

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA
PROGRAMA EXPERIENCIAS DOCENTES CON LA COMUNIDAD
SUBPROGRAMA EDC-BIOLOGÍA

INFORME FINAL INTEGRADO
HERBARIO BIGU – SECCIÓN DE MACROHONGOS
PERÍODO DE REALIZACIÓN
ENERO 2012 – ENERO 2013

MARÍA EUGENIA PAPA VETTORAZZI
PROFESOR SUPERVISOR DE EDC: LICDA. GABRIELA ARMAS
ASESOR INSTITUCIONAL: LICDA. ROXANDA LÓPEZ

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA
PROGRAMA EXPERIENCIAS DOCENTES CON LA COMUNIDAD
SUBPROGRAMA EDC-BIOLOGÍA

INFORME FINAL DE DOCENCIA Y SERVICIO
HERBARIO BIGU – SECCIÓN DE MACROHONGOS
PERÍODO DE REALIZACIÓN
ENERO 2012 – JUNIO 2012

MARÍA EUGENIA PAPA VETTORAZZI
PROFESOR SUPERVISOR DE EDC: LICDA. GABRIELA ARMAS
ASESOR INSTITUCIONAL: LICDA. ROXANDA LÓPEZ

ÍNDICE

1. Introducción	3
2. Cuadro de resumen de las actividades de EDC	4
3. Actividades realizadas durante la práctica de EDC	5
3.1. Actividades de Servicio	5
3.1.1. Servicio preestablecido en Colecciones Zoológicas	5
3.1.2. Servicio preestablecido en Colecciones Zoológicas	5
3.1.3. Servicio preestablecido en Colecciones Zoológicas	6
3.1.4. Servicio preestablecido en Colecciones Zoológicas	6
3.1.5. Diseño de página web	7
3.1.6. Proceso de curación de 78 ejemplares y elaboración del inventario de los hongos ubicados en un armario de la Sección de Macrohongos	7
3.1.7. Elaboración de etiquetas e ingreso de ejemplares a la colección	8
3.2. Actividades de Docencia	9
3.2.1. Simposio “Aplicaciones, tendencias actuales y perspectivas de la Ecología del Paisaje	9
3.2.1. Asistencia a conferencias de la Semana de Ciencia, Tecnología e Innovación	9
3.2.2. Determinación de Macrohongos	10
3.2.3. Curso de Introducción a la colecta, preservación e identificación de hongos e insectos fungívoros	10
3.2.4. Elaboración de un ensayo	10
3.3. Actividades no planificadas	11
3.3.1. Hoja electrónica de la bibliografía de la Sección de Macrohongos	11
3.3.2. Inventario de ejemplares en un armario de la Sección de Macrohongos	11
4. Anexos	12

1. INTRODUCCIÓN

El programa de Experiencias Docentes con la Comunidad (EDC) está compuesto por tres fases que permiten a cada estudiante la inducción a la práctica de las ciencias biológicas mediante servicio, docencia e investigación.

Cada una de las actividades que se realiza en la práctica de EDC, ya sea enfocada al programa de servicio, docencia o investigación representa una parte importante para la unidad de práctica, en este caso la Sección de Macrohongos del Herbario BIGU. Por esto, es imprescindible que cada una de las actividades a realizar esté debidamente planificada, logrando de esta forma obtener resultados satisfactorios y que sean de beneficio para esta Unidad.

En este documento se presenta cada una de las actividades que fueron realizadas en la Sección de Macrohongos del Herbario BIGU, incluyendo los objetivos, descripción, resultados obtenidos y limitaciones durante su desarrollo; de igual forma se presentan las horas que fueron dedicadas a cada actividad, así como el mes en que fueron realizadas.

En la Sección de Macrohongos se realizó parte del mantenimiento de la colección mediante la curación de algunos ejemplares, así como el inventario de ejemplares en un armario y el ingreso de algunos de ellos a la base de datos y a la colección con su respectiva etiqueta.

Adicionalmente, se realizó un inventario de la bibliografía con la que cuenta el laboratorio de hongos.

En lo que respecta a actividades fuera del laboratorio, se asistió a las conferencias de la Semana de Ciencia, Tecnología e Innovación, así como al Simposio “Aplicaciones, tendencias actuales y perspectivas de la Ecología del Paisaje”.

2. CUADRO RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES DE EDC

Programa universitario	Nombre de la actividad	Fecha de la actividad	Horas EDC ejecutadas	Porcentaje horas (%)
A. Servicio	Elaboración de Diagnóstico, Plan de Trabajo e informes	Enero-Junio	80	7.7
	Servicio pre-establecido colecciones zoológicas	Febrero	40.3	3.9
	Hoja electrónica de bibliografía de la Sección de Macrohongos	Febrero - Marzo	52	5
	Inventario de macrohongos del armario 68, Sección de Macrohongos	Marzo – Mayo	88	8.5
	Curación de 78 ejemplares de Macrohongos	Febrero – Junio	104	10
	Elaboración de etiquetas e ingreso de ejemplares a la colección	Mayo - Junio	36	3.5
Total Servicio			400.3	38.6
B. Docencia	Semana de Ciencia, Tecnología e Innovación	Marzo	12	1.15
	Simposio “Aplicaciones, tendencias actuales y perspectivas de la Ecología del Paisaje”	Febrero	6	0.6
	Determinación de Macrohongos	Julio - Octubre	180	17.3
	Total Docencia			198
C. Investigación	Elaboración de perfil, protocolo e informes	Abril - Junio	100	9.62
	Colecta de especímenes	Julio-Agosto	45	4.3
	Procesamiento de datos	Julio- Noviembre	200	19.23
	Análisis de datos	Noviembre	100	9.62
	Total Investigación			445
TOTAL			1043.3	100.3

3. ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE LA PRÁCTICA DE EDC

3.1. ACTIVIDADES DE SERVICIO

3.1.1. Servicio preestablecido en Colecciones Zoológicas

- A. Objetivos:** Ordenar las muestras de tejidos herpetológicos presentes en el MUSHNAT, de los diferentes colectores, tomadas en los viajes de campo.
- B. Descripción:** En la presente actividad se ordenó cada una de las muestras de tejidos herpetológicos que habían sido tomadas en viajes de campo previamente. Cada una de las muestras mencionadas se encontraban en tubos pequeños y debían mantener un orden cronológico según el número de colecta y el respectivo colector, cuya identificación estaba dada por las iniciales del nombre y apellido. Primero, se separaron los tubos según los colectores encontrados. Posteriormente fueron ordenados por el número de colecta de cada uno, siguiendo un orden creciente. Los tubos fueron colocados en cajas cuadradas que podían contener un máximo de cien de estos. Los tubos de cada colector fueron colocados en cajas separadas para que posteriormente se lograra seguir el orden establecido. Además en la parte superior de cada una de las cajas, se colocó las iniciales del colector y los números de colecta presentes en dicha caja. Esto representa una forma más fácil de búsqueda para los investigadores, además de ahorrar tiempo en caso que se presentara esta necesidad.
- C. Resultados:** Se ordenaron todos los tubos que contenían tejidos herpetológicos logrando así, obtener una forma más fácil de encontrar dichos tejidos. Además de esto cada uno de los tubos fue separado por los colectores encontrados, esto con el fin de que se agreguen los tejidos herpetológicos de colectas posteriores.
- D. Limitaciones o dificultades presentadas:** Ninguna limitación se presentó en la realización de la presente actividad.

3.1.2. Servicio preestablecido en Colecciones Zoológicas

- A. Objetivos:** Elaboración del formato de la hoja electrónica en donde serán ingresados los tejidos herpetológicos.
- B. Descripción:** En una hoja electrónica de Microsoft Excel, fue establecida la forma en la que debían ser ingresados cada uno de los tubos que contienen los tejidos herpetológicos. Entre los datos considerados en la elaboración de dicha hoja fueron, el número de colecta, colector, Orden, Familia, Género y especie de cada uno de los tejidos; además fue incluida la fecha de colecta y una columna de observaciones en caso fuera necesaria alguna otra consideración para cada tubo. En la hoja electrónica de Excel se añadieron diferentes pestañas u hojas para cada uno de los colectores, con el fin que al obtener más ejemplares o más tejidos de especímenes, éstos puedan ser ingresados a la hoja electrónica siguiendo el orden de cada uno de los colectores. La finalidad de esta actividad fue lograr una forma de búsqueda rápida y eficiente para los investigadores que necesiten de algún tejido específico.

