomicorrízicos en su hábitat. Sería de gran valor entender en un ecosistema cómo es su estructura en términos de número y abundancia de especies, su distribución espacial y temporal, el origen y mantenimiento de su variación genética, la autoecología de las especies dominantes, los factores ambientales que afectan su población, etcétera. Si se logra obtener tal conocimiento científico, éste podría ser un aliado valioso en la elaboración de programas tanto de repoblación y reforestación de ecosistemas forestales, así como de plantaciones en los que las especies arbóreas de importancia económica que puedan inocularse para que se asocien con hongos ectomicorrízicos seleccionados, no sólo en su capacidad de promover su crecimiento sino también en su adaptación a diferentes factores ecológicos (Rodríguez *et al.*, 2004).

Hongos ectomicorrízicos en sistemas naturales

Allen *et al.*, (1995), denotaron la necesidad de estudiar los patrones de diversidad de los hongos ectomicorrízicos en las zonas templadas, ya que su distribución se incrementa en los bosques de coníferas de latitud norte a pesar de que la diversidad de plantas hospederas es baja.

Los hongos forman parte de los organismos que habitan los bosques, en donde cumplen una importante función ecológica dentro del subsistema de la degradación y junto con los demás organismos que integran este subsistema, son considerados por Harvey *et al.*, (1979) como uno de los principales determinantes biológicos de la calidad del sitio forestal.

El impacto de los grupos de hongos en los procesos biogeoquímicos que se desarrollan en los ecosistemas forestales, dependen de sus características biológicas tan peculiares que les permite ser eficientes catalizadores que aceleran o restringen los ciclos de los nutrimentos (Remacle,



1981). Los procesos bioquímicos donde los hongos actúan como catalizadores son diversos, tales como: a) mineralización-inmovilización; b) óxido-reducción; c) volatilización fijación; y d) precipitación-solubilización (Alexander, 1971). Dichas actividades incluyen diversos ciclos entre los que destaca el del carbono, además de otros elementos minerales como: el nitrógeno, fósforo, azufre y boro (no metálicos); potasio, calcio y manganeso (metales ligeros) y los metales pesados: hierro, manganeso, cobre, zinc y molibdeno (Assmann, 1970).

Los HECM son parte de los hongos que habitan el suelo y que viven en simbiosis con los árboles hospederos. Muchas especies de árboles de los bosques boreales viven como simbioses de los HECM. Los cuales con sus extensas redes de micelio extraradical tienden a extender el volumen de búsqueda de las raíces. Muchas investigaciones se han enfocado en su habilidad de liberar nutrientes de la materia orgánica en el suelo. Pero hay evidencia de que los HECM también liberan nutrimentos de los minerales. En podzoles de Europa y América los minerales erosionados contienen túneles microscópicos presumiblemente creados por los HECM. Se mantiene la hipótesis de que las hifas vivas de los HECM viven en contacto directo o cercano con la superficie del mineral disolviéndolo por medio de los aniones orgánicos exudados como el oxalato y subsecuentemente remueve los productos erosionados. Estos túneles fueron hallados típicamente en podzoles, el tipo principal de suelo en bosques boreales. Se sugiere que el HECM acelera la erosión o degradación de minerales en el horizonte E causando la movilización de Al y Fe (Smits, 2006).

El micelio extraradical es la estructura más importante, por formar la interfase entre el suelo y la planta. Es fundamental es la transferencia de nutrientes que se difunden lentamente en el suelo como el fósforo, como consecuencia se cree que hay mejoría en las relaciones hídricas de la planta. Miller y Jastrow, indican que el micelio externo mejora las condiciones físicas del suelo favoreciendo la agregación, al generar redes indispensables para la formación de macro agregados, además de los beneficios en el mantenimiento de las plantas. Se ha logrado establecer relaciones entre la longitud del micelio externo, con factores como: propiedades físicas del suelo, labranza, cobertura del suelo, tipo de cultivo, disponibilidad de fósforo, entre otros (Paz, 2007).

Como degradadores, los hongos son los principales agentes de la descomposición de restos orgánicos y del reciclaje de nutrimentos en los bosques (Lindeberg, 1981). Se estima que el 95% del metabolismo heterotrófico es generado por los organismos degradadores dentro de los cuales los hongos contribuyen con el 90% del total (Reichle *et al.*, 1973). Su función como simbioses mutualistas es también relevante, ya que se ha estimado que las micorrizas representan el 50% de la biomasa total y el 43% del nitrógeno recirculado anualmente en un



ecosistema de *Pseudotsuga menziesii* en Oregon, E.U.A. (Fogel, 1980). Además, Fogel y Hunt (1979) estiman que el 50.5% de la biomasa total anual producida en un rodal de Abeto Douglas (30,324 kg/ha), fue aportada por los hongos. Dichos autores observan que el reciclaje de los hongos fue 5 veces más rápido que el del mantillo forestal y que además, los aportes de las micorrizas fueron tres veces mayor al de los combinados por los troncos, ramas y hojas. Por otra parte, se ha podido demostrar que las raíces y los hongos micorrízicos representan alrededor del 70 a 80% de la producción primaria neta en los bosques de *Abies amabilis* y *P. menziesii* en los EUA (Vogt *et al.*, 1982).

Cabe resaltar que los hongos silvestres (tanto degradadores como micorrízicos) transfieren información de los restos orgánicos de las plantas mediante la degradación, a un sistema de mayor orden, facilitando la producción de fotoasimilados por las plantas (Perry y Choquette, 1987). Estos hechos son de gran relevancia, ya que existe una relación causal entre los siguientes procesos: la degradación favorece la recirculación de los nutrientes y a su vez el flujo de los fotoasimilados de la planta hacia las raíces e hifas de las micorrizas. Dicha distribución de fotoasimilados ayuda a mantener una gran diversidad de comunidades de organismos del suelo, mismos que estabilizan los ecosistemas durante las fluctuaciones ambientales o en periodos de estrés ambiental, manteniendo positivamente la fotosíntesis neta y reduciendo los niveles de entropía del sistema (Perry *et al.*, 1989).

Generalmente se ignora la importancia de la relación ectomicorrízica, porque ocurre bajo el suelo y de manera “invisible”, sin embargo más del 90% de las plantas terrestres están asociadas con los hongos micorrízicos, donde dos tercios de ellos son micorrizas arbusculares, pero las especies de los árboles predominantes en bosques templados como lo son *Pseudotsuga*, *Picea*, *Abies*, *Salix*, *Quercus*, *Betula* y *Fagus* se asocian a ectomicorrizas (Futai *et al.*, 2008).

En México, los estudios ecológicos de los hongos son escasos, desconociéndose la potencialidad de las poblaciones silvestres y sus posibilidades de uso sustentable, a pesar de que son un componente importante de la biota (Villarreal, 1995). Tomando en cuenta que los hongos son un componente de la biodiversidad microbiana y un elemento estructural y funcional de los ecosistemas forestales (Hawksworth y Mound, 1991) y que además constituyen un recurso potencial para el descubrimiento de nuevos procesos y productos biotecnológicos (Bull *et al.*, 1992; Nisbet y Fox, 1991), es necesario iniciar investigaciones en México sobre sus patrones de diversidad y abundancia.



Índice de Diversidad

El índice de diversidad específica de Shannon, se basa en suponer que la heterogeneidad depende del número de especies presentes y de su abundancia relativa en una comunidad. Conceptualmente, es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad. Esto es, si una comunidad de S especies es muy homogénea, por ejemplo porque existe una especie claramente dominante y las restantes S-1 especies apenas presentes, el grado de incertidumbre será más bajo que si todas las S especies fueran igualmente abundantes. O sea, al tomar aleatoriamente un individuo en el primer caso tendríamos un grado de certeza más alto (menos incertidumbre) que en el segundo; porque, mientras en el primero, la probabilidad de que pertenezca a la especie dominante será cercana a uno, mayor que para cualquier otra especie; en el segundo, será la misma para cualquier especie. Si se desea cuantificar este grado de incertidumbre, es posible apoyarse en la teoría de la información suponiendo una población infinita. Sobre esta base el índice de Shannon se define como (Shannon y Weaver, 1949):

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

Siendo la proporción de la i-ésima especie en una comunidad de S especies. La interpretación del antilogaritmo de H' , o sea de $e^{H'}$ cuantifica el número de especies, igualmente abundantes, suficiente para producir el mismo grado de incertidumbre, o sea el mismo valor de H' .

El valor de H' se estima utilizando datos de la abundancia a campo de cada especie como:

$$\hat{H}' = -\sum P'_i \ln P'_i$$

Siendo $P'_i = n_i / N$ o sea un cociente entre la abundancia de la i-ésima especie en la muestra y la abundancia total (Hutcheson, 1970).

Este índice es de gran utilidad en la realización de trabajos donde se quiere conocer las especies presentes y su abundancia, por ello se utilizó en la presente investigación.



ZONA DE ESTUDIO

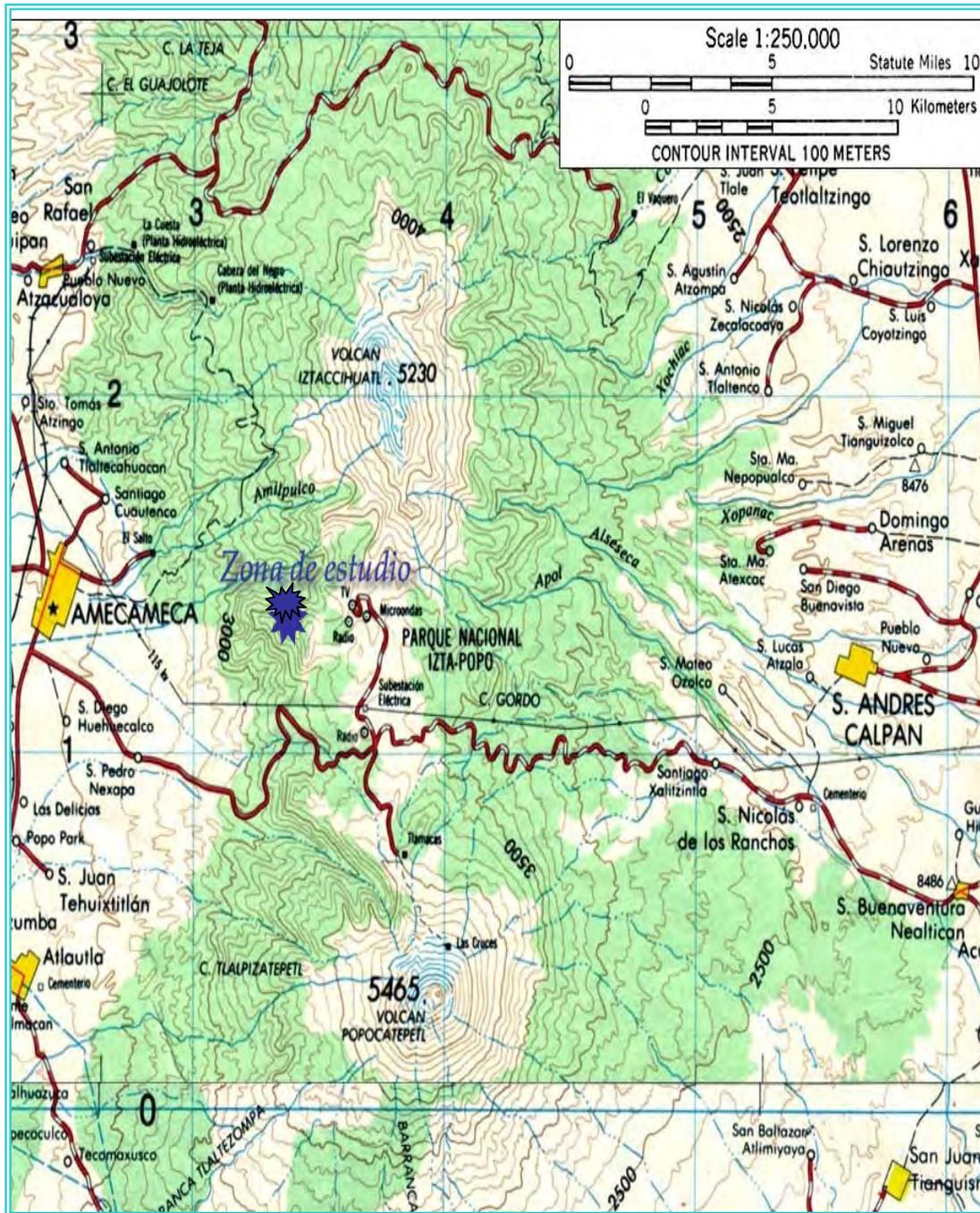


Figura 2. Mapa del Parque Nacional Iztacalco y localización de la zona de estudio. (★)



El Parque Nacional Izta-Popo, esta comprendido dentro del macizo montañoso denominado Sierra Nevada mismo que flanquea al oriente de la Cuenca de México en el área de Puebla, México y Morelos. Forma parte de la providencia fisiográfica conocida como Sistema o Eje Volcánico Transmexicano. La región se localiza dentro de la zona templada subhúmeda como la mayoría del sistema montañoso del país. El punto en donde se trazo la zona de estudio tiene las siguientes coordenadas 19°05'08" Norte, 98°40'08" Oeste, a 3373 m.s.n.m., en el bosque de *Abies religiosa* (Figura 2).

La vegetación predominante la integran los bosques de coníferas y encinos, los cuales juegan un papel esencial en relación con el ciclo hidrológico, la formación y conservación de suelos y la biodiversidad que sustentan. La flora fanerógama es muy rica en el área que presentamos, en total se han detectado 914 especies lo que equivale al 5% del total del país, sin contar todavía con el registro sistemático de la ladera oriental; ello hace suponer la existencia de aproximadamente 1,180 especies.

Una de las clasificaciones más recurrentes en cuanto a los principales tipos de vegetación localizados en el parque es la que nos brinda Rzedowski (1981) por lo que tomaremos a esta para determinar dicha vegetación de la siguiente manera:

I. Bosque de Pino

El bosque de pino se localiza en elevaciones por arriba de los 2 400 m.s.n.m y alcanza altitudes de hasta 2 900, corta donde suele mezclarse con el oyamel para formar rodales en los que ni el *Pinus* ni el *Abies* resultan claramente dominantes. Los pinares son comunidades donde el estrato más importante es el arbóreo, con alturas promedio entre los 20 y 30 m.

II. Bosque de Oyamel

Se localiza hacia la parte alta, en elevaciones por encima de los 2 900 m.s.n.m. y con clima Cb'(w₂) (templado, semi-frío, con verano fresco largo, sub-húmedo, lluvias de verano del 5 al 10.2% anual).

El bosque de oyamel presenta tres estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo; siendo el primero, con una altura promedio de 30 m, el más importante. La especie dominante en esta comunidad es *Abies religiosa* y sus copas suelen cubrir entre el 80 y 100% de la superficie.

En los sitios donde el dosel es cerrado, debido a que la densidad de árboles es elevada, las condiciones de penumbra son tales que los estratos inferiores se encuentran poco desarrollados. Donde las condiciones lumínicas lo permiten, existe un estrato arbóreo inferior constituido por *Garrya ovata*, *Buddleia sp.* e individuos juveniles de *Abies religiosa*.



las familias mejor representadas son Asteraceae y Gramineae. También son frecuentes en la zona algunas especies de helechos.

III. Bosque Mesófilo de Montaña

Fisonómicamente es un bosque denso, con árboles de entre 15 y 20 m de altura; presenta un estrato arbóreo bajo, así como un estrato arbustivo bien definido. El estrato herbáceo resulta exuberante, con un gran número de diferentes especies. La cantidad de Briofitas y Pteridofitas es elevada, y hay gran abundancia de trepadoras (entre ellas *Rhus* sp.) y epífitas (de las familias Orchidaceae, Piperaceae y Bromeliaceae). Dentro del estrato arbóreo, la especie importante pertenece al género *Quercus*. A pesar de que no se encontraron árboles de las familias Clethraceae (género *Clethra*), Hamamelidaceae (género *Liquidambar*), Magnoliaceae (género *Magnolia*) ni Rosaceae (género *Prunus*), característicos de este tipo de vegetación.

IV. Fauna

En cuanto a fauna se tiene registrada la existencia de un total de 16 familias, 37 géneros y 52 especies, lo que significa el 30% del total de mamíferos existentes en el país, además contiene casi la mitad de las especies representadas en el Eje Neovolcánico Transversal.

V. Suelo.

El suelo del Parque se conforma principalmente de Litosoles que pueden estar asociados con regosoles y andosoles en ciertas áreas muy restringidas; Regosoles; Andosoles (andosoles húmicos, andosoles vítricos); Cambisoles; Fluvisoles.



Hipótesis.

- Suponemos que la diversidad y abundancia de los hongos ectomicorrízicos varía de acuerdo al grado de perturbación del bosque *Abies religiosa* (H.B.K.) Schldl. & Cham (zona deteriorada y zona conservada), por ello los hongos serán más diversos y abundantes, con mayor biomasa del micelio extraradical ocasionando mayor estabilidad en los agregados del suelo en la zona conservada



Objetivo general.

- Evaluar la abundancia y la diversidad de los hongos ectomicorrízicos, así como la estabilidad de los agregados del suelo con respecto a la biomasa del micelio extraradical presente en el suelo del bosque de *Abies religiosa* (H.B.K) Schldl & Cham, a una Zona Conservada y otra Deteriorada, en el Parque Nacional Izta-Popo.