- C. Resultados:** Elaboración del formato de la hoja electrónica en Excel donde serán ingresados los datos respectivos a cada uno de los tejidos presentes y que serán obtenidos posteriormente. Se consideraron los datos necesarios para la elaboración de la misma y una forma útil de búsqueda.
- D. Limitaciones o dificultades presentadas:** Ninguna dificultad fue presentada en la presente actividad.

3.1.3. Servicio preestablecido en Colecciones Zoológicas

- A. Objetivos:** Ingresar a la hoja electrónica establecida los datos de los tejidos presentes.
- B. Descripción:** Algunos de los tejidos presentes en el Museo de Historia Natural de la Universidad de San Carlos de Guatemala, fueron ingresados a la hoja electrónica elaborada previamente en Microsoft Excel. Todos los campos (número de colecta, colecta, Orden, Familia, Género y especie) que fueron considerados en la elaboración de la hoja electrónica fueron llenados para los ejemplares correspondientes.
Tras llenar los campos respectivos de los cuatrocientos ejemplares ingresados, se dejó señalado para que el resto se ingrese posteriormente.
- C. Resultados:** Se ingresaron cuatrocientos tubos que contenían tejidos herpetológicos, considerando cada uno de los campos que se requerían.
- D. Limitaciones o dificultades presentadas:** No se presentó ninguna dificultad durante la presente actividad.

3.1.4. Servicio preestablecido en Colecciones Zoológicas

- A. Objetivos:** Preparación de pieles en la colección de Ornitología.
- B. Descripción:** Para lograr un aprendizaje integral, dentro del servicio preestablecido en la Colección Herpetológica, se realizó la preparación de una piel de ave. Para cumplir este objetivo, la piel fue colocada en un balde con agua para desprender cualquier parte congelada que podría haber estado presente. Posteriormente a esta piel se le dio la vuelta y se inició la etapa de preparación. Luego, se elaboraron dos pelotas de algodón del mismo tamaño para los ojos y una más grande para el cráneo. En seguida, se le dio la vuelta a la piel, de modo que quedara con las plumas en la parte exterior nuevamente. Se ataron las alas para que la forma del ejemplar fuera más estética. Más adelante, se calculó la cantidad de algodón necesaria para que el cuerpo quedara del tamaño que presentaba naturalmente. El algodón se cortó y antes de ser colocado entre el cuerpo una porción fue atravesada por la garganta hasta llegar al pico, logrando de esta forma que el área del cuello quedara firme. Se selló el pico del ave con adhesivo y se procedió a rellenar el cuerpo con el algodón cortado, considerando que el pedazo de madera que fue introducido anteriormente del cuello hasta la parte superior de la cola se mantuviera en una posición adecuada. Luego de colocado el algodón, se procedió a cerrar el ave con aguja e hilo.
El ave de la que fue preparada la piel, debe ser puesta a secar. Para esto, ésta fue envuelta en algodón, considerando que la posición en la que quedó fuera adecuada y la etiqueta tuviera todos los datos necesarios. Cumplidos estos

requisitos, el ave fue colocada de la forma ya descrita y se separó cada una de las plumas de la cola para que quedara de la forma más estética posible.

- C. Resultados:** Se preparó la piel de un ejemplar ornitológico desde el rellenado del ejemplar hasta la elaboración de la etiqueta con los datos correspondientes. Posteriormente se llevó a cabo el secado de las plumas del mismo.
- D. Limitaciones o dificultades presentadas:** Ninguna dificultad fue presentada en la presente actividad.

3.1.5. Diseño de página web

- A. Objetivo:** Obtener un diseño adecuado para la página web de la Sección de Macrohongos del BIGU con información seleccionada y comprensible.
- B. Descripción:** Se seleccionaría la información que se deseara publicar acerca de las actividades que se realizan en esta Unidad, así como información general de los grupos que se pueden encontrar o que se trabajan en el lugar. Posteriormente dicha información seleccionada sería redactada de forma que fuera comprensible para cualquier persona con conocimientos biológicos básicos. Entre la información que iba a ser incluida era la ubicación, historia, importancia, misión, visión, personal, información general sobre grupos de hongos, forma de contactar a esta unidad, líneas de investigación y una galería. Luego de seleccionar la información adecuada se iba a elaborar un bosquejo de dicha página.
- C. Resultados:** No se logró obtener el bosquejo de la página web para que la misma pudiera ser elaborada posteriormente con la información adecuada y seleccionada.
- D. Limitaciones o dificultades presentadas:** Esta actividad no se logró realizar ya que para la Sección de Macrohongos las actividades de inventario y curación de los ejemplares presentes en el armario 61 era de mayor importancia que el diseño de la página web. El tiempo asignado para esta actividad fue utilizado para curar ejemplares de dicho armario.

3.1.6. Proceso de curación de 78 ejemplares y elaboración del inventario de los hongos ubicados en un armario de la Sección de Macrohongos

- A. Objetivos:** Realizar el proceso de curación de ejemplares de la Sección de Macrohongos del Herbario BIGU.
- B. Descripción:** En el proceso de curación de los 78 ejemplares, se realizaron las etapas de congelado y secado; los pasos que no se realizaron fue el ingreso a la base de datos, etiquetado de los ejemplares y el ingreso a la colección. Este proceso fue realizado con 78 Macrohongos.
Los hongos curados fueron colocados dentro del congelador durante tres días para eliminar cualquier parásito. Posteriormente, los mismos fueron colocados dentro de una secadora por tres días, los de gran tamaño por cuatro días. Tras el proceso de congelado y secado de los especímenes, se realizó simultáneamente un inventario de los ejemplares ubicados en uno de los armarios de la Sección de Macrohongos. La mayor parte de estos especímenes ya se encontraban identificados, por lo que estos datos fueron considerados en la elaboración de dicho inventario.

Para la elaboración del inventario de los hongos ya mencionados, se consideró el número de colecta, número de herbario, en caso ya tuvieran uno asignado, colector y una sección para comentarios. En esta última se agregó información taxonómica y si el hongo presentó parásitos cuando fue revisado.

Tras la realización del inventario de los ejemplares, se procedió a organizar los mismos en distintas cajas. Los datos de los hongos en el inventario fueron ordenados según el número de caja en el que se encontraban. Las cajas utilizadas para dicha organización, fueron identificadas con el número presentado en el inventario.

En los anexos presentes se pueden observar fotografías de la forma en que fueron organizados los hongos dentro del armario.

- C. Resultados:** Se logró realizar el proceso de curación de 78 ejemplares de Macrohongos. Durante este proceso, los pasos llevados a cabo fueron el congelado de los mismos, secado y elaboración del inventario de los ejemplares presentes en uno de los armarios de la Sección de Macrohongos.
- D. Limitaciones o dificultades presentadas:** Ninguna dificultad fue presentada en la presente actividad.

3.1.7. Elaboración de etiquetas e ingreso de ejemplares a la colección

- A. Objetivos:** Ingresar ejemplares ubicados en el armario 61 de la Sección de Macrohongos a la base de datos e ingresar posteriormente estos ejemplares a la colección.
- B. Descripción:** Para ingresar los ejemplares a la base de datos es necesario ubicar la ficha que contiene las características que el hongo presentaba en fresco. En base a esta boleta de colecta, se llenan distintos campos presentes en la base de datos. Entre estos campos se puede mencionar el lugar de colecta, colector, número de colecta, coordenadas, altitud, características del lugar o de la vegetación, descripción macroscópica, así como el campo de la información taxonómica. Luego de llenar estos datos, se puede generar la etiqueta correspondiente a cada ejemplar.
En esta actividad, se generaron las etiquetas de los hongos que ya tenían todos los campos llenos, solamente hacía obtener esta etiqueta y ubicarlos en cajas individuales. Este procedimiento se realizó con 60 hongos aproximadamente.
Posteriormente, las cajas de cada hongo, con la etiqueta correspondiente, fueron inventariadas en el libro del Herbario BIGU, para poder ser ingresados a la colección de la Sección de Macrohongos.
- C. Resultados:** Se generó la etiqueta de 60 hongos aproximadamente, se colocó cada ejemplar en una caja individual con su respectiva identificación. Cada uno de estos hongos fue inventariado en el Herbario BIGU y será ingresado a la colección.
- D. Limitaciones o dificultades presentes:** No se presentó ninguna dificultad durante la elaboración de la actividad.

3.2. ACTIVIDADES DE DOCENCIA

3.2.1. Simposio “Aplicaciones, tendencias actuales y perspectivas de la Ecología del Paisaje

- A. Objetivos:** Asistir al Simposio “Aplicaciones, tendencias actuales y perspectivas de la Ecología del Paisaje”
- B. Descripción:** En la presente actividad se asistió al simposio de “Aplicaciones, tendencias actuales y perspectivas de la Ecología del Paisaje” el día 3 de Febrero a las 9:00am, realizado en el Colegio de Profesionales zona 15 de la Ciudad de Guatemala, en el salón Julio César Méndez Montenegro. Las presentaciones que fueron observadas correspondían a la inauguración, la presentación de la actividad y dos presentaciones dadas por el Lic. Manuel Barrios, Licda. Maura Quezada. La observación de estas charlas fue de 10:00 am a 11:40 am.
- C. Resultados:** Se observaron las presentaciones de inauguración, la presentación a dicho simposio y las presentaciones del Lic. Manuel Barrios y la Licda. Maura Quezada.
- D. Limitaciones o dificultades presentadas:** No se logró la asistencia completa al simposio debido a actividades universitarias que obligaron a retirarse de dicha actividad.

3.2.2. Asistencia a conferencias de la Semana de Ciencia, Tecnología e Innovación

- A. Objetivos:** Asistir a las conferencias de la Semana de Ciencia y Tecnología
- B. Descripción:** En la presente actividad se asistió a la Semana de Ciencia, Tecnología e Innovación 2012, los días 20, 21 y 22 de Marzo. Esta actividad fue realizada en el Hotel Westin Camino Real ubicado en la zona 10. Se observó una o dos presentaciones cada día. El 20 de marzo se observaron las presentaciones de “El genoma” y “Aplicaciones de la biotecnología moderna”. El 21 de marzo se asistió a la conferencia denominada “Recuperación del lago de Amatitlán”. El jueves 22 de marzo se asistió a la conferencia “El universo microscópico”.
- C. Resultados:** Se observaron algunas de las conferencias presentadas los días 20, 21 y 22 de marzo. Todas las conferencias se enfocaban al enriquecimiento de conocimientos de las ciencias biológicas.
- D. Limitaciones o dificultades presentadas:** No se logró la asistencia completa a las charlas que se deseaba observar, debido a que actividades universitarias obligaron a retirarse de dicha actividad.

3.2.3. Determinación de Macrohongos

- A. **Objetivo:** Aprender a determinar macrohongos.
- B. **Descripción:** Mediante la observación de la forma de las partes de los hongos como el píleo, estípite, himenio, volva, entre otras características importantes, como la coloración, hábito, sustrato, entre otras; se puede mediante claves y descripciones de especies de hongos, obtener la taxonomía del mismo. Este procedimiento es importante para la identificación tentativa de los hongos en los viajes de campo.
- C. **Resultados:** No se ha logrado obtener resultados de esta actividad, ya que la misma será realizada simultáneamente con la investigación de EDC.
- D. **Limitaciones o dificultades presentadas:** No se ha podido realizar esta actividad ya que será simultánea al desarrollo de la investigación que será realizada.

3.2.4. Curso de Introducción a la colecta, preservación e identificación de hongos e insectos fungívoros

- A. **Objetivo:** Aprender sobre colecta, preservación e identificación de insectos fungívoros, así como apoyar en dicho curso.
- B. **Descripción:** se recibiría y aprendería la información impartida durante el curso, con lo que respecta al tema de colecta, preservación e identificación de hongos e insectos fungívoros. De la misma forma en el transcurso de dicha actividad se ayudaría y apoyaría con cualquier conocimiento adquirido previo a esta actividad.
- C. **Resultados:** No se obtuvo ningún resultado debido a que el curso no fue impartido.
- D. **Limitaciones o dificultades presentadas:** El curso no se llevó a cabo por razones logísticas.

3.2.5. Elaboración de un ensayo

- A. **Objetivo:** Elaborar un ensayo sobre la materia de interés.
- B. **Descripción:** Esta actividad consistía en indagar lo suficiente para obtener la información acerca de la materia de interés, en este caso, micorrizas. Posterior a esta indagación, se procedería a elaborar un ensayo con bibliografía actualizada que permitiera enriquecer el conocimiento de la materia de estudio, ayudando de esta forma, la parte destinada a la investigación.
La importancia de la elaboración de este ensayo es que además de la parte teórica, incluye el análisis y perspectiva personal sobre determinado tema.
- C. **Resultados:** No se han obtenido los resultados, sin embargo se espera generar un ensayo con bibliografía actualizada que ayude a tener información para la parte destinada a investigación del programa de EDC.
- D. **Limitaciones o dificultades presentadas:** Debido a la falta de tiempo y a que las horas de elaboración del presente ensayo fueron destinadas a la parte de servicio, no se realizó este ensayo.

3.3. ACTIVIDADES NO PLANIFICADAS

3.3.1. Hoja electrónica de la bibliografía de la Sección de Macrohongos

- A. Objetivos:** Realizar una hoja electrónica con los datos de la bibliografía de la Sección de Macrohongos del Herbario BIGU.
- B. Descripción:** Se elaboró una hoja electrónica en Microsoft Excel donde se incluyeron los datos más importantes de la bibliografía presente en la Sección de Macrohongos del Herbario BIGU. Los datos que fueron tomados en cuenta en esta hoja electrónica fue el autor o autores, título de la obra, año de publicación, número de copias presentes en la biblioteca y el tema del que trata dicha referencia bibliográfica. Posterior a tomar e ingresar todos los datos que fueron tomados en cuenta, se agrupó y ordenó la bibliografía presente por los temas que fueron identificados.
- Esta forma de ordenar la bibliografía facilita la búsqueda de los documentos, así como ayuda a mantener el orden de la biblioteca pequeña. Las regiones y los estantes en donde se encuentra cada uno de los temas fueron identificados de forma que siempre se mantenga un orden establecido dentro de la misma.
- C. Resultados:** Ingreso de toda la bibliografía presente en la Sección de Macrohongos a la hoja electrónica, así como el ordenamiento por tema de dicha bibliografía.
- D. Limitaciones o dificultades presentadas:** Para agrupar y ordenar de una forma más adecuada la biblioteca, no se logró asignar un código específico para cada tema ya que falta que ingrese nueva bibliografía a esta biblioteca.

3.3.2. Inventario de ejemplares en un armario de la Sección de Macrohongos

- A. Objetivos:** Realizar el inventario de los ejemplares presentes en el armario No.61 de la Sección de Macrohongos del Herbario BIGU.
- B. Descripción:** Se está realizando el inventario de los ejemplares presentes en uno de los armarios de la Sección de Macrohongos del Herbario BIGU, con el fin que los mismos sean ingresados posteriormente a la colección. La separación de estos ejemplares se está realizando bajo el criterio de: los ejemplares que están pendientes de etiqueta, los hongos que no poseen número de colecta, los ejemplares que deben ser ingresados a la base de datos, los que debe ser revisada su identificación ya que fueron determinados por estudiantes. Además de esta clasificación, se está observando la presencia de animales pequeños o bien, de hongos en los ejemplares. Los que presentan alguna de las dos características destacadas anteriormente son ingresados al congelador para pasar por el proceso de curación y que no contamine el resto de los hongos que se encuentran en la misma caja.
- Los ejemplares que se encuentran en estado crítico y que su identificación no sería posible de realizar debido a la presencia de moho han sido descartados.
- C. Resultados:** Se realizó el inventario de ejemplares presentes en un armario, de igual forma se observó su estado y realizó el proceso de curación respectivo cuando fue necesario.