Objetivos Particulares.

- Evaluar algunas de las características físicas y químicas del suelo presente en la zona de estudio, con la finalidad de conocer las condiciones en las que se encuentra los HECM, como pH, materia orgánica, densidad aparente y real, % de humedad, textura , % de espacio poroso
- Evaluar la biomasa del micelio extraradical de los hongos presentes en el suelo en la época de seca y húmeda en una zona conservada y una deteriorada.
- Analizar la relación de la estabilidad de los agregados del suelo en las dos zonas (zona deteriorada y zona conservada), con la biomasa del micelio extraradical (ME).
- Evaluar la diversidad y abundancia de HECM en el bosque de *Abies religiosa* (H.B.K.) Schldl. & Cham.
- Reconocer los morfotipos presentes en las raíces de los renuevos de *Abies religiosa* (H.B.K.) Schldl. & Cham.



Metodología

Muestreo de áreas (Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000.):

La Zona de estudio se encuentra localizada en las coordenadas: 19°05'08'' Latitud Norte, 98°40'08'' Longitud Oeste, a una altura de 3373 m.s.n.m., en el bosque de *Abies religiosa*, dentro de el Parque Nacional Izta-Popo. Para el estudio se delimito una parcela permanente de 10x10 m (100 m²) mediante estacas las cuales fueron clavadas en sus vértices unidas por hilo cáñamo. Esta parcela fue dividida en dos subparcelas permanentes una de las cuales (Zona Conservada Fig. 3a.) presentaba la una vegetación dominante de *Abies religiosa* (H.B.K) Schldl & Cham y en la parte más baja se podían encontrar algunos individuos de *Pinus* sp. La segunda subparcela fue tomada como Zona Deteriorada o Perturbada (Fig. 3b.), en la cual se presenta una vegetación predominante de pastos, el estrato arboreo es nulo en la parte central y se



encuentra rodeada por árboles de *Abies religiosa*.

Fig.3a Zona Conservada

Fig. 3b Zona Deteriorada.

Vegetación de soto del bosque de *Abies religiosa*

La recolección del suelo se llevó acabo de dos formas:

1. Se realizó un muestreo en zig-zag, tomando cinco muestras con el tubo de policloruro de vinilo (PVC) con un diámetro de 3 pulgadas y 15 cm de largo, en cada parcela de forma



aleatoria. Los tubos fueron enterrados en cada punto elegido, cuidando que el suelo no perdiera su estructura al extraer el tubo con la muestra.

- a. Una vez extraída la muestra el tubo fue sellado con cinta canela por ambos lados para evitar la pérdida del suelo y su humedad, cada muestra fue numerada y etiquetada y posteriormente colocada en su respectivo contenedor para ser transportada y tratada en el laboratorio.

2. Para las pruebas químicas y físicas, se elaboraron muestras compuestas, al igual que en el muestreo anterior se llevo acabo un muestreo en zig-zag, durante el cual se tomaron entre 17 muestras individuales, utilizando una pala se cavaron agujeros circulares de 0-20 cm. de profundidad. El suelo extraído se deposito en bolsas de plástico. Las muestras tomadas fuero de proximadamente 1 Kg. Cada muestra se dejó en su respectivo lugar y se les colocó una etiqueta donde se especificó el lugar en el que fueron tomadas. Una vez extraídas las 17 muestras se revolvieron para formar una mezcla compuesta. Los pasos anteriores se llevaron acabo en cada una de las dos parcelas establecidas para el estudio (Jackson, 1982).

Tratamiento de las muestras de suelo recolectado

Un vez en el laboratorio el suelo (muestra compuesta) fue secado a temperatura ambiente, se extendió en una superficie libre de contaminantes, de forma que esta tuviera una profundidad de 2.5 cm, se colocó a la sombra a una temperatura de entre 25-35 °C, y una humedad relativa de 30-70 %. El suelo se tamizado, para separar las piedras y materia orgánica presente en la muestra. Haciendo pasar a este por el tamiz de 2 mm.

Una vez hecho el tratamiento anterior se procede a realizar el análisis químico y físico del suelo.

La muestras de suelo fueron analizadas por medio de las técnicas clásicas utilizadas en los laboratorios de suelo, las cuales se muestran el **Cuadro 1**, (Jackson, 1982).

Cuadro 1. En la tabla se muestran las pruebas químicas y físicas de los suelos, el método y la fuente bibliográfica.

Prueba	Método	Fuente bibliográfica.
pH	Potenciométrico	Jackson, 1982
Determinación del Color del Suelo	Tablas Munsell	García, 1984
Densidad Real	Método del picnómetro.	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000.



Materia orgánica	Método de Walkley y Black.	Reyes, 1996
Textura del Suelo	Procedimiento de Bouyoucous	Reyes, 1996

Estabilidad de los agregados

La estabilidad de los agregados fue evaluada utilizando los criterios de Schlichting y Blume (1966), de acuerdo al grado de descomposición de los agregados al ser saturados con agua, en el **Cuadro 2** se muestran los criterios tomados para dicha prueba.

- 1) Colocar 10 agregados de suelo de diámetro entre 1 a 3 mm. en una cápsula de porcelana y saturarlos con agua.
- 2) Tras hacer rotar suavemente durante 30 segundos la cápsula en la palma de la mano, se evalúa el grado de descomposición de los agregados de acuerdo a la siguiente relación.

Cuadro 2. Grado de descomposición de los agregados y su respectiva evaluación (Siebe. 1996).

Grado de descomposición	Evaluación
No hay descomposición o solo fragmentos grandes.	Muy Alta
Dominan los fragmentos grandes sobre los pequeños	Alta
Igual número de fragmentos grandes y pequeños	Mediana
Dominan los fragmentos pequeños sobre los grandes.	Moderada
Sólo fragmentos Pequeños y turbidez notable del agua	Baja.
Descomposición total y alta turbidez del agua	Muy Baja.

Cuantificación de Hifas

La cuantificación de las hifas se llevó a cabo por medio del método descrito por Boire *et al* (2003). Se pesaron 10 g de la cada muestra suelo (muestras de los tubos de PVC) y se mezclaron con 90 ml de una solución de glicerina/ácido clorhídrico/agua (12:1:7) y 10 ml de azul de tripano, la muestra se incubó en un baño termoregulado durante 30 minutos, con agitación suave. Se dejó reposar de 24 a 48 hrs.

A partir de este punto la técnica fue modificada para una mejor obtención de resultados, las muestras de suelo fueron filtradas en tamices de diferentes calibres para separar a las hifas, el filtrado fue examinado en al microscopio estereoscópico, y las hifas encontradas fueron transferidas a una caja petri con agua destilada, previamente pesada y rotulada para evitar confusiones.



Las muestras se dejaron a temperatura ambiente para que se secaran y posteriormente fueron pesadas para evaluar la biomasa del micelio extraradical encontrado en las muestras de suelo, (Borie *et al.*, 2003).

Método de Rossy –Cholodny

El método de Rossy- Cholodny, fue utilizado para observar el crecimiento del micelio extraradical en la época de lluvias (Sánchez, 2004).

Se colaron diez portaobjetos en cada una de las zonas en sitios elegidos al azar, fueron introducidos en la región más cecana a las raíces, durante un periodo de dos meses, pasado este tiempo se removieron con cuidado para no destruir el frotis formado en el portaobjetos.

Cada porta objetos fue lavado y secado al aire libre, y teñido con azul de tripano concentrado por 10 minutos. Las preparaciones se lavaron y dejaron secar al aire libre, para posteriormente ser observados al estereoscopio. Las placas fueron divididas en cuadrantes para sacar el porcentaje y área de crecimiento de las hifas, para ello se utilizaron las siguientes ecuaciones.

$$\% \text{ de crecimiento de hifa} = \frac{\text{Cuadrantes con micelio}}{\text{Cuadrantes totales}} \times 100$$

$$\text{Área con micelio extraradical (cm}^2\text{)} = \frac{\% \text{ de crecimiento de hifa}}{\text{área total (cm}^2\text{)}}$$

Muestreo de Hongos

La recolecta de los hongos se llevó acabo en las mismas parcelas trazadas para el muestreo de suelo, durante la época de lluvias (Mayo 2007- Noviembre 2007), de acuerdo al siguiente método (Guzmán, 1977; Polese, 2005; Díaz-Barriga, 2002).

Se realizó un recorrido a lo largo de la parceala revisando alrededor de los árboles para recolectar los basidiomas o cuerpos fructíferos. Los basiodiomas recolectados se sacarán de manera que que se extrajeran las partes subterranas de este o bien la base completa.



Se colectaron en una canasta para evitar su descomposición, y posteriormente se realizó la descripción e identificación de los basidiomas tales como color, tamaño, olor, sabor, ornamentaciones entre otras. Se elaboró una preparación de una porción de la lámina, de cada uno de los hongos recolectados las cuales se observaron en el laboratorio en el microscopio óptico, utilizando lactoglicerol, para confirmar la especie y ofrecer mayor información sobre estos. Finalmente se elaboró un listado con las especies encontradas en cada uno de los sitios.

Índice de Diversidad de Shannon-Wiener

El valor de H' se estimó utilizando datos de la abundancia a campo de cada especie como:

$$\hat{H}' = -\sum P'_i \ln P'_i$$

Siendo $P'_i = n_i / N$ o sea un cociente entre la abundancia de la i -ésima especie en la muestra y la abundancia total (Hutchinson, 1970).

Conteo de morfotipos

1. Para el conteo de morfotipos fueron recolectados 10 renuevos de *Abies religiosa* (H.B.K.) Schldl. & Cham de manera azarosa a lo largo de las parcelas, procurando que fueran de la misma edad o tamaño. En el laboratorio las raíces fueron cortadas y lavadas con suficiente agua, para posteriormente ser tratadas con alcohol al 80%. Con ayuda del estereoscopio se llevó a cabo el conteo de los morfotipos presente en las raíces de los renuevos de *Abies religiosa*, de acuerdo al tipo de ramificación que estos presentaron (Sin ramificar, Monopódica-pinada, Monopódica-piramidal, Dicotómica, Pinada irregular, Coraloide, Tuberosa). Los datos recolectados fueron sujetos a un análisis estadístico (Rodríguez *et al.*, 2004).
2. Se midieron las longitudes de las raíces, en cada punto en el que aparecía un morfotipo para llevar a cabo el análisis estadístico pertinente con respecto a los morfotipos encontrados a lo largo de una raíz de renuevo de *Abies religiosa*.

Análisis estadístico

Se aplicó un análisis estadístico a los resultados utilizando la prueba de Tukey y ANOVA con un intervalo de confianza del 95% y un alfa de 0.05.



Resultados

Análisis de las propiedades Físicas y Químicas del suelo

A continuación se presenta el análisis químico y físico del suelo presente en la zona de estudio. La zona perturbada, como se muestra en el Cuadro 3, presenta un porcentaje de humedad de 17.91%, presenta una densidad real y aparente de 2.33g/cm3 y 1.13 g/ml respectivamente por lo que se consideran suelos ligeros debido a su baja densidad, con estos valores se determinó el

Cuadro 3. Valores promedio de las propiedades físicas y químicas del suelo, pertenecientes a las zonas muestreadas dentro del Bosque de Abies religiosa (Zona conservada y zona deteriorada).

Zona Perturbada.	Parámetro	Zona Conservada.
17.91	Humedad (%)	19.07
Negro. 10YR2/1	Color	Negro. 5YR2.5/1
1.13	Densidad aparente (g/ml)	1.05
2.33	Densidad real (g/cm ³)	1.81
Migajón-arenoso	Textura	Migajón-arenoso
51.50%	%Espacio Poroso	42.14%
4.37	pH real	4.45
4.36	pH potencial (KCl 1N)	4.41
8.61	Materia Orgánica. (%)	16.82

porcentaje de espacio poroso el cual presenta el valor de 51.50% además la textura que presenta

de migajón-arenoso por lo que podemos inferir que es un suelo que presenta poros grandes lo que promueve una buena aireación y un buen drenaje (FitzPatrick, 1980), el pH real tiene un valor de 4.37 y un pH potencial de 4.36 por lo que se considera como un suelo fuertemente ácido de acuerdo con la norma oficial de suelos. El pH ácido, se encuentra fuertemente relacionado con el porcentaje de materia orgánica presente en el suelo la cual tiene un valor de 8.61%, este valor se considera como medio para suelos de origen volcánico, de acuerdo con la norma oficial de suelos. La presencia de materia orgánica trae como consecuencia la formación

de ácidos húmicos y fúlvicos (Fernández, 2004), lo que deriva en una acidez elevada, y así mismo la presencia de esta materia orgánica provee de una coloración oscura del suelo, algo similar pasa en la zona conservada, aunque los valores cambian, como se ve en el cuadro 3, el porcentaje de humedad es mayor con valor de 19.07%, el pH real y potencial aumentan siendo estos de 4.5 y .41 respectivamente, lo cual clasifica al suelo como fuertemente ácido, por otro lado la materia orgánica duplica su valor con respecto a la zona perturbada siendo este valor de



16.82 % y el característico color negro. En esta zona la densidad relativa y aparente presentan los siguientes valores 1.81 g/cm³ y 1.05 g/ml. respectivamente, un porcentaje de espacio poroso de 42.14%, y una textura de migajón-arenoso, con respecto a estos valores tenemos a un suelo ligero, de poros grandes, lo cual trae a consecuencia que se tenga una buena aireación, y filtración del agua, lo que promueve el buen desarrollo de los organismos del suelo y el buen desarrollo de las raíces de las plantas.

Se observan diferencias entre las propiedades químicas y físicas de las muestras de suelo de ambas zonas, las diferencias más notorias se pueden ver principalmente en la cantidad de materia orgánica presente en cada sitio en donde la parte conservada presenta una mayor cantidad de materia orgánica, esto se debe principalmente a las características de cada área, por una parte la zona conservada presenta un dosel dominado por los *Abies*, presenta una mayor variabilidad de vegetación lo que permite un aporte constante de materia vegetal a degradar, en el caso de la zona perturbada no existe variabilidad en la vegetación, pues la vegetación se encuentra provista en su mayoría por pastos, por lo que el aporte de materia vegetal es menor que en el caso de la zona conservada.

Debido a los valores obtenidos en cada una de las pruebas y su consecuente discusión, estos suelos presentan las características de un Andisol (Soil Survey Staff, SSS, 1998), es decir, son suelos ricos en materia orgánica, con una baja densidad, de coloración negra y un pH ácido.



Biomasa de micelio extraradical presente en el suelo con respecto a la agregación del mismo.

En el **Cuadro 4** se presentan los valores obtenidos de la biomasa del micelio extraradical y el grado de agregación del suelo recolectado durante la época de secas y lluvias en ambas zonas muestreadas, perturbada y conservada, donde se muestran las diferencias encontradas en cada época y por cada zona a lo largo de los cuatro muestreos.

Primeramente podemos observar que en la época de secas existen una marcada diferencia en la cantidad de la biomasa, entre ambas zonas, siendo menor en la zona perturbada la cual presenta un valor promedio de 0.049 g por 10 gramos de suelo; por otro lado la zona conservada presenta una mayor cantidad de micelio extraradical (ME) con un valor promedio de 0.119g por 10 gramos de suelo. Si tomamos el valor promedio de la biomasa de la zona perturbada ($x=0.049$ g por 10 gramos de suelo), como un 100% tendríamos que la biomasa del micelio extraradical de la zona conservada sobrepasa en un 241% a la biomasa del micelio extraradical de la zona perturbada.

Cuadro 4. Biomasa del micelio extraradical (BME) en época de secas y lluvias en la zona de estudio, así como la estabilidad de agregados.

Época de Secas			Época de Lluvias		
Muestra	Agregación	BME (g/10g)	Muestra	Agregación	BME (g/10g)
<i>Zona Perturbada</i>			<i>Zona perturbada.</i>		
1	Alta – Moderada	0.041	1	Baja	0
2	Moderada	0.073	2	Baja	0.102
3	Moderada	0.101	3	Baja	0.056
4	Baja	1.4×10^{-3}	4	Baja	0.102
5	Baja	0.031	5	Baja	0.09
X= 0.049			X=0.087		
<i>Zona Conservada</i>			<i>Zona conservada.</i>		
6	Alta – Moderada	0.147	6	Moderada	0.074
7	Alta	0.06	7	Alta	0.1
8	Alta	0.134	8	Alta	0.108
9	Alta	0.136	9	Alta	0.1
10	Alta	0.119	10	Alta	0.08
X= 0.119			X=0.092		

La época de lluvias presentó un aumento significativo en la cantidad de biomasa en la zona perturbada, con respecto a la época anterior, encontrándose un promedio de 0.087 g por 10 gramos de suelo; por otro lado en la zona conservada la biomasa se mantuvo casi constante, esto



es, solo presentó una ligera disminución en la biomasa de micelio extraradical, con un valor medio de 0.092 g por 10 gramos de suelo, el cual no varía demasiado con el obtenido en la época anterior. En esta época del año (lluvias) la diferencia entre ambas zonas con respecto a la biomasa del micelio extraradical no es muy grande; siendo que la biomasa de la zona conservada solo sobre pasa en un 5% a la zona perturbada. En las gráficas 1,2,3 y 4 se puede ver el comportamiento de dicho aumento en la biomasa del micelio extraradical, las gráficas representan a ambas zonas con las dos épocas del año.