D. Limitaciones o dificultades presentadas: Ninguna dificultad fue presentada en la presente actividad.

4. ANEXOS

Formato de elaboración del inventario de ejemplares

Caja 44: Curados Polyporaceae, Trametes			
	Número de colecta		Comentarios
1566			
1568	1142	Trametes	Polyporaceae
1569	1358	Trametes	Polyporaceae
1570	1084	Trametes	Polyporaceae
1571	1243	Trametes	Polyporaceae
1572	1459	Trametes	Polyporaceae
1573	743	Trametes	Polyporaceae
1574	1336	Trametes	Polyporaceae
1575	1148	Trametes	Polyporaceae
1576	2585	Trametes	Polyporaceae
1577	1129	Trametes	Polyporaceae
1578	673	Trametes	Polyporaceae
1579	723	Trametes	Polyporaceae
1580	157	Trametes	Polyporaceae
1581	1628, 2194	Trametes	Polyporaceae
1582	101	Trametes	Polyporaceae

Organización de ejemplares del armario 61, Sección de Macrohongos



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA
PROGRAMA EXPERIENCIAS DOCENTES CON LA COMUNIDAD
SUBPROGRAMA EDC-BIOLOGÍA

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN
CARACTERIZACIÓN DE HONGOS ECTOMICORRÍMICOS ASOCIADOS A PINO (*Pinus sp*) Y ENCINO (*Quercus sp*) EN LA “RESERVA FORESTAL
PROTECTORA DE MANANTIALES CORDILLERA ALUX”
HERBARIO BIGU – SECCIÓN DE HONGOS
PERÍODO DE REALIZACIÓN
ENERO 2012 – ENERO 2013

MARÍA EUGENIA PAPA VETTORAZZI
PROFESOR SUPERVISOR DE EDC: LICDA. GABRIELA ARMAS
ASESOR INSTITUCIONAL: ROXANDA LÓPEZ

ÍNDICE

1. Resumen	15
2. Introducción	16
3. Planteamiento del problema	16
4. Justificación	17
5. Referente teórico	18
5.1. Generalidades de las micorrizas	18
5.1.1. Mecanismo de colonización de las micorrizas	19
5.2. Clasificación	19
5.2.1. Ectomicorrizas	20
5.2.2. Micorrizas vesículo – arbusculares	21
5.2.3. Ectendomicorrizas	21
5.2.4. Micorrizas arbutoides	21
5.2.5. Micorrizas monotropoides	21
5.2.6. Micorrizas ericoides	22
5.2.7. Micorrizas orquidoides	22
5.3. Importancia de las micorrizas	23
5.4. Función de las micorrizas	24
5.4.1. Nutrición vegetal	24
5.4.2. Microorganismos del suelo	24
5.4.3. Fauna del suelo	24
5.4.4. Fijación biológica del nitrógeno	24
5.4.5. Efectos contra patógenos	25
5.4.6. Suelos contaminados	25
6. Objetivos	25
7. Hipótesis	25
8. Metodología	26
8.1. Diseño	26
8.1.1. Población	26
8.1.2. Muestra	26
8.2. Técnicas a usar en el proceso de investigación	26
8.2.1. Recolección de datos	26
8.2.2. Análisis de datos	27
8.3. Instrumentos para registro y medición de las observaciones	27
9. Resultados	29
10. Discusión de resultados	32
11. Conclusiones	34
12. Recomendaciones	35
13. Referencias bibliográficas	35
14. Anexos	38

1. RESUMEN

En este estudio se comparó la riqueza de hongos ectomicorrícicos asociados a pino (*Pinus sp*) y encino (*Quercus sp*) en la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux. Se utilizaron hongos colectados en una parcela circular de 30m². Se midieron variables como la pendiente del terreno y el diámetro a la altura del pecho de las especies forestales. Se realizó un análisis de correspondencia canónica y análisis de correspondencia rectificada para evaluar la relación entre las variables y las especies forestales a las que se encontraban asociados los hongos. Se determinó que la riqueza fue mayor en las áreas de bosque joven conformado por encino y menor en el área de pino, cuyo bosque era maduro. La variable del diámetro a la altura del pecho puede explicar esta tendencia. La presencia de 20 morfoespecies asociadas a encino se explica porque en la fase inicial de sucesión la especificidad de los hongos para formar micorrizas es muy baja por lo que la colonización de las raíces es rápida. Por otro lado en los bosques maduros la riqueza de hongos es menor. Esto se debe a que requieren de mucha especificidad para soportar las condiciones edáficas del área. Por ello en el bosque de pinos se encontraron 16 morfoespecies. En cuanto a la pendiente se puede mencionar que es un factor que no favorece la fructificación de los hongos. Por otro lado, en este estudio no se tomaron en cuenta factores ambientales o edáficos y la influencia que puede tener en la presencia de hongos micorrícicos.

2. INTRODUCCIÓN

Guatemala es un país megadiverso debido a su variabilidad natural. El país es considerado como uno de los puntos del planeta más rico en diversidad biológica que a la vez se considera altamente amenazado (EPIQ, 2002, p.3) (CONAP, 2008, p.185). Esta diversidad según Flores y otros (2000), se encuentra amenazada por la deforestación, el avance de la frontera agrícola y la falta de estudios sobre el aprovechamiento de la misma y la potencialidad.

Uno de los ecosistemas amenazados en el país son los bosques, entre ellos, los de coníferas. En el año 2000, se había perdido aproximadamente el 60-65% de cobertura forestal, que corresponde a la pérdida aproximada de 50,000 a 60,000 hectáreas por año (Loening y Markussen, 2003, p.284) (Flores y otros, 2000, p.9). Las especies de pino están distribuidas en varias regiones del país, desde altitudes presentes a nivel del mar hasta regiones montañosas. Entre ellas se encuentra *Pinus maximinoi* H.E.Moore, la cual tiene amplia distribución, así como las especies *Pinus pseudostrobus* Lindl, *Pinus oocarpa* Schiede, *Pinus montezumae* Lambert (González, 2004, p.1).

Adicionalmente, los pinos se relacionan directamente con los hongos en una asociación simbiótica conocida como “micorriza”. La importancia de las micorrizas radica en que mejora la capacidad de la planta para adquirir nutrientes minerales y agua del entorno, reduce metales pesados y otros contaminantes e incrementa la resistencia a patógenos, así como incrementa el crecimiento de la planta (Carrera-Nieva y López-Ríos, 2004, p.93).

Debido a que cada tipo de vegetación presenta una diversidad de hongos micorrícicos característica y a que los hongos pueden establecer simbiosis con una o varias especies de plantas; y las plantas, a su vez, pueden encontrarse micorrizadas por distintas especies de hongos, es de suma importancia la identificación de los hongos implicados en dicha simbiosis (Ocañas y otros, 2002, p.204). Por esto, el objetivo principal de este estudio es la caracterización de las especies de hongos ectomicorrícicos asociados a pino (*Pinus sp*) y encino (*Quercus sp*) en la “Reserva Forestal protectora de Manantiales Cordillera Alux”.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los hongos ectomicorrícicos se asocian a plantas forestales como el pino. Esta asociación es beneficiosa para las plantas en la absorción de agua y nutrientes del suelo, así como protección contra patógenos y hace exitosa la colonización de pinos en los diferentes ambientes.

En Guatemala se ha perdido el 65% de cobertura forestal. Debido a este problema es necesario incrementar el conocimiento referente a los ciclos de vida y desarrollo de los bosques y de esta manera contrarrestar la situación. Una posible solución sería mejorar y optimizar la reforestación inoculando las plantas con hongos micorrícicos para aumentar su capacidad de supervivencia (Flores y otros, 2000, p.7-9) (Reyes, 2004).

Sin embargo, no se conocen con certeza las especies de hongos que se relacionan con los pinos y encinos y al ser especies efímeras, los hongos, se restringe esta posibilidad. Es por ello que es perentorio, en primera instancia, realizar estudios que permitan conocer

la diversidad de hongos micorrícicos de un área y priorizarlos según la importancia de las mismas.

La “Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux”, es un área prioritaria para la conservación y manejo debido a que suministra agua a varios municipios de la capital y de Sacatepequez, y todo esfuerzo que permita su conservación será de beneficio a corto y a mediano plazo.

4. JUSTIFICACIÓN

Las especies forestales, como pinos y encinos, dependen de la simbiosis que realizan con los hongos micorrícicos, para un crecimiento óptimo. Por eso es indispensable saber cuáles son las especies de hongos que establecen esta asociación.

La utilización de micorrizas en la recuperación de suelos degradados y revegetación, incide sobre el comportamiento ecológico, la productividad y la composición de comunidades vegetales. Una investigación preliminar a la aplicación que se le puede dar a dicha simbiosis, consiste en la descripción de este recurso; esto permitirá obtener beneficios del potencial micorrícico en la conservación de suelos y programas de reforestación (Pérez-Rovira y otros, sf, p.498).

A pesar de su importancia, los hongos micorrícicos han sido poco estudiados, incluso las especies cuyas fructificaciones son abundantes, por lo que es de gran importancia contribuir a este conocimiento básico (Clavería y De Miguel, 2005, p.42)

Aunque el estudio de hongos hipógeos en especies de interés forestal es complicado debido a la dificultad metodológica en su recolección e identificación, es indispensable generar esta información y realizar la caracterización de sus micorrizas (Clavería y De Miguel, 2005, p.42).

Hasta la fecha en la “Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux” no se ha realizado ningún estudio de hongos por lo que este vacío de información es un detonante para la ejecución de este primer acercamiento y conocer la diversidad de hongos micorrícicos del área.