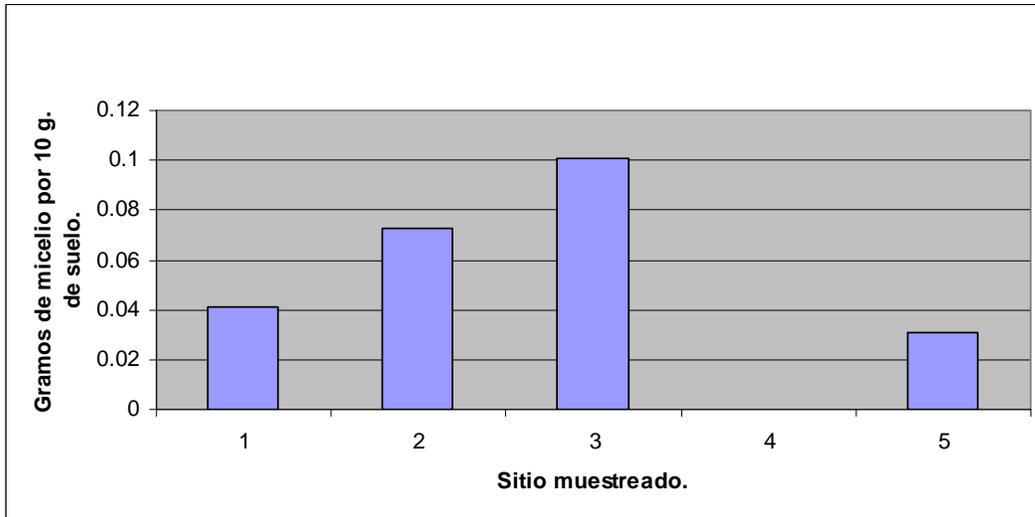


Gráfico 1. Biomasa del micelio extraradical en época de secas de la zona perturbada.

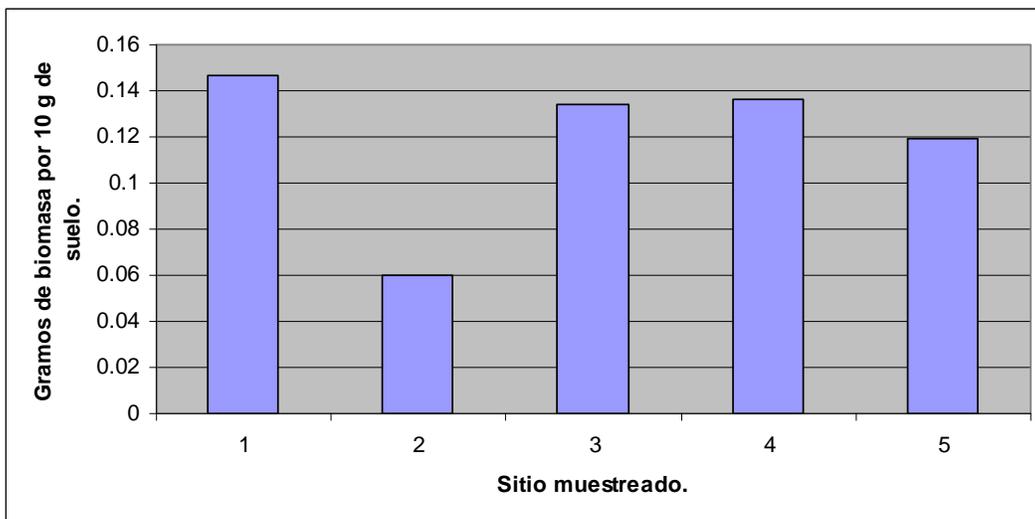


Gráfico 2. Biomasa del micelio extraradical en época de secas (Zona Conservada)

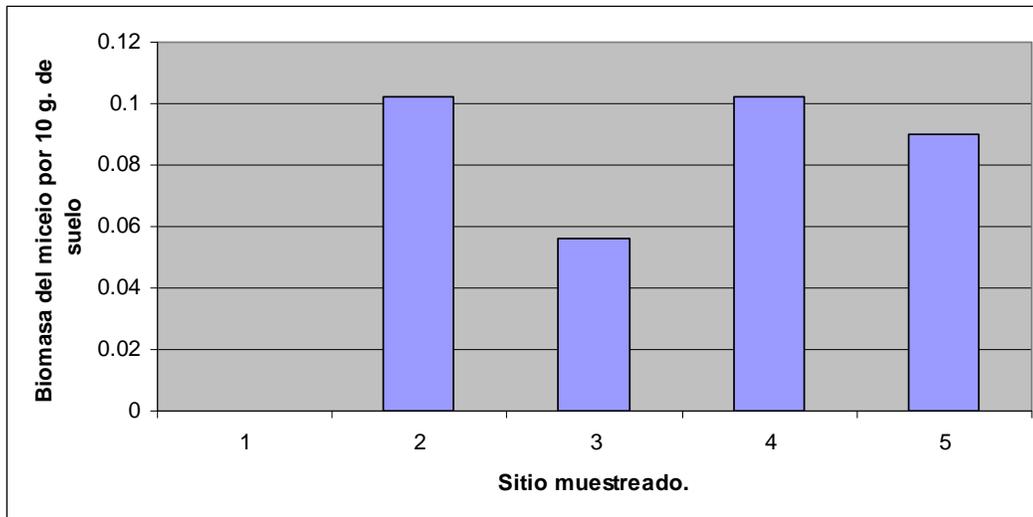


Gráfico 3. Biomasa del micelio extraradical en época de lluvias (Zona Perturbada).

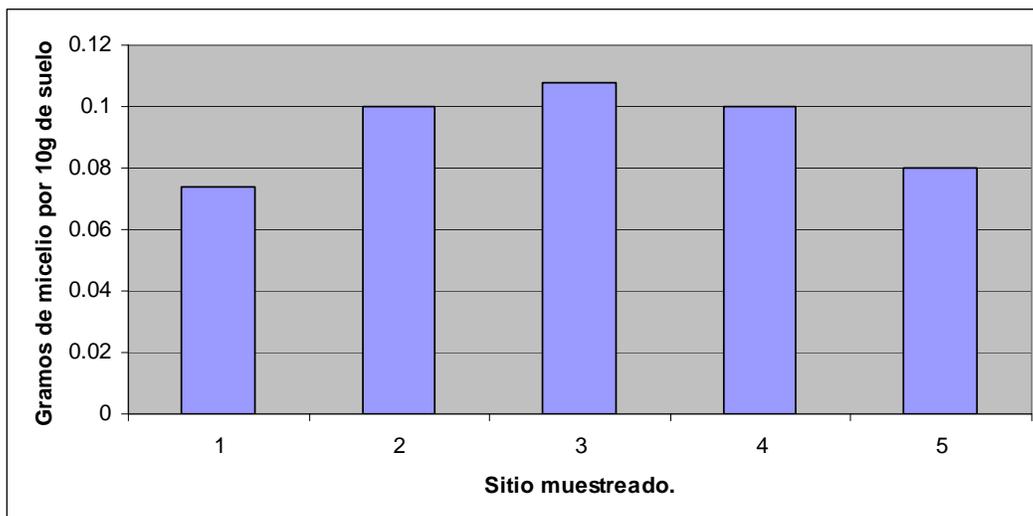


Gráfico 4. Biomasa del micelio extraradical en época de lluvias (Zona Conservada)

En lo referente al grado de agregación encontramos que durante la época de secas se observó que la agregación de la zona perturbada va de alta-moderada a baja de acuerdo con lo puntos muestreados, en esta zona se esperaba que la agregación mejorara en la época posterior (Lluvias) debido al crecimiento del micelio sin embargo como se logra ver en la **cuadro 4** la agregación en la zona perturbada siguió manteniéndose baja. Contrario a esto la zona conservada presenta una agregación alta en ambas épocas del año.

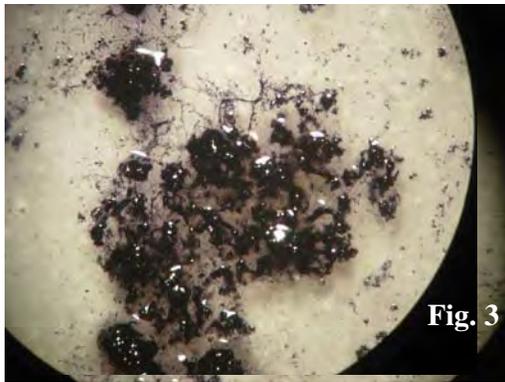
La agregación del suelo se encuentra intimamente relacionada con las propiedades físicas y químicas del suelo (espacio poroso, textura, cantidad de materia orgánica, entre otras), dentro de estos factores que afectan la estabilidad de los agregados se encuentra el micelio extraradical de



los hongos presentes en el suelo, entre los cuales encontramos a las micorrizas, en el presente estudio se estableció como uno de los objetivos el evaluar la biomasa de dicho micelio relacionandolo con el grado de agregación.

Podemos ver que la agregación se mantuvo constante en ambas zonas muestreadas, es decir, la agregación de la zona perturbada no mejoro a pesar del crecimiento notorio del micelio extraradical que se vio en la época de lluvias, esto pudiera ser debido a que la zona se encuentra más expuesta a la erosión, que sufre debido a su grado de alteración en comparación con la zona conservada en el cual a pesar de no presentar un crecimiento del micelio extraradical, mantiene una agregación alta la cual esta dada por

la alta cantidad de materia orgánica presente, además de la diversidad en la vegetación presente



y a la protección que esta le brinda al suelo, lo cual no sucede en el pastizal en el cual la diversidad de vegetación es escasa o casi nula.

En lo que respecta al crecimiento longitudinal del micelio en el suelo , los resultados obtenidos se muestran en la **cuadro 5**, donde se muestra el área de crecimiento que presentó el micelio en

En las **Figuras 3-4** Se muestra la participación del micelio extraradical de lo hongos micorrízicos en la formación de agregados del suelo

una superficie promedio de 18.75 cm^2 . La cual fue en el caso de la zona perturbada de 4.925 cm^2 en promedio, es decir solo un 26.26% de la superficie total; en el caso de la zona conservada el area fue de 3.825 cm^2 , es decir un 20.4 % de las superficie total, las valoraciones fueron en la época de lluvias (época húmeda) por lo que se debe de tomar en cuenta que en el caso de la zona perturbada donde, como se discutió anteriormente tuvo un claro aumento de micelio extraradical, por lo tanto existe una mayor área con presencia de micelio sobre la superficie del portaobjetos; en el caso de la zona conservada que al mantenerse estable en la cantidad de micelio extraradical, el área de crecimiento longitudinal del porta objetos fue menor.

Por último se presentan imágenes en donde se ve la participación del micelio extraradical en la formación de agregados los cuales se obtuvieron por medio del método de Rossy-Cholodny (Fig 3-4) , en donde se puede observar claramente el micelio y como éste se entreteje con las partículas del suelo formando a los agregados, según Oades y Hayman (1991). A las raíces e hifas que forman una extensa red en el suelo y son cubiertas por polisacáridos extracelulares a



los cuales los microagregados se encuentran fuertemente atados. La red de raíces e hifas incrustadas sostienen a los macroagregados intactos, por lo que estos no se colapsarán o romperán por el agua.

Cuadro 5. Valores promedio del crecimiento longitudinal del Micelio Extraradical en las zonas muestreadas

Áreas cubiertas por el micelio extraradical (cm²)		
Número de Portaobjeto (18.75cm² C/U)	Zona Conservada	Zona Perturbada
1	4	6.5
2	2.75	5.25
3	3.25	4.75
4	4.5	7.5
5	3	5.5
6	4.5	5.75
7	3.25	6.75
8	7.5	5
9	4	0
10	1.5	2.25
Area total de colonización:	38.25	49.25
187.5 cm²		
Promedio:	3.825	4.925
18.75 cm²		

Recolecta de Carpóforos.

Se recolectaron 57 especímenes de basidiomas de HECM los cuales comprenden 5 órdenes (Agaricales, Aphyllophorales, Lycoperdales, Xylariales, y Pezizales) que se dividen a su vez en 17 familias (**Gráfico 5**), en el gráfico se muestran a las familias con los respectivos números de géneros que pertenecen a cada familia, las familias más ricas estuvieron representadas por la Familia Cortinariaceae con 11 géneros, Tricholomataceae con 10 géneros y Russulaceae con 9 géneros. De las 57 especies fueron identificados hasta género un total de 19, y 36 de estos fueron identificados hasta especie, 2 de ellos no se lograron identificar.

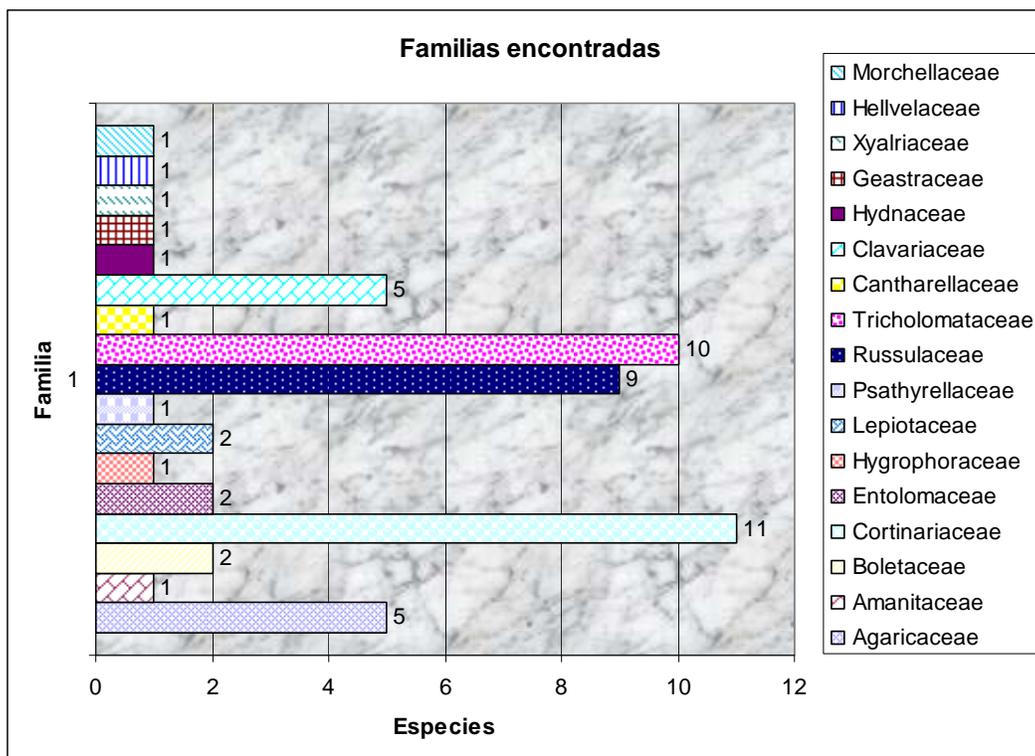


Gráfico 5. Muestra a las familias encontradas. Los números representan a los géneros pertenecientes a cada familia.

De estas 57 especies: 20 pertenecen a la zona deteriorada y 37 a la zona conservada. Cada hongo recolectado fue descrito en campo y secado al llegar al laboratorio, las descripciones de las especies se pueden consultar en el **apéndice 2**, en el cual también se incluyen las fotografías de la mayoría de ellos, tanto de sus carpóforos y sus esporas así como el dibujo que los representa, dichos datos se presentan a continuación.



Hongos identificados

Clasificación Taxonómica

Cuadro 6. Especies encontradas en las Zonas muestreadas (Perturbada y Conservada).

Basidiomycetes	Ascomycetes
<i>Subdivisión Basidiomycotina</i>	<i>Subdivisión Ascomycotina</i>
<i>Clase Holobasidiomycetes</i>	<i>Orden Xylariales</i>
<i>Subclase Hymenomycetidae</i>	<i>Familia Xylariaceae</i>
<i>Orden Agaricales</i>	<i>Xylaria sp.</i>
	<i>Familia Orden Pezizales</i>
	<i>Agaricaceae</i>
<i>Agaricus sp.</i>	<i>Helvella lacunosa</i>
<i>Agaricus augustus</i>	<i>Familia Morchellaceae</i>
<i>Agaricus aff. silvaticus</i>	<i>Morchella esculenta</i>
<i>Agaricus campestris</i>	
<i>Strobilurus aff. esculentus</i>	
	<i>Amanitaceae</i>
<i>Amanita rubenscens</i>	
	<i>Boletaceae</i>
<i>Suillus aff. pseudobrevipes</i>	
<i>Suillus sp.</i>	
	<i>Cortinariaceae</i>
<i>Cortinarius sp.</i>	
<i>Cortinarius alboviolaceus.</i>	
<i>Cortinarius flexipes</i>	
<i>Cortinarius aff. malachius</i>	
<i>Hebeloma radicoso</i>	
<i>Inocybe sp.</i>	
<i>Inocybe lacera</i>	
<i>Inocybe aff. asterospora</i>	
	<i>Entolomaceae</i>
<i>Entoloma cetratum</i>	
<i>Entoloma rodophilum</i>	
	<i>Hygrophoraceae</i>
<i>Hygrophorus sp.</i>	
	<i>Lepiotaceae</i>
<i>Lepiota blanca</i>	
<i>Macrolepiota sp.</i>	



Psathyrellaceae

Psathyrella sp.

Russulaceae

Lactarius salmonicolor

Lactarius scrobiculatus

Lactarius rufus.

Russula sanguinea

Russula sp.

Russula integra

Russula brevipes

Russula vinosa

Russula rosea

Tricholomataceae

Clitocybe sp.

Clitocybe decembris

Clitocybe aff. *Vibecina*

Clitocybe gibba

Laccaria proxima

Lepista inversa

Lyophyllum sp.

Mycena sp.

Pleurotus ostreatus

Tricholoma sp.

Orden Aphyllophorales

Familia Cantharellaceae

Cantharellus sp.

Familia Clavariaceae

Ramaria stricta

Ramaria flava

Ramaria sp.

Ramaria abietina

Clavulina cinerea

Hydnaceae

Hidnum repardum

Subclase Gasteromycetidae

Orden Lycoperdales

Familia Geastraceae

Geastrum pectinatum

∞ La clasificación de los hongos identificados se elaboro de acuerdo a Herrera y Ulloa (1998).



Diversidad y Abundancia de ECM: Índice de Shannon-Wiener.

La diversidad, como un valor único que combina los parámetros: riqueza específica y equitatividad; ha sido medida a través de una gran cantidad de formas. Los dos más usuales provienen de la teoría de la información, y se conocen en ecología como el índice de Simpson y el Índice de Shannon-Wiener (Halfpter, 1992).

El cuadro 7 muestra a las especies que presentan una mayor abundancia (p_i), se incluye el número de individuos recolectados (basidiomas) y el valor numérico de cada especie, dichas especies están representadas por: *Cortinarius albobviolaceus*, *Ramaria stricta*, *Psathyrella* sp., *Pleurotus ostreatus*, *Xylaria* sp., y *Suillus* sp. Además de estos datos también se exponen los valores de las especies que presentan una menor abundancia, las cuales están representadas por *Hydnum repardum*, *Laccaria proxima*, *Russula* sp. y *Lepiota blanca*.

Cuadro 7. Especies con mayor y menor abundancia presentes en cada zona muestreada.

	Especie	No. De individuos	p_i
	Zona Deteriorada.		
1	<i>Cortinarius albobviolaceus</i>	30	0.25
2	<i>Laccaria proxima</i>	1	0.0085
3	<i>Russula</i> sp.	1	0.0085
	Zona Conservada		
4	<i>Ramaria stricta</i> (<i>Ramaria apretada</i>).	71	0.15
5	<i>Pleurotus ostreatus</i>	66	0.14
6	<i>Xylaria</i> sp.	55	0.12
7	<i>Psathyrella</i> sp.	51	0.11
8	<i>Suillus</i> sp.	33	0.07
9	<i>Lepiota blanca</i> (<i>Leucoagaricus leucothies</i>)	1	0.0022
10	<i>Hydnum repardum</i>	1	0.0022

En el gráfico 6 se muestran las especies con el mayor número de carpóforos muestreados, el gráfico contempla ambas zonas (Deteriorada y Conservada), la primera especie (*C.albobviolaceus*) pertenece a la zona deteriorada y las cinco siguientes pertenecen a la zona conservada. La especie con mayor número de carpóforos recolectados fue *R. stricta* con 71 individuos y la mas baja con 30 individuos *C. albobviolaceus*. Como se logra ver la recolecta de carpóforos fue más provechosa o mayor en la zona conservada que en la zona perturbada esto aunado a que la variabilidad de especies es mayor.

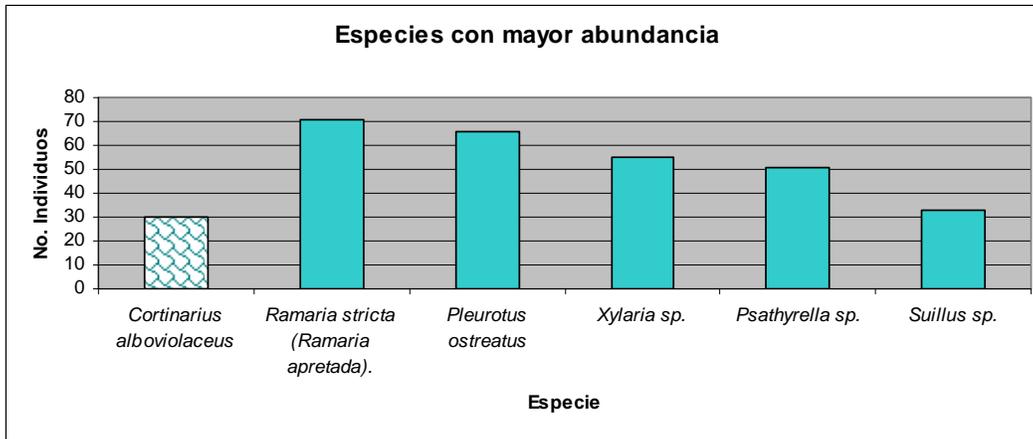


Gráfico 6. Especies con el mayor número de individuos recolectados en ambas Zonas (Z. Conservada y Z. Deteriorada) y por lo tanto representan a las especies de mayor abundancia.

En cuanto a la diversidad de especies (**Cuadro 8**) en cada zona resulta evidente que la zona con mayor diversidad es la Zona Conservada ($H' = 2.91$), siendo la Zona Deteriorada ($H' = 2.56$) poco diversa en sus especies de HECM, esto se deba quizá a que la frecuencia de cuerpos fructíferos tiende a decrecer debido a que el arbolado está más disperso en la zona deteriorada, además de esto existen diferencias distintivas de la posición de la fructificación entre las diferentes especies; algunos estudios han revelado una división espacial entre las especies de hongo ectomicorrízicos relacionada con la distancia de la raíz del árbol asociada con el hongo, por ejemplo los géneros *Russula* y *Suillus* fructifican cerca de la raíz del árbol ectomicorrizado mientras que el género *Inocybe* tiende a fructificar una distancia mayor con respecto a la raíz ectomicorrizada (Matsuda, 1998) por lo que debido a esto la diversidad puede verse afectada. Es importante resaltar que a lo largo del muestreo las especies pertenecientes a la Zona Deteriorada aparecieron en los primeros meses (mayo-junio), por lo que en un principio la diversidad fue mayor que en la Zona Conservada, sin embargo las especies representativas del bosque aparecieron en los siguientes meses (julio-septiembre), para el mes de noviembre no aparecieron nuevas especies debido al clima frío que se presentó en la zona de estudio.

Cuadro 8. Valores del Índice de Shannon-Wiener de ambas zonas muestreadas.

	Índice de Shannon-Wiener (H')
Zona Conservada	2.91
Zona Deteriorada	2.56



En México son pocas las investigaciones que se han realizado con respecto a los HECM, uno de ellos es el de Garza et al., (2002) en el cual se realizó un muestreo de macromicetos y HECM asociados a cultivos de *Pinus culminicola*, en donde se encontraron 51 especies de macromicetos de los cuales 18 géneros (25 especies) fueron ectomicorrízicos, además se de esto lograron aislar cultivos puros de los hongos recolectados. En dicho trabajo realizaron además una identificación de morfoespecies (morfotipos) en donde se encontraron 74 morfoespecies de ECM pertenecientes a ocho tipos morfológicos. Otros trabajos en México han sido realizados por Pérez-Moreno (2004), donde muestra principalmente el papel que juega la ECM en el mantenimiento de los ecosistemas forestales, además también a llevado a cabo el estudio de los hongos silvestre que son comestibles y que representan el sustento de muchos pobladores de las regiones aledañas a los bosques, por medio del inventario de estos (Pérez-Moreno, 1989). Villareal, (1996) ha realizado también importantes estudios respecto a la diversidad y abundancia de los hongos silvestre comestibles tanto en el bosque de Abies como en el de Pino, en el cual nos muestra un listado de las especies recolectadas además del valor ecológico y económico que estos aportan.

Es necesario llevar a cabo un estudio que abarque un lapso de tiempo mayor de tiempo, el cual permita tener una valoración más amplia de las especies que puedan aparecer en la zona, además debe recordarse que existen especies que solo aparecen cada determinado periodo de tiempo es decir pueden ser anuales o bianuales, por lo que pueden no haber sido registradas en el presente trabajo.

**Estructura de la raíz: Morfotipos**

Los morfotipos que fueron encontrados en las raíces de los renuevos de *A. religiosa*, fueron seis: simples o no ramificadas, dicotómicas, coracoides, pinadas, piramidales e irregulares. En el **cuadro 8** se muestra el conteo total de las estructuras, y la longitud total ocupada por ellas. Se observa que el morfotipo más abundante es el simple, seguido de las dicotómicas, irregular-pinadas, pinadas, piramidal y al final el coraloide. Estas estructuras fueron contabilizadas en las raíces pertenecientes a diez renuevos de *A. religiosa*, recolocados en el mes de Noviembre.

Cuadro 8. Morfotipos de raíz presentes en renuevos de *Abies religiosa*

Grupo	Morfotipo.	Nt. Estructuras.	Longitud (cm.)
1	Simple o no ramificados	565	550
2	Dicotómicas	39	159.9
3	Coraloides	4	63.5
4	Pinadas	20	158
5	Piramidal	7	44
6	Irregular pinadas	36	275.4

En el análisis estadístico que se le aplicó a los datos obtenidos en la cuantificación de morfotipos a las raíces de los renuevos de *Abies religiosa*, encontramos que entre el grupo 1 (morfotipo simple) y los restantes cinco grupos de morfotipos (dicotómico, pinada, piramidal, irregular-pinnada, y coraloide) presenta una diferencia estadística significativa, lo que de muestra que en efecto es el morfotipo simple dominante en los renuevos de *A. religiosa*, y no hay diferencia estadística en los morfotipos dicotómico, pinada, piramidal, irregular-pinnada, y coraloide (Gráfico 7).

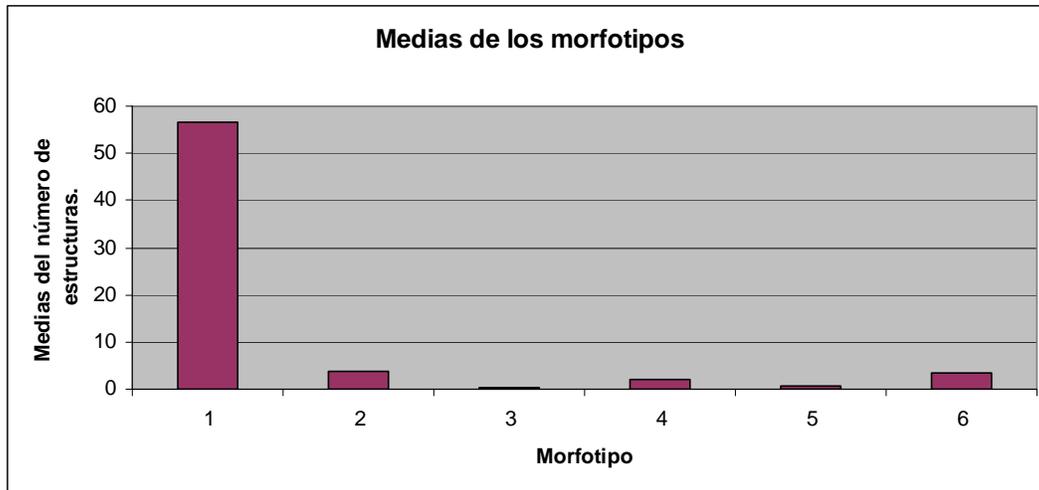


Gráfico 7. Número presente de estructuras y morfotipos. 1=Simple, 2=dicotómico, 3= coraloide, 4 =pinada, 5=piramidal, 6= irregular-pinnada

Con respecto a la longitud el morfotipo simple presenta una diferencia estadística representativa con respecto a lo demás morfotipos, de la misma forma el morfotipo coraloide e irregular-pinnada presentan una diferencia estadística significativa entre si; por otra parte el morfotipo piramidal e irregular-pinnada son diferentes estadísticamente, el gráfico 8 muestra dichas diferencias (ver apéndice 1).

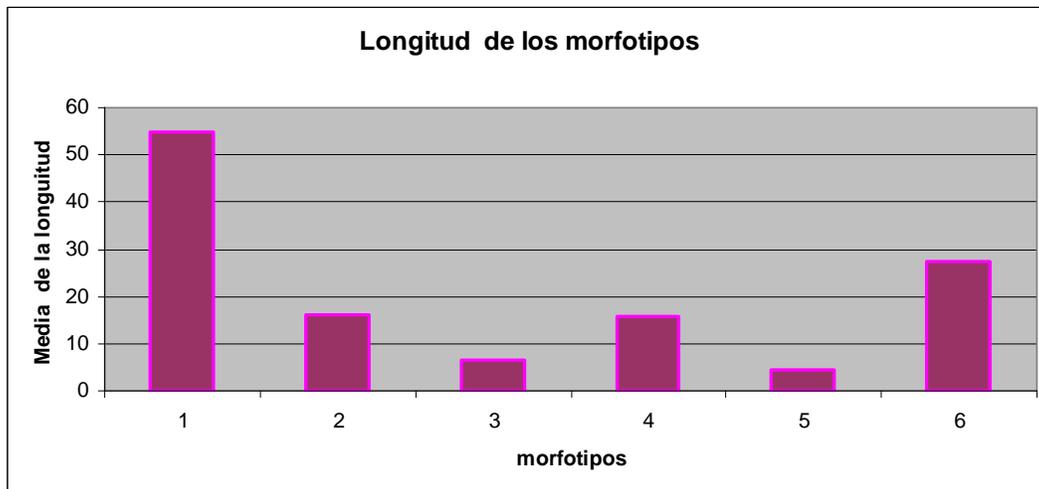


Gráfico 8. Análisis estadístico de la longitud vs. Morfotipos. . 1=Simple, 2=dicotómico, 3= coraloide, 4 =pinada, 5=piramidal, 6= irregular-pinnada

Cada HECM al asociarse con la raíz del fitobionte, modifica a la raíz desarrollando un morfotipo determinado por ejemplo en el caso de algunas especies encontradas en la zona de estudio como *Laccaria proxima* la cual desarrolla un morfotipo dicotómico, *Inocybe lacera* presenta un morfotipo monpodial-pinado, *Lactarius salmonicolor* y *Russula brevipes* presentan un morfotipo monpodial- pinado cuando se encuentra asociados a *Abies*, en el caso de *Suillus*



sp. presenta un morfotipo dicotómico y/o coraloide, de acuerdo con la página de Deemy creada por Agerer R. & Rambold G (2004–2008).

En el presente trabajo únicamente se llevo acabo la cuantificación de los morfotipos para saber cual de ellos era el que más presencia tenía en las raíces, por lo cual sería recomendable que se llevara acabo una investigación para que tuviera como objetivo la identificación de las especies que se encuentran presentes en las raíces de los fitobiontes y realizar una comparación de las especies recolectadas por medio de basidiomas y las encontradas en las raíces. Se han llevado acabo trabajos, sobre todo extranjeros, en los que se evaluó la diversidad de las especies ectomicorrízicas de dos formas: muestreando las parte superior del suelo es decir por medio de la recolección de carpóforos y por medio del muestreo de las raíces de los fitobiontes.

Uno de estos estudios fue el elaborado por Matsuda (1998), en donde realizó un estudio de la distribución espaciotemporal de los cuerpos fructíferos de los HECM dentro del bosque de *Abies firma*, el estudio se realizó a lo largo de tres años, en donde se encontraron un total de 39 especies en 13 géneros de ectomicorrizas. Harrington (2005), investigaron a las especies ECM asociadas con una población de *Dryas octopetala*, realizando una comparación de las especies encontradas bajo el suelo al analizar lo morfotipos de los fitobiontes contra la producción de basidiomas, lo que arrojó como resultados que la diversidad de HECM es mayor bajo el suelo que sobre el mismo.



Conclusiones.

Ambas zonas, perturbada y conservada, presentan suelos ácidos, con densidades bajas, color negro, textura migajón-arenoso, y alto contenido de materia orgánica, características típicas de suelos volcánicos como los Andisoles.

El porcentaje de materia orgánica en la zona conservada es mayor que en la zona perturbada, lo que promueve una mejor formación de agregados estables en el suelo y una disponibilidad mayor de nutrimentos.

Se encontró que la biomasa del micelio extraradical en la época de secas es mayor en la zona conservada con respecto a la zona perturbada. La biomasa del micelio extraradical encontrada en la época de lluvias aumentó en la zona perturbada, la biomasa se mantuvo estable en la zona conservada, a pesar de dicho aumento en la zona perturbada la biomasa siguió siendo mayor en la zona conservada.

La estabilidad de agregados en la zona conservada es mayor que en la zona perturbada debido en gran medida a la cantidad de materia orgánica en el suelo y a la biomasa de micelio extraradical.

Se recolectaron 57 especímenes de hongos las cuales comprenden 5 órdenes (Agaricales, Aphyllophorales, Lycoperdales, Xylariales, y Pezizales) que se dividen a su vez en 17 familias. De las 57 especies fueron identificados hasta género un total de 19, y 36 de estos fueron identificados hasta especie.

De las 57 especies determinadas 20 pertenecen a la zona deteriorada y 37 a la zona conservada.