5. REFERENTE TEÓRICO

5.1. Generalidades de las micorrizas

El término micorriza fue acuñado en 1885 por el botánico Albert Bernard Frank. Una micorriza se define como una asociación simbiótica mutualista entre raíces de plantas superiores y ciertos grupos de hongos del suelo (Franco, sf, p.3) (Blanco y Salas, 1997, p.55-56) (De Román y De Miguel, 2000, p.2).

En 1973, Lewis confirmó que la asociación entre las raíces de las plantas y los hongos es positiva para ambos (De Román y De Miguel, 2000, p.2).

Las micorrizas aparecieron hace aproximadamente 400 millones de años, en el Devónico. Se cree que esta asociación permitió que las plantas acuáticas lograran colonizar el medio terrestre y es por ello, que dicha simbiosis está presente en el 95% de la vegetación (Franco, sf, p.3) (González-Chávez, 2009, p.138-146).

Los hongos que forman micorrizas, han co-evolucionado con las plantas a tal grado que algunos de ellos no pueden completar su ciclo de vida sin dicha asociación; esto se da en el grupo de los vesículo arbusculares. Sin embargo, otras especies de hongos, los cuales forman ectomicorrizas, solamente pueden formar su asociación con una especie específica de planta. Es importante resaltar que muchas especies de plantas no crecen normalmente sin la asociación con estos hongos, presentan dependencia de los mismos aun en condiciones de alta fertilidad del suelo (Salas, sf, p.1). La simbiosis micorrízica ha permitido a las plantas conquistar ambientes desfavorables y es en las zonas deterioradas, donde más se observa la dependencia de las plantas con los simbiontes fúngicos (Pérez-Rovira y otros, sf, p.497).

Por otro lado, los hongos micorrízicos dependen de la planta para el abastecimiento de carbono, energía y un nicho ecológico. La planta destina fotosintatos en forma de sacarosa, para que el hongo pueda nutrirse de manera heterótrofa y sintetizar sus propios azúcares como manitol, trehalosa y glucógeno. A cambio, los hongos, entregan sustancias minerales como el fósforo y ofrecen beneficios como estimulación de sustancias reguladoras de crecimiento, incremento de la tasa fotosintética, ajustes osmóticos en condiciones de sequía, aumento de la fijación de nitrógeno por bacterias simbióticas, mayor resistencia a plagas, tolerancia al estrés ambiental y mediación de interacciones de microflora y microfauna que ocurren alrededor de las raíces (Blanco y Salas, 1997, p.56) (Pérez-Rovira y otros, sf, p.497) (Franco, sf, p.11).

Las micorrizas presentan gran importancia ecológica, ya que esta asociación mejora la capacidad de la planta para la adquisición de nutrientes minerales y agua del suelo, reducen la toxicidad de metales pesados y otros contaminantes, incrementan la resistencia de plantas a patógenos e incrementan el crecimiento de la planta (Carrera-Nieva y López-Ríos, 2004, p.93). Cuando los hongos que establecen simbiosis se reproducen, desarrollan cuerpos fructíferos que contienen compuestos químicos, que al descomponerse integran nuevamente el suelo. También pueden servir de alimento para insectos y animales superiores (Carranza, 2006, p.25).

5.1.1. Mecanismo de colonización de la micorriza

Las etapas en el proceso de colonización de una micorriza son varias y se dan casi de la misma forma en todos los tipos de micorrizas.

Primera etapa: Se produce la diferenciación de la espora, la propagación del hongo y la identificación entre la planta y el hongo en las zonas cercanas a los pelos radicales. Este reconocimiento es posible por sustancias exudadas por la raíz, que provocan el crecimiento del micelio y su acercamiento a la raíz de la planta (Franco, sf, p.10).

Segunda etapa: consiste en el acercamiento y reconocimiento entre el hongo y la raíz, hasta entran en contacto intercelular y se crea una estructura de adherencia entre ambos (Franco, sf, p.10).

Tercera etapa: en esta etapa se lleva a cabo la colonización del hongo a la raíz. Se producen cambios morfológicos y estructurales, tanto en el hongo, como en la raíz. Posteriormente se da una integración fisiológica entre ambos simbioses y se integran sus procesos metabólicos. (Franco, sf, p.10-11)

Este proceso de formación de la micorriza, provoca alteraciones como el cambio morfológico en la raíz, cambio en la estructura de los tejidos radicales, el número de cloroplastos, aumento de la lignificación, alteración de los balances hormonales, entre otros (Franco, sf, p.11).

5.2. Clasificación

Anteriormente las micorrizas se clasificaron en ectotróficas y endotróficas, basándose en el tipo de estructuras que formaban el hongo con la raíz. Posteriormente, se agruparon en ectomicorrizas, endomicorrizas y ectendomicorrizas, según la penetración de las hifas en las células de la raíz (Carranza, 2006, p.19).

En la actualidad las micorrizas se han clasificado con base a su estructura, morfología y modo de infección en dos tipos principales: las ectomicorrizas, en las que el micelio crece por los espacios intercelulares, pero sin llegar a atravesar las paredes de las células y las endomicorrizas en las que el micelio del hongo penetra dentro de las células de la raíz. Este último tipo se subdivide en otros como ecto-endomicorrícicos, arbutoides, monotropoides, Ericoides, Orquidáceas y las arbusculares, que son las más comunes (Martínez y Pugnaire, 2009, p.45) (De Román y De Miguel, 2000, p.3).

Los hongos endomicorrícicos formadores de micorrizas arbusculares (HMA), se caracterizan porque sus hifas penetran en las células de las raíces formando vesículas que sirven como estructuras de almacenamiento y de intercambio de nutrientes y carbono. Este tipo de micorrizas aumenta la capacidad de absorción de fósforo, nitrógeno y otros micronutrientes (Martínez y Pugnaire, 2009, p.45).

Según Martínez y Pugnaire, estudios moleculares y del registro fósil datan el origen de los hongos formadores de micorrizas arbusculares (Glomeromycota) en el Ordovícico e indican que participaron en la colonización de las primeras plantas terrestres

El siguiente cuadro resume las principales diferencias entre los dos tipos de micorrizas:

Cuadro No.1: Diferencias entre micorrizas arbusculares y ectomicorrizas

MICORRIZAS ARBUSCULARES	ECTOMICORRIZAS
Clase taxonómica: Zigomicetes	Clase taxonómica: Basidiomicetes, Ascomicetes y Ficomicetes
- No forman manto hifal, micelio aceptado	- Formación de manto, micelio septado
- Crecimiento inter e intracelular en corteza radical	- Crecimiento del micelio intercelular
- Hospederos: árboles, arbustos, hierbas	- Hospederos: árboles maderables
- Reproducción: asexual, clamidosporas y micelio	- Reproducción: sexual y asexual
- Diversidad: solo 6 géneros con 150 especies descritas, diversidad fisiológica, intraespecífica	- Diversidad: 148 géneros con 5400 especies
- No hay especificidad a hospederos	- Mucha a ninguna especificidad
- Menor selectividad a requerimientos ambientales	- Selectivos a requerimientos ambientales
- Ocurren en toda clase de suelos	- Mayor distribución en bosques de zonas templadas y en suelos con alto contenido de materia orgánica
- Predominan en suelos tropicales con bajos contenidos de materia orgánica	
- Absorben P, Cu, Zn, que son poco móviles y otros elementos de la solución del suelo. No son descomponedores.	- Absorben P, Zn, etc. Son descomponedores y aprovechan fuentes orgánicas de N

Tomado de Blanco y Salas, 1997, p.56

5.2.1. Ectomicorrizas

Las ectomicorrizas se encuentran formadas por los hongos Ascomycotina y Basidiomycotina. Aproximadamente entre el 3-5% del total de especies de gimnospermas y angiospermas forman este tipo de asociación. Se ha estimado que existen más de 5000 especies de hongos (Basidiomicetes y Ascomicetes) y alrededor de 2000 plantas (tanto angiospermas como gimnospermas) que forman simbiosis ectomicorrízicas. La importancia de este tipo de asociación no es solamente por el interés forestal de las plantas involucradas, sino el interés económico y gastronómico de los hongos que intervienen en la simbiosis (De Román y De Miguel, 2000, p.4) (Carrasco-Hernández y otros, 2010, p.568).

Este tipo de asociación contribuye a la biodiversidad de suelos y al funcionamiento del ecosistema, ya que los mismos son reguladores de la productividad de los bosques.

El micelio del hongo involucrado rodea la raíz formando un manto, y las hifas se desarrollan en los espacios intercelulares formando la red de Hartig (De Román y De Miguel, 2000, p.4).