Hay una mayor diversidad en la zona conservada, las especies más abundantes pertenecen a *Psathyrella* sp., *Cortinarius alboviolaceus*, *Suillus* sp., *Pleurotus ostreatus*, *Ramaria stricta* y *Xylaria* sp., y las de menor abundancia están representadas por *Hydnum repardum*, *Laccaria proxima*, *Russula* sp. y *Lepiota blanca*.

En cuanto a los morfotipos presentes en las raíces de los renuevos de *A. religiosa* se encontró que los morfotipos simples fueron los más representativos en las raíces analizadas y las estructuras que se encuentran presentes en menor grado pertenecen a las coraloides.



Referencias

Abuzinadah, R, Finlay R. D., Read D. J., 1986, *The role of proteins in the nitrogen nutrition of ectomycorrhizal plants, II. Utilization of protein by mycorrhizal plants of Pinus contorta.*, New Phytol., 1003, pp. 495-506.

Agerer, R. (1987-2002). *Colour Atlas of Ectomycorrhizae.*, Einhorn-Verlag, Munich.

Agerer R. & Rambold G. 2004–2008 [first posted on 2004-06-01; most recent update: 2008-01-04]. DEEMY – An Information System for Characterization and Determination of Ectomycorrhizae. www.deemy.de – München, Germany.

Alexander, M. 1971. *Microbial Ecology.* Wiley, New York.

Allen, E.B., M.F. Allen, D.J. Helm, J.M. Trappe, R. Molina And E. Rincón. 1995. *Patterns And Regulation Of Mycorrhizal Plant And Fungal Diversity.* Plant And Soil 170: 47-62.

Amaranthus, M. P, Molina R., Perry D.A., 1990, *Soil organisms, root growth and forest regeneration.* En: Forestry on the Frontier_Proc. Nacional Society of American Foresters Nacional Convention. Spokane, WA. pp 89-93.

Assmann, E. 1970. *The Principies Of Forest Yield Study.* Pergamon Press, Oxford.

Barea, J.M., 1991, *Vesicular-arbuscular mycorrhizae as modifiers of soil fertility,* Adv. Soil Sci., 15, p.1-41.

Bearden, B.N., Petersen, L., 2000, *Influence of arbuscular mycorrhizal fungi on soil structure and aggregate stability of vertisol,* Rev. Plant an soil, No. 218, Kluwer Academic Publishers, Prnted in The Netherlands, pp. 173-183.

Borie, F. R., Rubio R., Morales A.,2003, *Relación entre densidad de hifas de hongos micorrizógenos arbusculares y producción de glomalina con la características físicas y químicas de suelos bajo cero labranza,* Rev. Chilena de Historia Natural, Vol. 73, n.4, p.749-756.

Bull, A.T., M. Goodfellow and J.H. Slater. 1992. *Biodiversity as a source of innovation in biotechnology.* Ann. Rev. Microbiol. 46: 219-252. **Burges, A.,** 1971, *Biología del Suelo,* Ediciones Omega, España, 596pp.

Burges, A., 1971, *Biología del Suelo,* Ediciones Omega, España, 596pp.

Brundrett, MC. 1991. *Mycorrhizas in natural ecosystems.* In: Macfayden A, Begon M & Fitter AH (eds) *Advances in Ecological Research,* Vol. 21. Academic Press, London. pp. 171-313.

Carrera, A., 2004, *Manejo y Evaluación de Ectomicorrizas en especies forestale,* Rev. Chapingo, Vol. 10, No. 002, pp. 93-98.

Curtis, H., Barnes, S.N., Schneek, A., Flores G., 2000, *Biología,* 6a ed., Ed. Médica Panamericana, México, 1496 pp.

Dexter, A R., 1988, *Advances in characterization of soil structure.* Soil Till. Res. 11, pp. 199–238.

Díaz-Barriga, V., H.,2002, *Hongos macromicetos comestibles y destructores de la madera , de la reserva de la biosfera de la mariposa monarca, Sierra Chincua, Michoacan, México,* Fundación Produce COFOM, México, 310pp.

Fernández, E., I., 2004, *Caracterización química de los suelos del Bosque de Fray Jorge,* rev. Historia Natural del Narque Nacional Bosque Fray Jorge, Ed. Universidad de La Serena, Chile (2004), 15: 265-279 pp.



- FitzPatrick, E. A.**, 1980, *Suelos: Su formación, clasificación y distribución*, Editorial Continental, España, 430pp.
- Flores M., G., J. Jiménez L., X. Madrigal S., F. Moncayo R. y F. Takaki T.** (1971), *Memoria del mapa de tipos de vegetación de la República Mexicana*, Secretaría de Recursos Hidráulicos, México.
- Fogel, R.** 1980. *Mycorrhiza And Nutrient Cycling In Natural Forest Ecosystems*. New Phyto/. 86:199-212.
- Fogel, R. And G. Hunt.** 1979. *Fungal And Arboreal Biomass In A Western Oregon Douglas-Fir Ecosystem: Distribution Patterns And Turnover*. Can. J. For. Res. 9: 245-256.
- Futai, K., Taniguchi, T., Kataoka, R.**, 2008, *Ectomycorrhizae and their importance in forest ecosystems*, In: Z.A. Siddiqui et al (eds), *Mycorrhizae: Sustainable agriculture and forestry*, pp. 241-285.
- García, T. A.**, 1984, *Experimentos en Microbiología del Suelo*, Editorial Continenta, México, C.E.C.S.A
- Guzmán, G.**, 1977, *Identificación de los hongos comestible, venenosos, alucinantes y destructores de madera*, Editorial Limusa, México, 452 pp.
- Guzmán, G.**, 1995, *La diversidad de los hongos en México*, Rev. Ciencias, No.39, pp. 52-57.
- Guzmán, G.**, 1998, *Inventorying of the fungi of Mexico*, Rev. Biodiversity and conservation, No. 7, pp. 369-384.
- Halfpeter, G.**, 1992, *La diversidad biológica de Iberoamérica I*, CYETD-B, Instituto de Ecología A.C., Veracruz, Impreso en México, 204 pp.
- Harley JL & Smith SE.** 1983. *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press, London, 483pp.
- Harrington, J.T. y Mitchell. T.D.** 2005, *Ectomycorrhizas associated with a relict population of Dryas octopetala in the Burren, Western Ireland II. Composition, structure and temporal variation in the ectomycorrhizal community*, Rev. Mycorrhiza, 15: 435-445.
- Harvey, A.E., Jurgensen M.F., Larsen, M.J.**, 1979, *Role of forest fuels in the biology and management of soil*, USDA Forest Service, General Technical Report INT-65, Ogden.
- Hawksworth, D.L., y Mound. L. A.** 1991. Biodiversity databases: The crucial significance of collections. In: *Hawksworth, D.L. (Ed.) The biodiversity of microorganisms and invertebrates: Its role in sustainable agriculture*. C.A.B. International, Wallingford.
- Hernández, M. E.** (1985), *Distribución y utilidad de los Abies en México*, Boletín, núm. 15, Instituto de Geografía, UNAM, México, pp. 75-118.
- Herrera, T.** 2003. *Desconocidas, el 95% de las especies de hongos en México*. Boletín UNAM. Julio. pp 13-16.
- Herrera, T., Ulloa, M.**, 1998, *El Reino de los Hongos*, 2ª ed, Fondo de Cultura Económica, México, 552pp.
- Hutcheson, K.** 1970. *A test for comparing diversities index based on Shannon formula*. Journal of Theoretical Biology 29: 151-154.
- Jackson L.M.**, 1982, *Análisis químico de Suelos*, Ediciones Omega, España, 662 pp.
- Kaul, N.T.**, 2002, *Biology and conservation of mushrooms*, Ed. Science Publishers Inc., USA, Printed in India, 255pp.



Liang, Y., Guo L.D., Du X. J., Ma K. P., 2007, *Spatial structure and diversity of woody plants and ectomycorrhizal fungus sporocarps in a natural subtropical forest*, Rev. Mycorrhiza, No. 17, Springer-Verlag, pp.271-279.

Lindeberg, G. 1981. *Roles Of Litter-Decomposing And Ectomycorrhizal Fungi In Nitrogen Cycling In The Scandinavian Coniferous Forest Ecosystem*. In: Wicklow, D.F. Y G.C. Carroll (Eds.). *The Fungal Community: Its Organization And Role In Ecosystem*. Maren Decker, New York.

Matsuda, Y., Hijii, N., (1998), *Spatiotemporal distribution of fruitbodies of ectomycorrhizal fungi in an *Abies firma* forest*, Rev. Mycorrhiza, No. 8, Springer-Verlag, pp. 131-138.

Meyer FH. 1973. *Distribution of ectomycorrhizae in native and man-made forests*. In: Marks GC & Kozłowski TT (eds) *Ectomycorrhizae, their Ecology and Physiology*. Academic Press, New York. pp. 79-105.

Mukerji K.G., Chamola B.P. & Singh J., 2000, *Mycorrhizal Biology*, Kluwer Academic Publishers.

Nason. A. 2001, *Biología*, Ed. Limusa, México, 726 pp.

Nisbet, L.J. and F.M. Fox. 1991. The importance of microbial biodiversity to biotechnology. In: *Hawksworth, D. L. (Ed.) The biodiversity of microorganisms and invertebrates: Its role in: sustainable agriculture*. C.A. B. International, Wallingford.

Norton, W. T. (1996), *Conservation of biological diversity in temperate and boreal forest ecosystems*, Forest Ecology and Management 85:1-7.

Oades, J.M., Hayman D. S., 1991, *Aggregate hierarchy in soils*, Aust. J. Soil Res., 29, p.815-828.

Paz, I. E., Sánchez M., 2007. *Relación entre la longitud de micelio externo de hongos micorrizico y algunas propiedades del suelo bajo dos sistemas de sombra en café, meseta de Popayán, Colombia*. Facultad De Ciencias Agropecuarias, Vol 5. No.1. pp 1-6.

Pérez-Moreno J., 1998, *La ectomicorriza una simbiosis mutualista en el sostenimiento de Gaia, el planeta viviente*. En Ferrera-Cerrato R, Pérez-Moreno J (Eds) *Manejo de agroecosistemas sostenibles*. Universidad Veracruzana. Xalapa, México. pp. 93-120

Perez-moreno, J., Read, D. J., *Los hongos ectomicorrízicos, lazos vivientes que conectan y nutren a los árboles en la naturaleza*. INCI, mayo 2004, vol.29, no.5, p.239-247.

Pérez-Moreno, J. y Villarreal, L. 1989. *Los hongos comestibles silvestres de México, un enfoque integral*. Mico. Neotrop. Apl. 2: 77-114.

Perry, D.A., Choquette, C., 1987. *Allelopathic Effects On Mycorrhizae: Influence Of Structure And Dynamics Of Forest Ecosystems*. In: Waller, G.R. (Ed.). *Allelochemicals; Role In Agriculture And Forestry*. ACS Symposium Series 330, American Chemical Society, D.C

Perry. D.A., M.P. Amaranthus. J.G.. Borchers And R. E. Brainerd., 1989. *Bootstrapping In Ecosystems*. Biosciences 39: 230-237.

Peyronel, B., Fassi, B., Fontana A, Trappe, J. M., 1969, *Terminology of mycorrhizae*. *Mycologia* 61: 410-411.

PLA, Laura. *Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza*. INCI, ago. 2006, vol.31, no.8, p.583-590

Polese, Jean-Marie, 2005, *Miniguía: Setas*, Ed. Könemann, Slovakia, 381pp.

Reichle, D.E., R.A. Goldstein, R.I. Van Hook And G.J. Dodson. 1973. *Analysis Of Insect Consumption In A Forest Canopy*. Ecology 54: 1076-1084.



Remacle, J. 1981. *The impact of fungi on environmental biogeochemistry*. In: Wicklow, D. F. y G.C. Carroil (Eds.). *The fungal community: its organization and role in ecosystems*. Marcel Decker, New York.

Reyes, J., I., 1996, *Fundamentos teórico-prácticos de temas selectos de las ciencia del suelo*. Parte 1, UAM, México, 257 pp.

Robson, A.D. et al., 1994, *Management of micorrizas in agriculture, horticulture and forestry*, Kluwer Academic Publishers, Netherlands. pp. 115-121.

Rodríguez T.A., Xoconostle C.B., Valdés Ma., 2004, *Ecología molecular de los hongos ectomicorrízico*, Rev. Fitotecnia Mexicana, vol. 27, No. 003, pp. 267-278.

Rzedowski, J., 1981, *Vegetación de México*, Editorial Limusa, México, 432pp.

Sánchez, C. Ma. J., 2004, *Microbiología de suelos: Técnicas, Métodos y medios de cultivo*, UNAM, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, 55 pp.

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales: Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000.

SEMARNAP (1998), Diagnóstico de la deforestación en México, Subsecretaría de Recursos Naturales, Dirección General Forestal, Unidad del Inventario Nacional de Recursos Naturales, México. http://www.ccmss.org.mx/download/diag_de_forestacion_mex.doc

Shannon, C., Weaver, W., 1949. *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press, Urbana.

Siebe, C., Jahn, r., Stahr, Y K., 1996, *Manual para la descripción y evaluación ecológica de los suelos en el campo*, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, Publicaciones Esp.,Chapingo, Edo. México, 57 pp.

Smits M.M. (2006) *Mineral Tunnelling by Fungi*. In: *Fungi in Biogeochemical Cycles* (ed. G.M. Gadd), pp 681-717. Cambridge University Press, Cambridge

SOIL SURVEY STAFF (SSS) 1998. *Keys to soil taxonomy*, 8a. ed. USDA. Washington D.C. 326 p.

Tisdall, J. M., Oades J. M., 1979, *Stabilization of soil aggregates by the root systems of ryegrass*, Aust. J. Soil Res. 17, p.429-441.

Tisdall, J. M., Oades J. M., 1982 *Organic matter and water-stable aggregates in soils.*, J. Soil Sci. 33, pp. 141-166.

Valenzuela, R., Raymundo, T., Palacios, R., M., 2004, *Macromicetos que crecen sobre Abies religiosa en el Eje Neovolcánico Transversal*, Rev. Polibotánica, Diciembre, No. 018, IPN, D.F, México, pp. 33-52

Villarreal, L. 1995. *Los hongos comestibles, una alternativa para el manejo integral de los bosques*. In: *Alternativas al manejo de laderas en Veracruz*. SEMARNAP IFriedrich Evert Stiftung, México, D.F.

Villarreal-Ruiz, L. (Ed.) 1996. *Los Hongos Silvestres: Componentes de la Biodiversidad y Alternativa para la Sustentabilidad de los Bosques Templados de México*. Informe Final, Proyecto-CONABIO C066. Instituto de Recursos Genéticos y Productividad, Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Montecillo, Edo. de México.

Villee. A. C., 1979, *Biología*, Ed. McGraw Hill, México, 803 pp.

Vogt, K.A., C.C. Grier, C.E. Meier And R.L. Edmonds. 1982. *Mycorrhizal Role In Net Primary Production And Nutrient Cycling In Abies Amabilis Ecosystem In Western Washington*. Ecology 63 (2): 370-380.



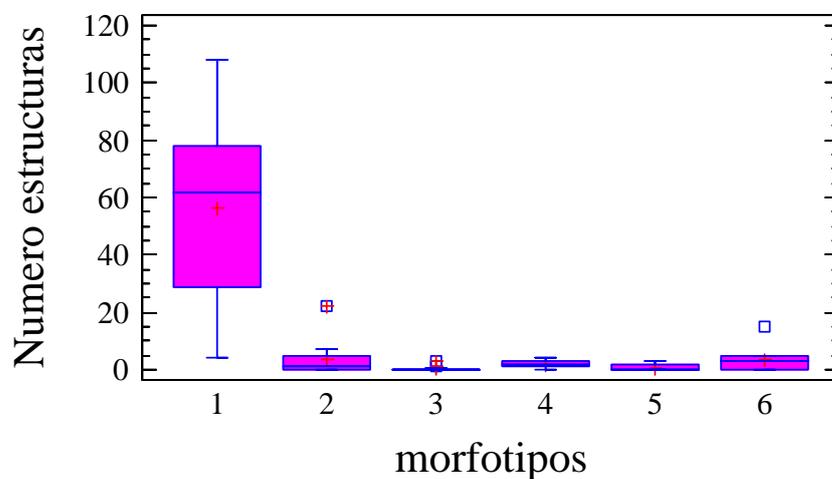
Vogt KA, Publicover DA, Vogt DJ (1991) *A critique of the role of ectomycorrhizas in forest ecology.* *Agric. Ecosyst. Environ.* 35: 171-190.

Wilcox H. 1964. *Xylem in roots of Pinus resinosa Ait. in relation to heterorhizy and growth activity.* In: Zimmerman, MH (ed) *The Formation of Wood in Forest Trees.* Academic Press, New York. pp. 459-478.



Apéndice 1.

Análisis estadístico de morfotipos presentes es las raíces de *Abies religiosa*.