Para que se forme una ectomicorriza es imprescindible que la planta presente raíces secundarias jóvenes de crecimiento lento para que el micelio del hongo entre en contacto con la misma y favorezca la formación de dicha asociación. Por esto, es probable que la presencia de ectomicorrizas sea mayor en climas templados, ya que en climas tropicales el crecimiento de las plantas presenta mayor rapidez. A pesar de esto, los hongos formadores de micorrizas son nativos de los suelos tropicales, así como de todos los ecosistemas terrestres; sin embargo, su distribución en el suelo no es homogénea (Ver figura No.1) (Salas, sf, p.1) (De Román y De Miguel, 2000, p.5).

En un estudio realizado por Ocañas y otros (2002), se determinó que el 49% de los hongos encontrados en un bosque de *Pinus culminicola*, son ectomicorrícicos. Con este resultado proporciona una idea más clara de la importancia de los mismos, y la función que tienen en el suelo del bosque.

Las características que pueden servir para el reconocimiento de las ectomicorrizas son las siguientes:

- Son estructuras gruesas y carecen de pelos absorbentes
- El manto del hongo o cubierta es usualmente de un color diferente al de los pelos absorbentes, algunos son de colores vivos o blanco.
- El micelio del hongo o ramificación de de las hifas se desarrollan fuera del tejido que compone el manto, dando apariencia algodonosa.
- Se encuentran ramificadas en patrones regulares o irregulares.
- Las raíces no micorrizadas no son gruesas, están cubiertas de pelos absorbentes y en muchas coníferas se presentan sin ramificaciones.

(Rodríguez y otros, 2008, p.6).

Cuadro no.2: Ejemplos de hongos que forman ectomicorrizas

Hongos		Plantas
BASIDIOMICETOS	ASCOMICETOS	Fagaceae
Afilofores	Pezizales	Pinaceae
- <i>Telephora</i>	- <i>Tuber</i>	Betulaceae
Agaricales	- <i>Terfezia</i>	Juglandaceae
- <i>Amanita</i>	- <i>Geopora</i>	Tiliaceae
- <i>Lactarius</i>	- <i>Peziza</i>	
- <i>Tricholoma</i>	- <i>Picua</i>	
Gasterales	ZIGOMICETOS	
- <i>Scleroderma</i>	- <i>Endogone</i>	

Tomado de Franco, sf, p.7

5.2.2. Micorrizas vesículo-arbusculares

Esta asociación se da con hongos Zygomycotina del orden Glomales y se encuentran en el 90% del total de especies de gimnospermas y angiospermas. Las hifas del hongo se desarrollan tanto entre los espacios intercelulares como dentro de las células corticales de la raíz, produciendo arbusculos y vesículas (Ver figura No.1) (De Román y De Miguel, 2000, p.5).

5.2.3. Ectendomicorrizas

Esta asociación representa la combinación de caracteres de los dos primeros tipos. Las hifas penetran las células formando tirabuzones, pero también presentan red de Hartig y, en muchos casos, un manto (Ver figura No.1) (De Román y De Miguel, 2000, p.5).

5.2.4. Micorrizas arbutoides

Poseen tirabuzones, red de Hartig y manto fúngico, son específicas del orden Ericales (Ver figura No.1) (De Román y De Miguel, 2000, p.5).

5.2.5. Micorrizas monotropoides

Presentan haustorios intracelulares no ramificados, red de Hartig y manto, son exclusivas de la familia Monotropaceae (Ver figura No.1) (De Román y De Miguel, 2000, p.5).

5.2.6. Micorrizas ericoides

no presentan ni manto ni red de Hartig, aunque sí desarrollan hifas intracelulares en forma de tirabuzón, únicamente se presentan en la familia Ericaceae (Ver figura No.1) (De Román y De Miguel, 2000, p.5).

5.2.7. Micorrizas orquidoides

Características de Orchidaceae. Sin manto ni red de hartig, pero con tirabuzones dentro de las células del córtex radical (Ver figura No.1) (De Román y De Miguel, 2000, p.5).

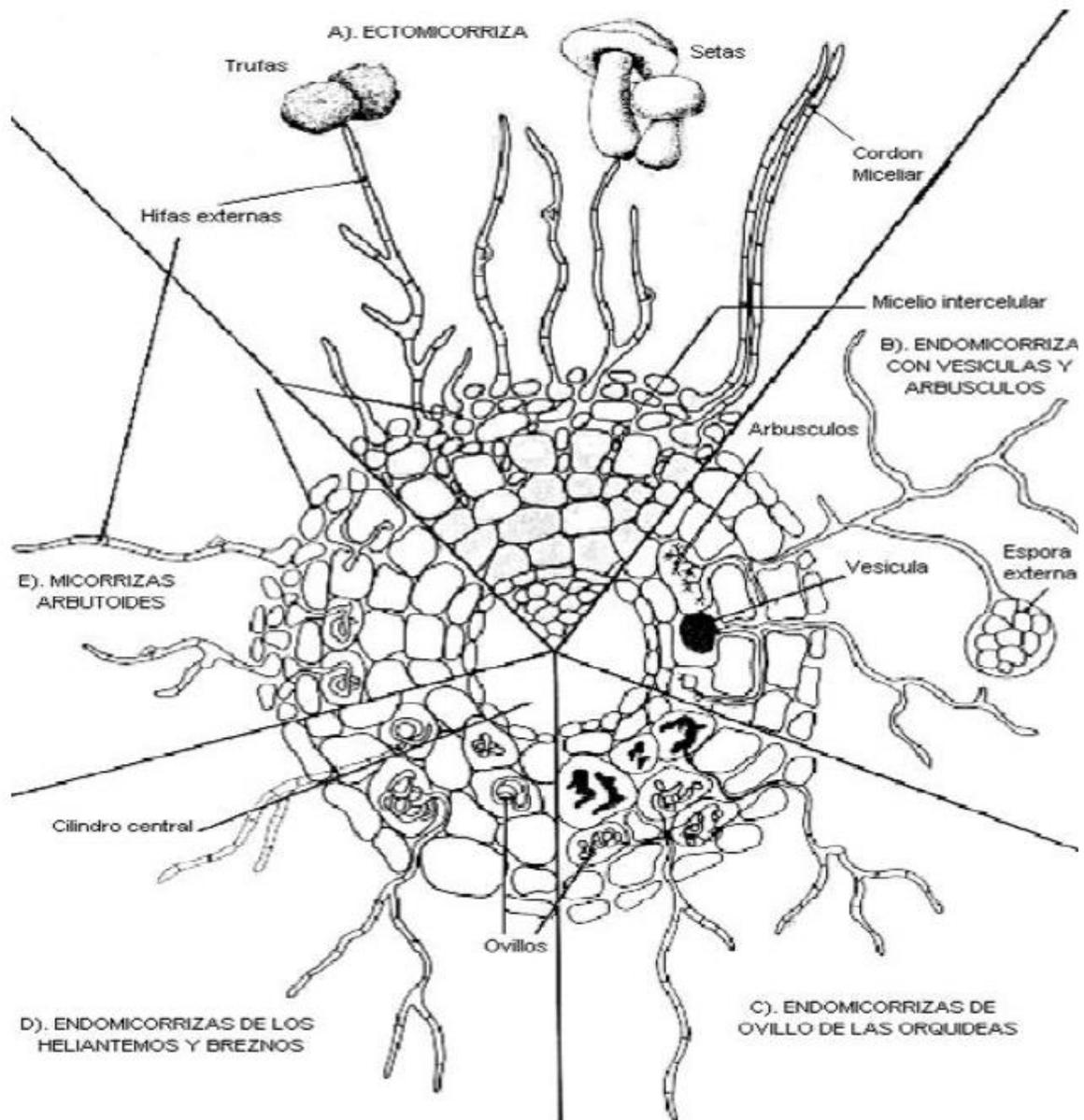


Figura No.1: Tipos de micorrizas según su ubicación en el sistema radicular de la planta
Tomado de (Carranza, 2006, p.20)

Cuadro No.3: Cuadro comparativo entre los distintos tipos de micorrizas según Harley y Harley (1987)

	Tipos de micorrizas						
	Micor. Vesic. arbusculares	Ectomico.	Ectendom.	Arbutoides	Monotrop.	Ericoides	Micorrizas de orquídeas
Hongos septados	-	+	+	+	+	+	+
Hongos aseptados	+	(+)	-	-	-	-	-
Hifas en el interior de las células corticales	+	-	+	+	+	+	+
Presencia de manto fúngico	-	+	+ 0 -	+	+	-	-
Red de Hartig	-	+	+	+	+	-	-
Hifas en forma de tirabuzón (coils) en el interior de la célula	+	-	+	+	-	+	+
Haustorios dicotómicos	+	-	-	-	-	-	-
Haustorios no dicotómicos	-	-	-	-	+	-	+ 0 -
Vesículas en el interior de las células	+ (o no)	-	-	-	-	-	-
Hongos simbioses	Zigomicetos	Basidiomic. Ascomicetos Zigomicetos	Basidiomic Ascomicetos?	Basidiomic.	Basidiomic.	Ascomic. (Basidiomic)	Basidiomic.
Hospedantes	Briófitos Pteridófitos Gimnospermas Angiospermas	Gimnosper. Angiosper.	Gimnosper. Angiosper.	Ericales	Monotropac.	Ericales	Orchidaceae

Cuadro tomado de De Román y De Miguel, 2000, p.4

5.3. Importancia de las micorrizas

Las micorrizas tienen gran importancia ecológica, ya que mejoran la capacidad de la planta para adquirir nutrientes minerales y agua del suelo. Además han permitido a las plantas conquistar ambientes desfavorables o zonas deterioradas por lo que ayudan a la colonización vegetal. Esto se logra porque los hongos reducen la toxicidad de metales pesados y otros contaminantes, así como también incrementan la resistencia de plantas a patógenos (Carrera-Nieva y López-Ríos, 2004, p.93) (Pérez-Rovira y otros, sf, p.497).

La importancia de estos hongos micorrizógenos es que representan la mayor parte de biomasa del suelo y que el micelio inter y extra radical, constituye un enlace entre la planta y el suelo. Todo esto se debe que al formar la micorriza, se altera la fisiología y exudación de las raíces, lo que cambia todos los organismos que rodean dicha raíz, redefiniendo la biología del suelo. Por lo tanto, la micorriza no contribuye solamente a la nutrición de la planta, sino también a la nutrición del suelo, ya que incrementa la actividad microbiana (Blanco y Salas, 1997, p.57) (Blanco y Salas, 1997, p.57).

Adicionalmente, en lo que respecta a la parte económica, los hongos micorrizógenos reducen el uso de insumos químicos en la agricultura, y por lo tanto contribuyen a disminuir el impacto ambiental y en la salud debido al uso de los mismos (Blanco y Salas, 1997, p.56-57).

5.4. Función de las micorrizas

5.4.1. Nutrición vegetal

Una planta micorrizada incrementa la absorción de nutrientes como: N, P, K, S, Ca, Mg, Zn, Cu, Mo, Fe, Mn, entre otros; pues favorece el movimiento de los iones del suelo, quedando accesibles para las raíces. Las plantas con micorrizas ayudan a absorber iones poco móviles como P, Zn, Cu y Mo, sin embargo, la absorción de estos depende también del volumen de dichos iones en la solución del suelo que rodea las raíces (Blanco y Salas, 1997, p.57).

El micelio externo se puede extender a más distancia que los pelos radicales, de esta forma, las micorrizas permiten a la planta un incremento en la superficie de absorción especialmente de P, cuando el mismo se encuentra poco disponible, y por lo tanto, contribuye al crecimiento. Los suelos tropicales presentan bajo contenido de P, por lo que la utilidad de las micorrizas resulta imprescindible (Blanco y Salas, 1997, p.57-58).

Además de esto, es importante destacar que las hifas pueden atravesar grandes distancias y conectar los sistemas radicales de plantas muy alejadas, logrando un sistema de transferencia de nutrientes entre plantas (Franco, sf, p.19). La presencia de micorrizas en el suelo moviliza gran cantidad de nutrientes, los cuales antes de esta simbiosis no se encontraban disponibles, por lo que la fertilidad del suelo se incrementa también (Franco, sf, p.20).

5.4.2. Microorganismos del suelo

Las plantas micorrizadas transfieren a la micorriza entre 6 y 12% adicional del total del carbono fijado en comparación con las plantas no micorrizadas. Esto representa un aumento en la cantidad de carbono disponible para la actividad microbiana. Además, favorece las interacciones de los microorganismos del suelo, que afectan la fertilidad y por lo tanto, el desarrollo de las plantas (Blanco y Salas, 1997, p.58).

Según Blanco y Salas (1997), se han observado interacciones, positivas para la planta, entre bacterias solubilizadoras de P y hongos micorrícicos. Sin embargo, no se sabe si el aumento en el crecimiento es debido a incrementos en la disponibilidad de P solubilizado por las bacterias o por otros mecanismos.

5.4.3. Fauna del suelo

Los macroinvertebrados del suelo como las lombrices y nematodos influyen en las poblaciones de micorrizas y su distribución espacial. Sin embargo otros invertebrados como los artrópodos se alimentan de las hifas extra radicales de los hongos micorrícicos, reduciendo de esta forma, la efectividad en la absorción de sustancias y la longitud de la raíz colonizada (Blanco y Salas, 1997, p.58-59).

5.4.4. Fijación biológica del nitrógeno

La colonización de raíces por las micorrizas, se encuentra estimulada por *Rhizobium* y a la vez, el hongo favorece la nodulación en la planta e incrementa la cantidad de los mismos en las plantas micorrizadas.

Debido a esta convivencia entre las micorrizas de la planta y bacterias fijadoras de nitrógeno, el crecimiento de las plantas se estimula. Los tres simbiontes mencionados se ven favorecidos (hongo, planta y bacterias) de manera equitativa (Blanco y Salas, 1997, p.59).

5.4.5. Efectos contra patógenos

Se ha determinado que las infecciones en las raíces de plantas micorrizadas son menores que en las plantas no micorrizadas. También las infecciones por nematodos son menores en plantas micorrizadas que en no micorrizadas (Blanco y Salas, 1997, p.59).

5.4.6. Suelos contaminados

En los suelos contaminados, la fisiología del hongo que forma la micorriza le permite soportar concentraciones elevadas de metales pesados y de elementos tóxicos para las plantas. El hongo es capaz de captar y eliminar los metales de la zona de absorción de las raíces. Esto es importante para repoblar la flora de minas y centrales nucleares (Morcillo y Sánchez, sf, p.2).

6. OBJETIVOS

GENERAL

- Caracterizar las especies de hongos ectomicorrícicos asociados a pinos (*Pinus sp*) y encinos (*Quercus sp.*) en la “Reserva Forestal protectora de Manantiales Cordillera Alux”.

ESPECÍFICOS

1. Describir e identificar las especies de hongos ectomicorrícicos asociados a especies de pino (*Pinus sp.*) y encino (*Quercus sp.*) en la “Reserva Forestal protectora de Manantiales Cordillera Alux”.
2. Establecer si la pendiente y diámetro a la altura del pecho de los árboles tiene influencia sobre la fructificación de hongos ectomicorrícicos asociados a las dos especies de pino y encino.

7. HIPÓTESIS

Existe una diferencia entre hongos ectomicorrícicos asociados a *Pinus* y *Quercus*, como respuesta a la pendiente y el diámetro a la altura del pecho.

La fructificación de hongos ectomicorrícicos asociados a pino y encino, cambia como consecuencia de la pendiente y el diámetro a la altura del pecho.

8. METODOLOGÍA

8.1. DISEÑO

8.1.1. POBLACIÓN

Hongos ectomicorrícicos asociados a los árboles de interés forestal: especies de pino (*Pinus sp*) y encino (*Quercus sp*).

8.1.2. MUESTRA

La **muestra** de la investigación corresponde a los hongos colectados alrededor de los cinco individuos de cada una de las especies de pino y encino encontradas en los dos estratos altitudinales.

La **variable dependiente** del estudio corresponde a las especies de hongos ectomicorrícicos asociados a las especie de pino y encino; mientras que la **variable independiente** corresponde a las dos especies de interés forestal, en este caso, los pinos y los encinos.

Para realizar este estudio, se consideró una parcela de 30m² alrededor de cada uno de los 20 ejemplares de pinos y encino considerados. En total fueron 20 parcelas, distribuidas en el bosque de pino-encino de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux.

Las mediciones fueron realizadas en los meses de julio y agosto, que corresponden a la época lluviosa.