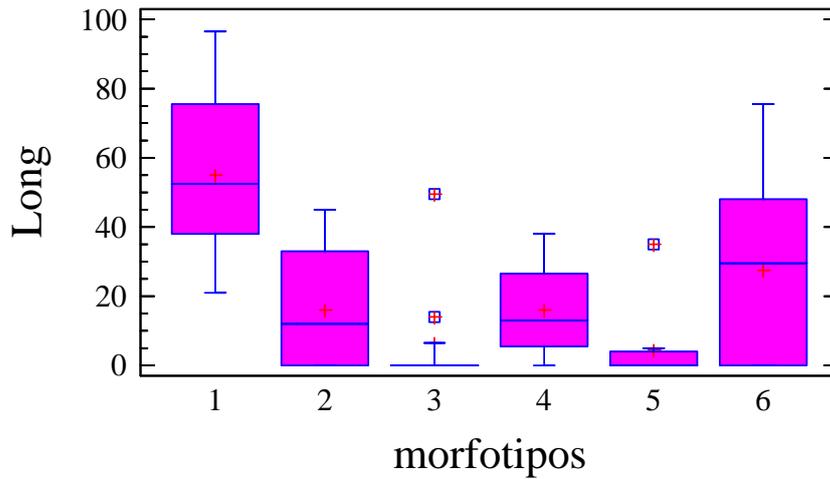
Pruebas de rango multiple de Estructuras vs. Morfotipos

Método: 95 % LSD

Morfotipos	Conteo	Medias	Grupos Homogéneos
3	10	0.4	x
5	10	0.7	x
4	10	2	x
6	10	3.6	x
2	10	3.9	x
1	10	56.5	x

Contraste	Diferencias	Límites +/-
1 -2	*52.6	12.3265
1 -3	*56.1	12.3265
1 -4	*54.5	12.3265
1 -5	*55.8	12.3265
1 -6	*52.9	12.3265
2 -3	3.5	12.3265
2 -4	1.9	12.3265
2 -5	3.2	12.3265
2 -6	0.3	12.3265
3 -4	-1.6	12.3265
3 -5	-0.3	12.3265
3 -6	-3.2	12.3265
4 -5	1.3	12.3265
4 -6	-1.6	12.3265
5 -6	-2.9	12.3265

* Denota una diferencia estadística significativa



Pruebas de rango múltiple de Longitud vs. Morfotipos

Método: 95 % LSD

Morfotipos	Conteo	Medias	Grupos Homogéneos
5	10	4.4	x
3	10	6.35	x
4	10	15.8	xx
2	10	15.99	xx
6	10	27.54	x
1	10	55	x

Contraste	Diferencias	Límites +/-
1 -2	*39.01	17.031
1 -3	*48.65	17.031
1 -4	*39.2	17.031
1 -4	*50.6	17.031
1 -6	*27.46	17.031
2 -3	9.64	17.031
2 -4	0.19	17.031
2 -5	11.59	17.031
2 -6	-11.55	17.031
3 -4	-9.45	17.031
3 -5	1.95	17.031
3 -6	*-21.19	17.031
4 -5	11.4	17.031
4 -6	-11.74	17.031
5 -6	*-23.14	17.031

* Denota una diferencia estadística significativa



Apéndice 2.

En el cuadro se presenta a las especies encontradas en cada una de las zonas, el número de individuos encontrados por especie y su valor de abundancia relativa (AR).

Especie	No. De individuos	AR.
Zona Deteriorada.		
1 <i>Cortinarius alboviolaceus</i>	30	0.256
2 No identificado.12	12	0.102
3 <i>Lyophyllum sp.</i>	10	0.085
4 <i>Inocybe sp.</i>	7	0.059
5 <i>Inocybe aff. Asterospora</i>	6	0.051
6 <i>Lepista inversa.</i>	6	0.051
7 <i>Russula sanguínea.</i>	5	0.042
8 <i>Russula brevipes.</i>	4	0.034
9 <i>Russula vinosa</i>	4	0.034
10 <i>Cortinarius sp</i>	3	0.025
11 <i>Inocybe lacera</i>	3	0.025
12 <i>Amanita rubescens</i>	2	0.017
13 <i>Clitosibe gibba</i>	2	0.017
14 <i>Hebeloma sp.</i>	2	0.017
15 <i>Lactarius rufus</i>	2	0.017
16 <i>Lactarius scrobiculatus</i>	2	0.017
17 <i>Russula rosea</i>	2	0.017
18 <i>Laccaria proxima</i>	1	0.008
19 <i>Russula sp.</i>	1	0.008
Zona Conservada		
20 <i>Ramaria stricta (Ramaria apretada).</i>	71	0.156
21 <i>Pleurotus ostreatus</i>	66	0.146
22 <i>Xylaria sp.</i>	55	0.121
23 <i>Psathyrella sp.</i>	51	0.112
24 <i>Suillus sp.</i>	33	0.072
25 <i>Lactarius salmonicolor</i>	15	0.033
26 <i>Suillus aff. Pseudobrevipes</i>	13	0.028
27 <i>Mycena sp.</i>	13	0.028
28 <i>Ramaria abietina</i>	10	0.022
29 <i>Agaricus campestris.</i>	9	0.019
30 <i>Agaricus augustus.</i>	8	0.017
31 <i>Entoloma cetratum</i>	7	0.015
32 <i>Agaricus sp.</i>	6	0.013
33 <i>Inocybe sp.</i>	6	0.013
34 <i>Entoloma rhodophilum.</i>	5	0.011
35 <i>Agaricus aff. silvaticus.</i>	5	0.011
36 <i>Morchella esculenta.</i>	5	0.011
37 <i>Cantharellus sp.</i>	4	0.008
38 <i>Clitosibe decembris</i>	4	0.008
39 <i>Cortinarius aff. malachus</i>	4	0.008
40 <i>Macrolepyota sp.</i>	4	0.008
41 <i>Hebeloma radicoso (Hebeloma mesophaeum)</i>	4	0.008
42 <i>Clitocybe aff. vebecina</i>	4	0.008
43 No identificado 4	4	0.008



44	<i>Cortinarius sp.</i>	4	0.008
45	<i>Ramaria flava</i>	4	0.008
46	<i>Strobilurus aff. esculentus</i>	4	0.008
47	<i>Helvella lacunosa</i>	3	0.006
48	<i>Higrophorus sp.</i>	3	0.006
49	<i>Higrophorus sp.</i>	3	0.006
50	<i>Cortinarius sp.</i>	3	0.006
51	<i>Clavulina cinerea</i>	2	0.004
52	<i>Clitocybe sp.</i>	2	0.004
53	<i>Trycholloma sp.</i>	2	0.004
54	<i>Cortinarius flexipes</i>	2	0.004
55	<i>Lepiota blanca (Leucoagaricus leucothies)</i>	1	0.002
56	<i>Hydnum repardum</i>	1	0.002
	Zona Deteriorada y Zona Conservada		
57	<i>Russula integra.</i>	13	0.111 0.028

Hongos Identificados



Apéndice 3.

Clasificación Taxonómica



Zona Conservada.



Zona Deteriorada.

- La siguiente clasificación en la que se presentan los hongos identificados esta basada de acuerdo a Herrera y Ulloa(1998).
- Las letras ZC (Zona Conservada) y ZD (Zona deteriorada) colocadas a un lado de cada hongo denotan la zona en la que fue encontrado cada uno de ellos.

B a s i d i o m y c e t e s : F a m i l i a A g a r i c a c e a e

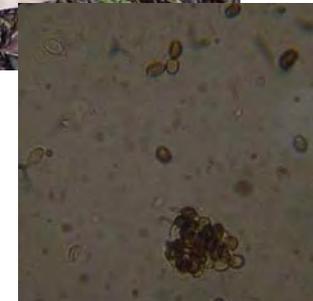
Agaricus augustus. (ZC)

Píleo de 6.3 a 27 cm. de diámetro; convexo, margen incurvado-recto; borde crenado; mate; seco, presenta ornamentación innata, escamas con diferentes gradientes de color café; unión del contexto homogéneo. Láminas muy juntas, libres; anchas; de borde liso; color que va del blanco cuando joven pasando al grisáceo-rojizo y finalmente café chocolate. Estípite de color blanco con escamas, se une al píleo de manera central, subbulboso, de consistencia carnosa-porosa, presenta un velo apical fijo, se une de manera colgante y presenta una coloración blanca; esta ornamentado por escamas (membranáceo).



Agaricus aff. silvaticus. (ZC)

Píleo de 4-12.5 cm. de diámetro, de color café grisáceo más intenso en el centro sobre un fondo blanco, de campanulado-convexo, borde entero, seco, sedoso, fibroso (fibras oscuras en un fondo blanco). Láminas muy juntas, libres, estrechas, de color café a grisáceo. Estípite de 3-9.5 cm de largo, carnoso fibroso, sólido, color blanco brillante un poco grisáceo, presenta velo colgante, color café oscuro.



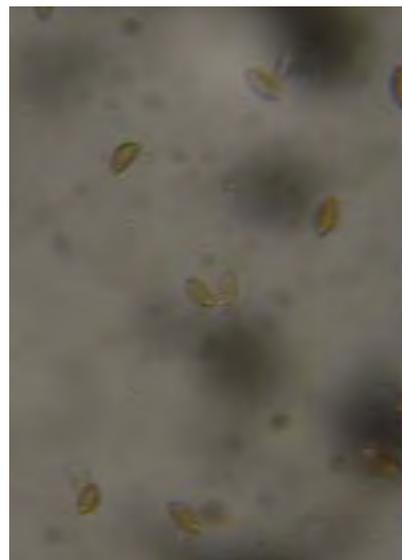
Agaricus campestris (ZC)

Agaricus sp. (6) (ZC)



Píleo con el fondo de color blanco con pequeñas vellosidades de color café, se aclara con la edad, convexo, margen ondulado, sedoso al toque, seco, carne blanca se oscurece cuando se daña. Himenio laminar de color rosado, láminas libres, muy juntas. Estípito de color blanco nacarado se oscurece hacia el extremo inferior, presenta anillo permanente del mismo color al estípito, en la parte inferior presenta algunos remanentes algodonosos.

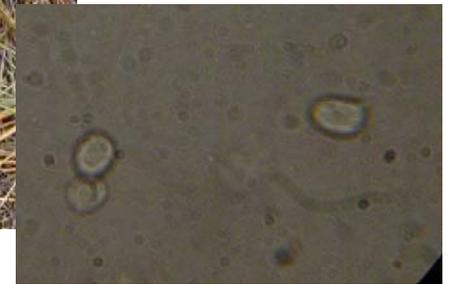
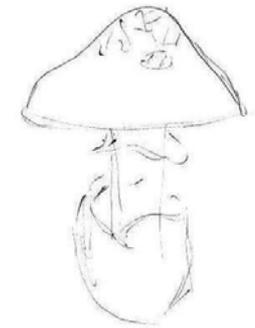
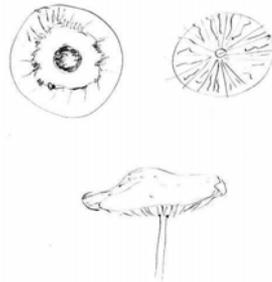
Píleo capanulado, globoso, margen entero liso. Láminas de color marfil, adheridas, ramificación delicuescente, libres. Estípito de 4.3 cm de largo, color blanco, presenta anillo apical, temporal y simple, hueco.



F a m i l i a A m a n i t a c e a e

Strobilurus aff. Esculentus (ZC)

Amanita rubescens (ZD)



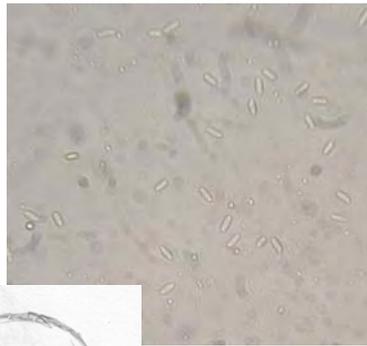
Píleo de 1.9 a 5.1 cm. De diámetro, de convexo a palo, un poco deprimido en el centro, margen recto, borde entero, tipo de superficie del margen translucido-estriado, superficie seca, zonado (color café ocre siendo el centro más oscuro, haciendo se más claro hacia la parte externa y finalmente se oscurece al llegar al margen; la unión del contexto es homogéneo, unión con el estípite central. Láminas juntas, adheridas. Estípite de 6 a 7 cm, de largo, terrete, consistencia flexible, contexto fistuloso, de coloración café oscuro en la base aclarándose hacia la unión con el píleo.

Píleo de 10.5 cm de diámetro, convexo, centro obtuso, margen decurvado, borde entero, mate, adornado con parches color perla. Láminas blancas adheridas. Presenta un velo adherido al estípite, colgante, volva adherida, acampana. El hongo Presenta una coloración blanca en toda su estructura.

F a m i l i a B o l e t a c e a e

Suillus aff. *pseudobrevipes* (ZC)

Píleo de 4-8 cm de diámetro.; color anaranjado rojizo (como color carne intenso), carne blanca, viscoso, convexo, margen decurvado-plano, brillante, himenio formado por tubos adheridos subdecurrentes, de coloración crema amarillento. Estípite blanco cremoso oscureciéndose al final, con la edad toma un atonalidad amarillenta, carnosoporuso de coloración café, contexto homogéneo. Olor afrutado y a maderas.



Suillus sp. (ZC)



Píleo de 5-7.5 cm de diámetro.; color café con leche, con el borde de una coloración café más fuerte, viscoso, convexo, margen decurvado-plano, brillante, himenio formado por tubos adheridos subdecurrentes, de coloración crema. Estípite blanco cremoso se oscurece al maltratarse, con la edad toma un atonalidad ocre, carnosoporuso de coloración café, contexto homogéneo. Olor afrutado y a maderas.

F a m i l i a C o r t i n a r i a c e a e

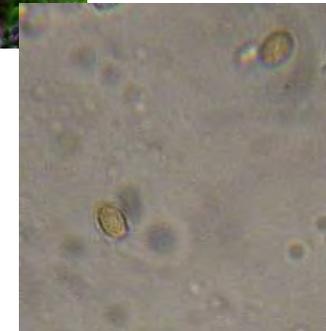
Cortinarius sp (1) (ZD)

Píleo de 8.5 cm de diámetro , de color café chocolate con el borde más oscuro, convexo, pulviniforme, borde entero, seco, mate, margen decurvado, unión del contexto homogéneo. Láminas juntas adheridas, anchas, aserradas, lamélulas truncadas. Estípite de 4.6 cm de largo, subclavado, consistencia rígida, central, contexto sólido. Esporada ocre.

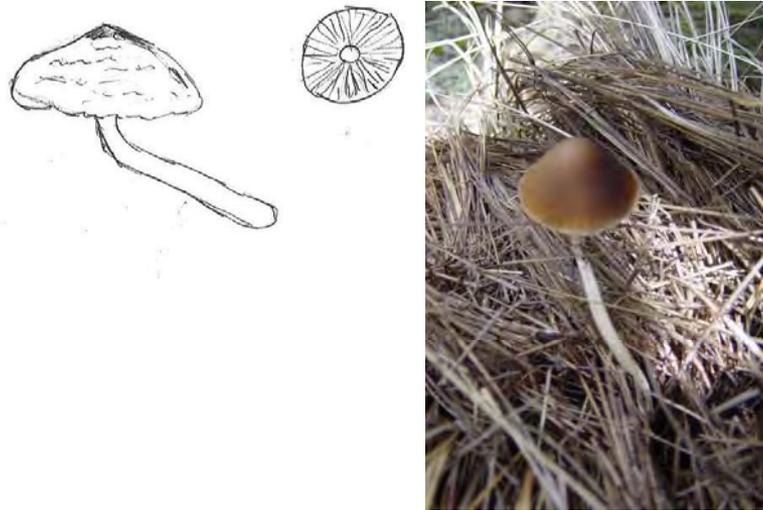


Cortinarius alboviolaceus (ZD)

Píleo de 3 a 12 cm de diámetro, de color café, convexo, obtuso, margen decurvado, borde entero, tipo de superficie lisa, viscosa, brillante, unión del contexto homogéneo. Láminas muy juntas, anchas, ligeramente fimbriado, color grisáceo con tonos violáceos. Estípite de 2.1 a 7 por 3.4 a 4 cm, se une al píleo de manera central, cilíndrico, subbulboso, carnoso, sólido y de color blanco al corte: fibrilosa de color blanco en base cc de el.



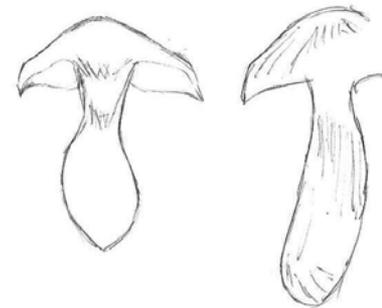
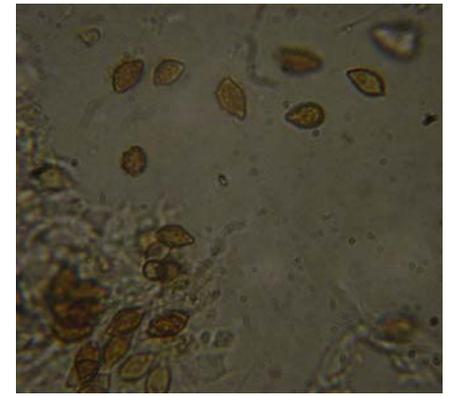
Cortinarius sp. (12) (ZC)



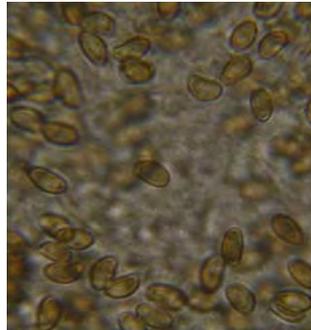
Píleo de 3.5- 5.5 cm de diámetro, convexo, umbunado, borde entero, color café ocre obscureciendo hacia el centro, con fibrillas u escamas ocre obscureciendo en fondo blanco, poco carnosos, carne translúcida. Láminas blanco marfil a café ocre, presenta lamélulas (3 niveles), anchas, juntas. Estípite de 8 cm de largo, fistuloso, fibriloso, presenta fibrillas, color de marfil a café ocre.

Cortinarius aff. malachus (2) (ZC)

Píleo de 4.5-6 cm de diámetro, color gris violáceo, ligeramente ocre en el centro, convexo, borde entero, presenta fibrillas, margen decurvado, carnosos. Láminas grisáceo - violáceo, en las orillas tornando a gris con el tiempo, estrechas, medianas, adheridas; contexto homogéneo, torna de blanco a violáceo y finalmente grisáceo ocre. Estípite presenta cortina; color café ocre después de un tiempo, parte apical violácea, clavado.



Cortinarius sp. (ZC)



Píleo de 1.5 a 2.9 cm de diámetro, de color café opaco uniforme, forma convexo, umbonado, margen decurvado, borde crenulado-ondulado, superficie seca, ligeramente brillante, unión del contexto homogéneo. Láminas juntas, adheridas, anchas, lisas de coloración café. Estípite 4.0 x 0.3cm a 6.2 x 0.4 cm, unión con el píleo central, cilíndrico, subbulboso, consistencia fibrosa, contexto, fistuloso, color café se aclara hacia la unión con el píleo, es brillante, fibroso.

Cortinarius flexipes (ZC)

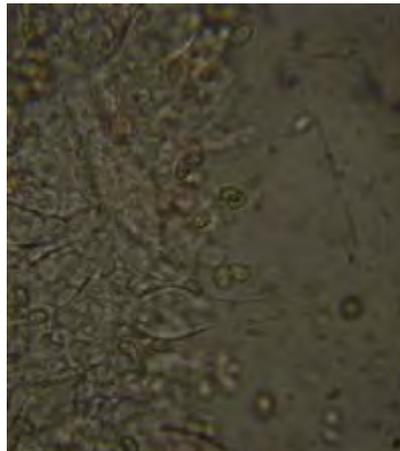
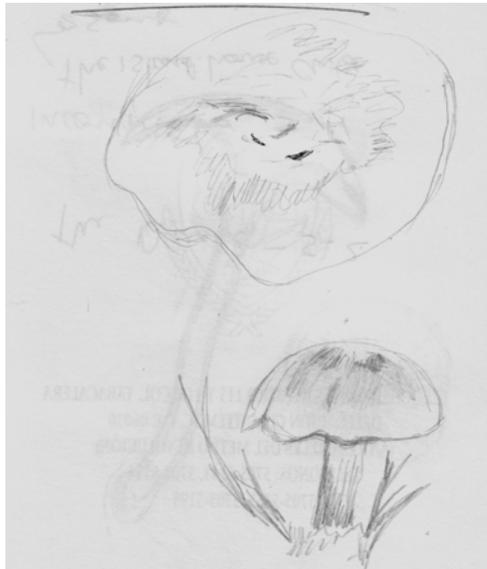


Píleo de 3-5 de diámetro, cónico, se expande y es umbonado, presenta una coloración café oscuro cuando esta húmedo, especialmente en el centro, cuando mojado presenta una coloración café pálido, esta cubierto por pequeñas fibrillas. Estípite de 3.5-7 cm., color café, esta cubierto primeramente por un velo algodonoso que forma un anillo de “vida corta”(short-lived ring) y escamas algodonosas por debajo. Láminas de color café oscuro con matices violetas. Carne pálida.

Hebeloma radicoso
(*Hebeloma mesophaeum*) (ZC)

Inocybe sp. (ZC)

Píleo de 5.8 cm de diámetro, color beige a café claro en la orilla y un poco rojizo hacia el centro, de convexo a plano, centro umbunado, margen recto, borde entero, viscoso, brillante, ligeramente equinado, unión del contexto homogéneo. Láminas juntas, adheridas, anchas, borde liso, lamélulas atenuadas. Estípite de 7 cm de largo, se une al píleo de manera central, cilíndrico, flexible, sólido, presenta cortina.



Píleo de 3 a 6.5 cm. De diámetro, cónico, centro cuspidado, viscoso. Pardo translucido, margen decurvado borde entero ligeramente ondulado, más claro hacia el centro, translucido estriado. Láminas subadheridas y libres. Estípite de color pardo claro casi marfil, fistuloso, consistencia fibrosa y viscoso.

Inocybe sp. (ZD).

Inocybe aff. *asterospora* (ZD)

Píleo de 1.7 a 3 cm. De diámetro, convexo, centro umbonado, margen decurvado, superficie seca, mate, ornamentado por fibrillas en el borde de color más claro (de un tono blanco brillante) hacia la parte central toma una coloración café con leche oscureciendo se hacia la mamila. Láminas juntas de color blanco, subadheridas, lisas, lámelas truncadas; unión con el píleo central. Estípite terrete, consistencia carnosos-fibroso, de color blanco con destellos cafés.

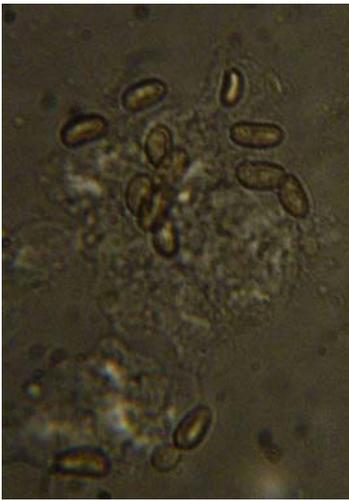


Píleo de 4-6.5 cm de diámetro, de color pardo castaño en el centro, umbunano, tiene una cutícula lisa, fibrilloso, lacerado, entre las fibrillas se logra ver la carne de color blanco. Láminas de color gris a beige grisáceo y marrón claro al final, con espacios intercalados por lamélulas. Estípite de 4- 9 cm, leonado, bermejo, puerulento hasta la base del bulbo que presenta en el pie. La carne es con color, no tiene un olor particular.

F a m i l i a E n t o l o m a c e a e

Inocybe lacera (ZC)

Píleo de 2- 3.5 cm., de convexo a cónico o campanulado, seco, presenta escamas densas, umbonado, lacerado, presenta una coloración café. Láminas se encuentran adheridas al estípite, juntas, son pálidas en principio estas toman una coloración café cuando maduran. Estípite de 1-4 cm., seco, presenta vellosidades, tiene una coloración café pálida. Tiene un sabor picante.



Entoloma rhodophilum (Fr.) Kummer (ZC)

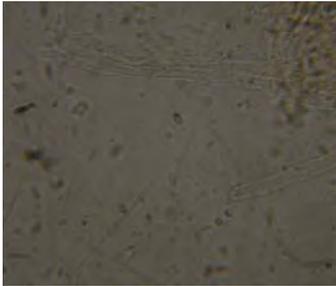


Píleo de 4-7 cm. de diámetro, convexo con un pequeño chupón después se expande y deprimido, de color café grisáceo a marrón claro amarillento. Estípite de 4-8 cm. de color blanco a grisáceo sedoso, carne delgada y blanca. Láminas de blancas que tornan a color carne (rosadas).

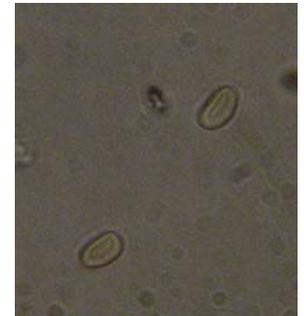
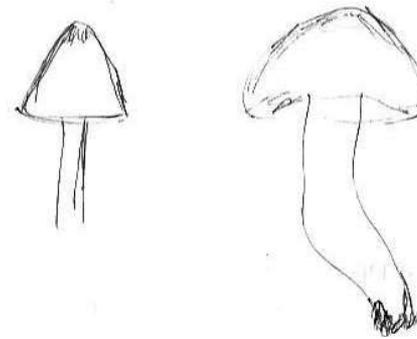
F a m i l i a H y g r o p h o r a c e a e

Entoloma cetratum (ZC)

Píleo de 1.5 a 5 cm. De diámetro, presenta circunferencias de diferentes coloraciones el margen presenta un margen café oscuro al igual que el centro y la parte media un tono café con leche; plano, centro mamelonado, margen recto, superficie del margen sulcado, borde crenado, seco, mate, glabro, unión del contexto homogéneo. Láminas muy juntas, libres, borde liso. Estípites terrete, unión al píleo central, consistencia cartilaginosa, contexto fistuloso.



Hygrophorus sp. (ZC)

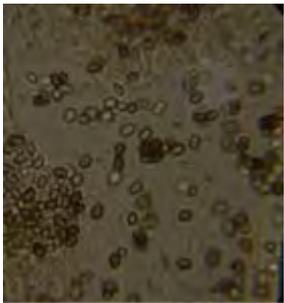


Píleo de 1.6-6 cm. De diámetro, color café acentuándose hacia el centro, el centro tiene un ligero tono rojizo, margen incurvado, borde entero, viscoso. Láminas muy juntas adheridas de color blanco. Pie blanco marfil, fibriloso, carnoso, se separa en fibrillas al doblarse.

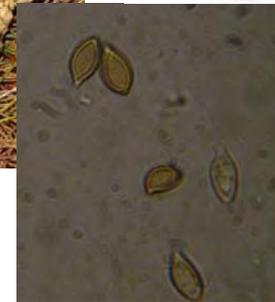
F a m i l i a L e p i o t a c e a e

Lepiota blanca
(*Leucoagaricus leucothies*) (ZC)

Píleo de 8.7 cm de diámetro, de plano a obtuso, margen recto, borde entero, seco, brillo mate, unión al contexto homogéneo. Láminas, muy juntas, libres, estrechas, borde liso, lamélulas truncadas. Estípote de 2.2 cm de largo, se une al píleo de manera central, cilíndrico, consistencia carnosos-fibroso, contexto hueco, velo móvil y completo. La coloración del cuerpo fructífero en su totalidad es blanco tornándose a color carne pálido o ligeramente café claro.



Macrolepyota sp. (ZC)



Píleo de 5-9.5 cm de diámetro, color café rojizo, margen incurvado, con escamas de color chocolate, presenta restos de velo colgando. Láminas grisáceo-violáceas, adheridas, estrechas, muy juntas. Estípote de contexto sólido, carne blanca se torna a ligeramente amarillo canario al contacto con el aire en la base más oscuro (café), muy escamoso con coloración café en un fondo más claro; clavado.

F a m i l i a P s a t h y r e l l a c e a e

Aff. Psathyrella sp. (ZC)



Píleo de 3.5-7.5 de diámetro, de color negro, convexo a campanulado, con el borde ondulado, brillante, liso. Láminas de color café grisáceo con tonalidades de color café, separadas, libres. Estípite de 11- 20 cm. de largo, de color carne en la unión con el píleo toma una coloración café en la parte media y en la parte baja se coloración negra, hueco, cartilaginoso, presenta una depresión en la parte media. Olor: Pescado.

F a m i l i a R u s s u l a c e a e

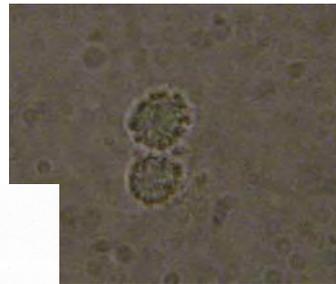
Lactarius scrobiculatus (ZD)

Píleo de 4.1 cm de diámetro, deprimido, margen arqueado lobulado, seco-mate, unión del contexto homogéneo, viscoso cuando se moja, color ocre al centro aclarándose hacia los extremos. Láminas juntas, subdecurrentes, estrechas, borde liso, lamélulas atenuadas de color crema a amarillo. Cuando se corta las lámina comienza a segregar latex de color blanco que torna en amarillo en contacto con el aire . Estípite de 5.5 cm de largo, 2 cm de ancho se une la píleo de manera central, subclavado, consistencia carnosa-porosa. Se considera como una especie tóxica.

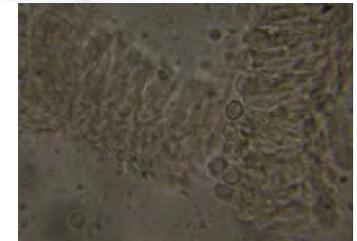


Lactarius rufus (ZD)

Píleo de hasta 15 cm., de diámetro, primeramente convexo, evolucionando a extendido y finalmente muy deprimido con forma de embudo, quebradizo y carnoso. Margen liso y enrollado hasta su vejez que a veces se convierte en plano, comúnmente de color más claro. Cutícula de color marrón rojizo, al principio velutina y posteriormente lisa y a veces suavemente zonada y margen en ocasiones acanalado, carne blanca, rojiza bajo la cutícula. Láminas ligeramente decurrentes, apretadas, con lamélulas, de color ocre claro. Desprenden un abundante látex blanco de sabor muy picante. Estípite cilíndrico, quebradizo, de hasta 10 cm. de longitud, de recto a ligeramente curvado, hueco, del mismo color que el sombrero y casi blanco en su base. Olor no desagradable y sabor picante que se acentúa con el tiempo.



Lactarius salmonicolor (ZC)



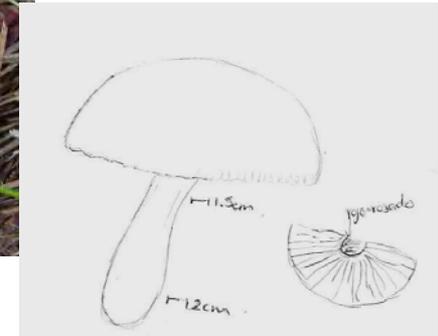
Píleo de 6.5 a 7 cm de diámetro, de color anaranjado en el fondo, con anillos rojizos y blancos en primer plano, convexo, centro deprimido, margen incurvado, borde entero, seco, zonado, unión del contexto homogéneo. Láminas juntas, adheridas, subdecurrentes, estrecha, borde liso, de color anaranjado vivo al corte segrega látex naranja. Estípite de 5 a 5.5 cm de largo, unión al píleo central, cilíndrico, carnoso-fibroso, hueco, de color naranja marcado y al ser herido toma una coloración naranja intenso, el contexto es color crema al corte y comienza a tomar una coloración naranja con el tiempo.

Russula sp (ZD)



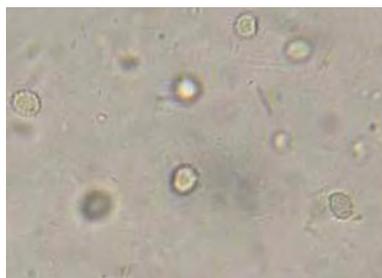
Hongo de hábito disperso, estipitado, terrícola. Píleo plano convexo, orbicular, margen decurvado, borde entero, estriado, seco, mate, unión del contexto homogéneo, de color gris oscuro y presenta un punto o mancha negra en el centro. Láminas juntas, libres, anchas, borde liso, sin lamélulas, ramificación furcada, presentan una coloración que va del amarillo al anaranjado. Estípite unido al píleo de manera central, inserto, subclavado, piriforme, consistencia carnosoporoso, cavernoso, presenta una coloración blanca. Olor: afrutado parecido al olor del zapote.

Russula sanguinea. (ZD)



Hongo estipitado, de hábitat terrícola. Píleo de 5.5 a 7.5 cm. de ancho, de color rojo pálido acentuándose hacia el centro del píleo, de convexo a plano-convexo, margen decurvado, borde crenulado, el tipo de superficie del margen es traslúcido estriado; húmedo; brillante; unión al contexto homogéneo. Láminas juntas, adheridas, de color blanco, estrechas y con el borde liso. Estípite de 6.5 cm. de largo y de 1.5 a 2 cm. de ancho siendo más delgado en la parte superior y más ancho en la parte inferior, se une al píleo de manera central; es subclavado; subbulbosos, consistencias carnosafibrosa; contexto cavernoso, velo exanulado; de color rosa rojizo; al hacerle un corte el borde permanece de color rosa rojizo.

Russula integra. (ZD)



Píleo de 5.4 cm. De diámetro, de color rojizo con el borde más oscuro, en el centro el color cambia a rojizo-marrón, carne blanca, marrón debajo de la cutícula; convexo, borde crenado, margen decurvado, seco, mate, glabro, unión al contexto homogéneo. Láminas muy juntas, libres, anchas con borde liso. Estípote de 4.5 a 5 cm. de largo, de color blanco, se une de manera central al píleo. su forma es cilíndrica; consistencia carnosa-porosa, contexto sólido.

Russula brevipes.(ZD)

Píleo de 7-18 cm de diámetro, de color café con leche, turbinado, infundibuliforme, margen arqueado, borde ondulado, mate, seco, glabro, unión al contexto homogéneo. Láminas muy juntas, subdecurrentes, lisa del mismo color que el píleo. Estípote de 3-8 cm de largo, 2.5-4 cm de ancho, de color blanco o del mismo color que el píleo, de forma deprimida, consistencia flexible, hueco se une de manera central al píleo.



Russula vinosa (ZD)



Píleo de 8 cm. De diámetro de color rojo pálido a sangre, margen levantado, borde ondulado, la piel se levanta solo en el margen. Láminas de color blanco (marfil). Estípite de 4.5 de largo, contexto poroso, color blanco se oscurece al ser herido, carne blanca. Olor no distintivo, sabor pobre.

Russula rosea (ZD)



Píleo de -9 cm de diámetro, convexo, después extendido, rojo o rosa usualmente con el centro color crema o entero, carne moderadamente gruesa, moderadamente firme, la cutícula se desprende con mucho la mitad seco, brillante o mate algunas veces empolvado. Estípite de 40-70 x 10-20mm, blanco, un poco frágil a firme, polvorosa al principio, especialmente en la parte superior. Carne blanca, Sabor mediocre. Láminas casi libres, color crema pálido, abundantemente bifurcadas especialmente cerca del estípite.

Familia Tricholomataceae

Clitocybe sp. (8) (ZC)

Píleo de 5 cm de diámetro, de color pardo, turbinado, margen arqueado, presenta un pequeño mamelón en el centro. Láminas de color café claro, enteras con lamélulas, adheridas, presenta látex de color blanco. Estípite de 4.2 cm de largo, delgado de color pardo, sólido, suave.

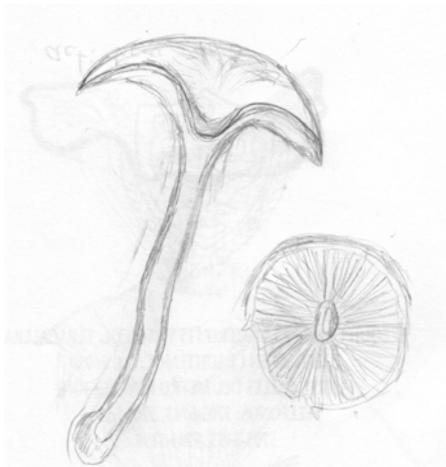
Clitocybe gibba (Pers.) Kumm.,. (ZD)



Píleo de 3- 8 cm de diámetro, en forma de embudo usualmente con el margen ondulado, presenta una coloración que va del rosa pálido a ocre, sedoso, liso. Estípite de 30-80 x 5-10mm, color marrón caro pálido, duro y un poco hinchado hacia la base . Carne blanquecina a marrón claro. Olor suave y dulce. Láminas decurrentes, juntas y blanca.

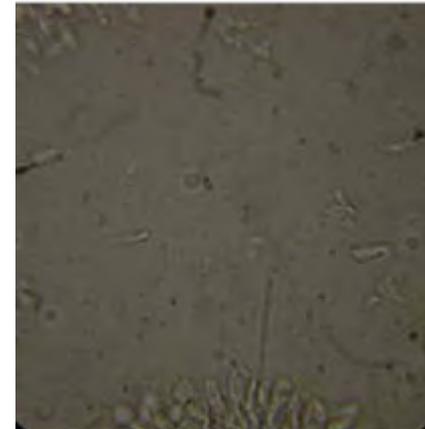
Clitocybe aff. vibecina (ZC)

Píleo de 5.7 cm de diámetro, color blanco a pardo, convexo, seco, margen entero, ondulado, glabescente. Láminas de color crema, enteras, juntas, adheridas. Estípite de 2.9 cm de largo, color café claro, hueco, carnosos-fibroso, cavernoso, contexto homogéneo.



Clitocybe decembris (ZC)

Hongo de hábito cespitoso, estipitado, húmico. Píleo plano, pulviniforme, orbicular, margen decurvado, borde entero, sulcado, seco, sedoso, unión del contexto homogéneo, presenta una coloración grisácea con tonos café, al fondo presenta una mancha café. Láminas muy juntas, decurrentes, estrechas, borde liso, lamélulas truncadas, patrón de bifurcación furcado. Estípite se une al píleo de manera excéntrica, tomento basal, subclavado, subbulboso, consistencia correosa, fistuloso, de color grisáceo. Olor dulce.



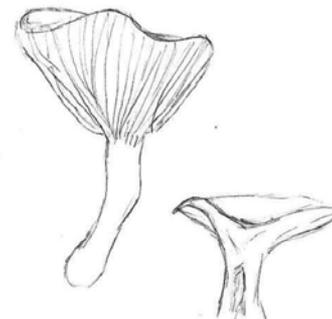
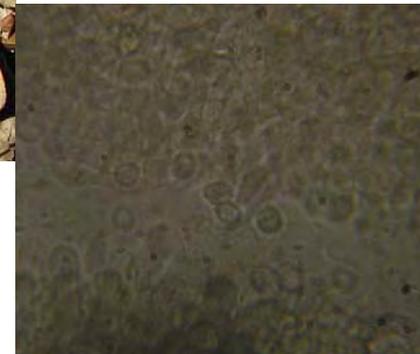
Laccaria proxima (ZD)

Píleo de 5 cm de diámetro, plano convexo, margen recto, de café rojizo a ocre cuando esta mojado, muy escamoso hacia el centro. Láminas adheridas, distantes o separadas, anchas, presentan un color rosa pálido. Estípite de 6.5 cm., de 0.7 cm, fibroso, del mismo color que el estípite, y presentando una coloración blanca en la base. La carne es delgada y de coloración igual al píleo. Olor y sabor placentero. Comestible.

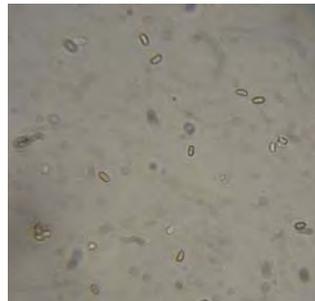
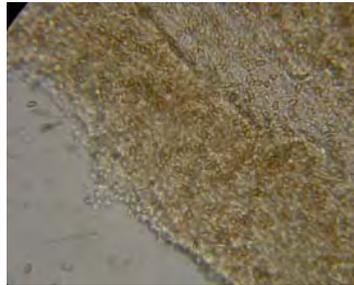


Lepista inversa. (ZD)

Píleo de 2.6 a 5.6 de diámetro, de color ocre anaranjado más oscuro hacia el centro; de plano a turbinado (en forma de embudo), conserve su mamila en el centro, margen arqueado, borde ondulado, mate. Húmedo. Láminas muy juntas, subdecurrentes, de color café don leche, estrechas, muestran un borde fibriado, unión al contacto homogéneo. Estípite subclavado, de consistencia cartilaginosa, hueco, se une al píleo de manera central.

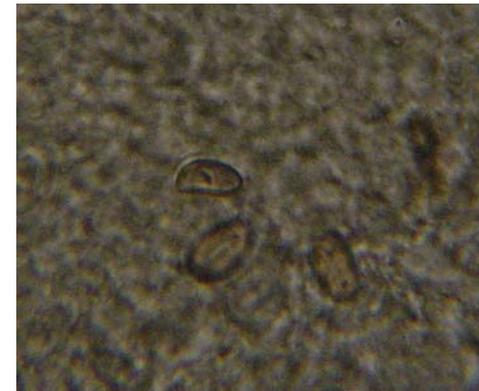


Lyophyllum sp.



Píleo de 0.7 a 6 cm de diámetro, de color café claro, forma plano-convexo, ondulado al centro, margen recto, borde entero, superficie seca, mate, unión del contexto homogéneo. Láminas muy juntas, subadheridas, anchas y lisas de color café claro. Estípote de 1.5 x 0.4 cm a 8.5 x 0.8 cm, unión al píleo central, cilíndrico, crecimiento cognado, consistencia fibrosa-cartilaginosa, contexto hueco, con escamas y fibroso, de color blanco brillante.

Mycena sp. (ZC)



Píleo de 3.5 cm de diámetro, de color blanco, brillante, seco, nacarado, plano-convexo, orillas blanco-traslucidas, carne pobre. Láminas separadas, blancas, decurrentes, presenta lamélulas, estrechas. Estípote blanco, se oscurece al ser manipulado, fistuloso, contexto homogéneo.

Pleurotus ostreatus (ZC)

Píleo: de 15 cm de diámetro, bastante abierto, convexo tomando luego una forma de embudo, superficie lisa, ligeramente lubricada cuando está húmedo pero no viscosa, color variable: blanco, gris, o marrón oscuro, margen enrollado al principio y luego ondulado. Láminas cerradas imparcialmente, anchas, decurrentes, blancas o ligeramente gris. Estípite: corto, fuerte, firme, seco, usualmente con pelos en la base.



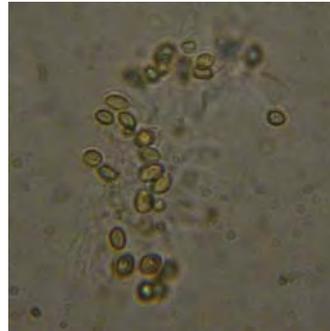
Trycholloma sp. (ZC)



Píleo de 15 cm de diámetro, zonado, presenta coloraciones cafés, en el borde es de color café oscuro, en la parte media de color claro, y se oscurece hacia el centro, umbunado, sedoso, borde liso. Láminas blancas, juntas presenta lamélulas, libres, su borde es crenulado. Estípite de 17.5 cm., de color cremoso, Fibroso, hueco, presenta fibrillas finas.

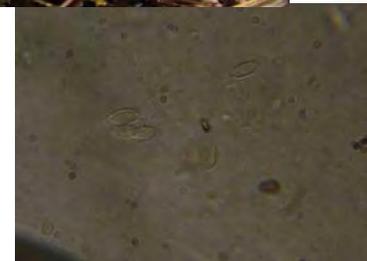
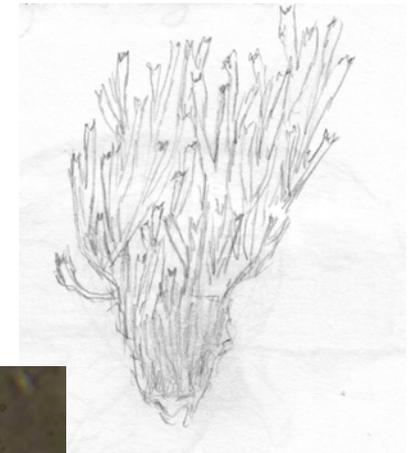
F a m i l i a C l a v a r i a c e a e

Ramaria abietina (ZC)



Cuerpo fructífero de 2-7 cm de largo, cilíndrico o en forma de abanico; ramas delgadas, presenta una coloración amarillenta obscura y tonos verde olivo en las ramificaciones más anchas, en el nacimiento del pie se ve un color blanco y tonos grisáceos, se divide irregularmente.

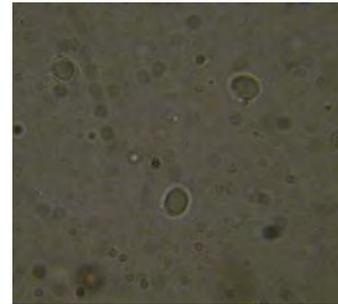
Ramaria stricta
(*Ramaria apretada*) (ZC)



Cuerpo fructífero de 14 cm. De alto, 3-8 cm de ancho compuesto de ramas erectas mas o menos paralelas y esbeltas, puntas manchadas, superficie glabra, de color marrón claro rosado, las manchas de las puntas son de color amarillento pálido, convirtiéndose en manchas cafés vinosas cuando se cortan, Contexto marrón claro, cambia a negro cuando se hiere, olor indistinto a ligeramente aromático, sabor agrio.

Ramaria flava (ZC)

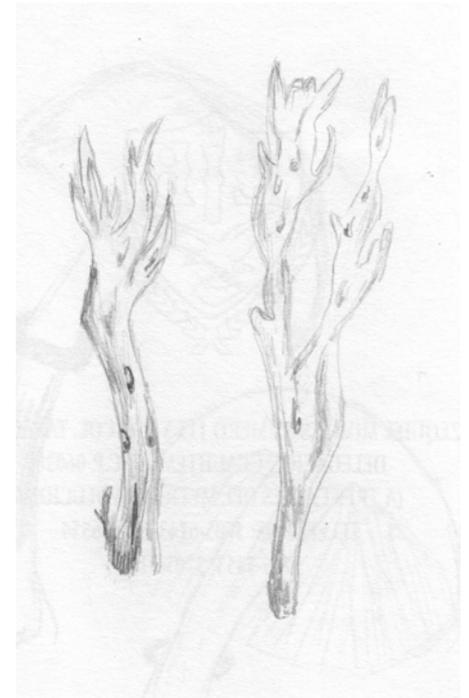
Cuerpo fructífero de 3 cm. de diámetro por 9 cm. de altura, formada por un tronco ancho, grueso, corto y blanquecino, del cual salen numerosas ramas cilíndricas, frágiles, de color amarillento, que se torna marrón con la edad, se van ramificando y acaban en puntas cortas, dando al conjunto un aspecto coralino. El himenio es liso y rodeando la parte superior de la fructificación.



Clavulina cinerea

Cuerpo fructífero de 2-10 cm de alto; 3-10 cm de ancho; se ramifica de madera moderada a repetitiva dependiendo del tamaño del cuerpo.

Ramificaciones de 2-5 mm de grosor; suave, de coloración blanca, las puntas presentan la misma coloración del cuerpo, pero en algunas existen puntos grises a cafés; con la edad el cuerpo fructífero toma un color grisáceo .



F a m i l i a H y d n a c e a e

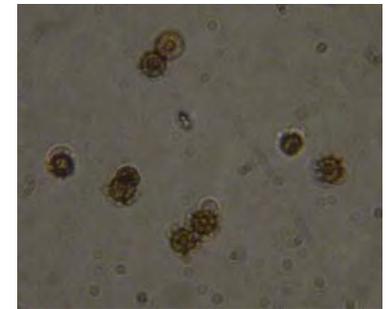
Hydnum repardum

S u b c l a s e G a s t e r o m y c e t i d a e

O r d e n L y c o p e r d a l e s

F a m i l i a G e a s t r a c e a e

Geastrum pectinatum



Píleo de 10 cm de diámetro, deprimido, es muy irregular y presenta el margen muy grueso y lobulado, superficie ondulada, seca y finamente aterciopelada, de color pálido lo colores encontrado van del blanco al ocre anaranjado, la Carne blanca, que se vuelve amarilla y posteriormente naranja al estar en contacto con el aire. El himenio se encuentra formado por espina o agujas muy frágiles, decurrentes, de color blanco o crema, Estípote corto, de 6 cm de largo, irregular y grueso, excéntrico, de color blanquecino en algunas partes y ocre en otras. Su olor es afrutado y su sabor, ligeramente amargo.

El cuerpo fructífero presenta de 5-10 brazos, los cuales son flexibles, presenta el saco de esporas que se eleva en el centro. El saco de esporas es globoso de 2.5 cm de diámetro, presenta un pico en la parte superior del saco de esporas (Peristome ?).

A s c o m y c e t e s

O r d e n P e z i z a l e s

Subdivisión Ascomycotina

O r d e n X y l a r i a l e s

Familia Xylariaceae

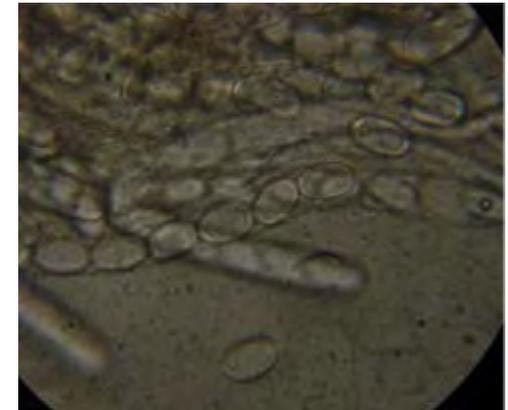
Xylaria sp.

Cuerpo fructífero de 1 a 4.5 cm de alto, de coloración blanca presenta pequeños orificios a lo largo del cuerpo, cuerpo fructíferos jóvenes, completamente blancos, cartilagosos. Crece de manera tubular conforme crece la parte apical se divide en tres.



Familia Hellvellaceae

Helvella lacunosa



Píleo de 4-10 cm., lóbulos irregulares y “convoluted” (ocasionalmente en forma de silla de montar); de color negro; el margen se encuentra unido al estípite en muchos lugares; la superficie es suave y lisa. La carne es delgada, quebradiza y cartilaginosa

Estípite de 5.15 cm, presenta una coloración blanquecina cuando joven, posteriormente se torna grisáceo y finalmente negro; presenta costillas como ornamentación.

Morchella esculenta.

12 (ZD)



Píleo de 3 a 6 cm de diámetro, el píleo es cónico, ovalado, presenta una arquitectura en forma de panal, las concavidades son irregulares, tienen un color pardo haciéndose más oscuro hacia la punta del píleo. El himenio se encuentra localizado en las celdillas del píleo las paredes del himenio parecen venas sinuosas. El estípote es blanco casi color hueso de 4 cm de largo, abultado en la parte inferior y rugoso. En su interior el hongo en hueco.

Píleo de 3.2 cm de diámetro, fibroso, umbunado, cónico, color violáceo, el disco de color amarillo, margen decurvado, borde entero. Láminas violáceas, juntas, presenta lamélulas libres. Estípote de 6 cm de largo, sólido, de color violáceo fibroso, cilíndrico, delgado, contexto heterogéneo.

4 (ZC)

Píleo de 4.9 cm de diámetro, forma de embudo, color pardo, margen entero, dentado, suave al tacto. Láminas esteras, color crema, juntas, adheridas. Estípote de 4.2 cm de largo de color pardo contexto cavernoso.