8.2. TÉCNICAS A USAR EN EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN

8.2.1. RECOLECCIÓN DE DATOS

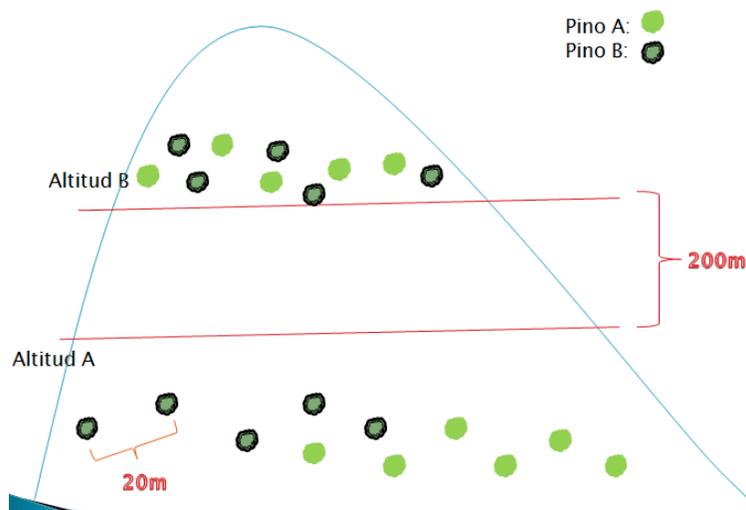
Área de estudio: Bosque de pino localizado en la “Reserva Forestal protectora de Manantiales Cordillera Alux”

Recolecta de Material Biológico: Dentro del bosque de pino - encino localizado en la “Reserva Forestal protectora de Manantiales Cordillera Alux”, se seleccionaron cinco individuos de cada especie de interés forestal (pino y encino). La distancia mínima considerada entre cada individuo de pino y de encino fue de 20 metros.

Alrededor de cada individuo se ubicó una parcela circular de 30m². Dentro de cada parcela se colectaron los cuerpos fructíferos de los hongos localizados en dicha área, según el protocolo para colecta de macrohongos estandarizado por Mata (1999). Estos hongos, fueron colectados en la temporada de lluvia, durante los meses de julio y agosto.

Cada uno de los cuerpos fructíferos colectados fue debidamente etiquetado con coordenadas, especie de interés forestal a la que se encontraba asociado, fecha, colector y número de colecta.

Para retirar cada ejemplar del suelo se utilizó una navaja o cuchillo, de modo que el carpóforo quedara con píleo, estípite y la base éste último. Las características que fueron anotadas en la libreta de campo además de lo mencionado previamente se consideró el color, forma y tamaño del píleo, himenio, estípite y volva.



8.2.2. ANÁLISIS DE DATOS

En la fase del análisis estadístico se realizó una curva de acumulación de especies para observar la cantidad de datos que fueron recolectados. Adicionalmente se realizó un análisis de Jackknife de primer orden para estimar el número de especies presentes en el área considerada en este estudio.

Adicionalmente se calcularon coeficientes de similitud de Jaccard para observar la diferencia en cuanto a la composición de especies de los lugares. También se realizó un análisis de correspondencia (DCA) para observar los grupos de los sitios que se formaban, tomando como base la presencia y ausencia de las morfoespecies.

Por último se realizó un análisis de correspondencia canónica para observar la influencia de las variables pendiente y diámetro a la altura del pecho en las especies asociadas a pino o encino.

8.3. INSTRUMENTOS PARA REGISTRO Y MEDICIÓN DE LAS OBSERVACIONES

a. Marcaje de parcelas

Durante la colecta de ejemplares los materiales que fueron utilizados son: Una cinta métrica de 30m para medir las distancias entre los árboles y los 5m de radio en cada uno de los árboles. Además se utilizó cinta forestal para marcar cada uno de los individuos de pino y encino utilizados. Cada sitio de colecta fue identificado con un código según la especie forestal, P para pino y Q para encino y el punto o localidad de colecta de la siguiente manera:

P1P1	Localidad 1, Pino 1
P1P2	Localidad 1, Pino 2
P1P3	Localidad 1, Pino 3
P1P4	Localidad 1, Pino 4
P1P5	Localidad 1, Pino 5
P2P1	Localidad 2, Pino 1

P2P2	Localidad 2, Pino 2
P2P3	Localidad 2, Pino 3
P2P4	Localidad 2, Pino 4
P2P5	Localidad 2, Pino 5
P1Q1	Localidad 1, Encino 1
P1Q2	Localidad 1, Encino 2

P1Q3	Localidad 1, Encino 3
P1Q4	Localidad 1, Encino 4
P1Q5	Localidad 1, Encino 5
P2Q1	Localidad 2, Encino 1

P2Q2	Localidad 2, Encino 2
P2Q3	Localidad 2, Encino 3
P2Q4	Localidad 2, Encino 4
P2Q5	Localidad 2, Encino 5

b. Colecta de macrohongos

En la colecta de los ejemplares fúngicos se utilizaron cajas de plástico. Dentro de las cajas, cada hongo fue separado de otro y posteriormente fueron trasladados al lugar de estudio. Cada uno de estos hongos colectados presenta una ficha técnica llenada en el campo, en la cual se consideraron las características más importantes para la identificación posterior. Además cada hongo dentro de la caja fue identificado con las iniciales del colector y el número correspondiente de colecta.

A cada uno de los hongos colectado se le tomaron fotografías como apoyo para la posterior identificación. Además se utilizó: navaja, papel encerado, libreta de colecta.

9. RESULTADOS

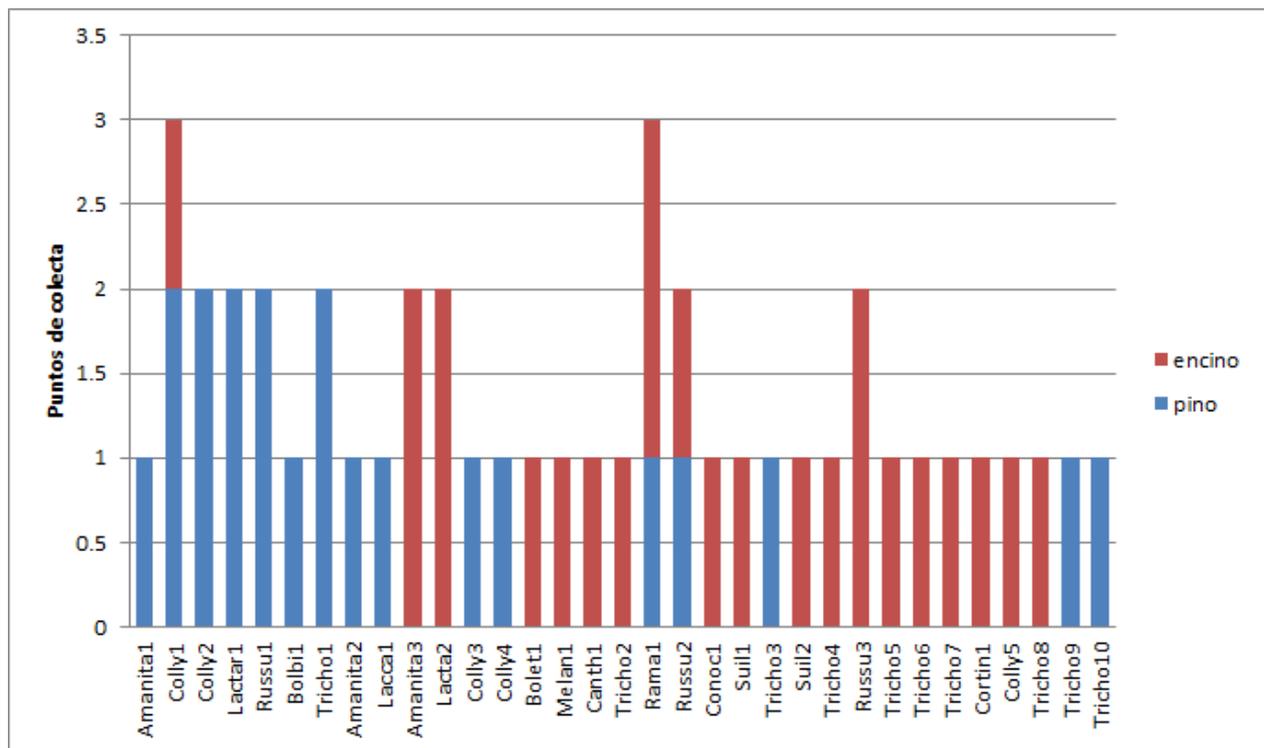
I. Riqueza de hongos micorrícicos

Se recolectaron 62 ejemplares, los cuales corresponden a 49 morfoespecies correspondientes a 13 géneros de 9 familias y 4 órdenes, de las cuales 10 morfoespecies se quedaron a nivel de familia. Treinta y tres géneros han sido reportados en otros estudios como micorrícicos.

Se reportan 16 morfoespecies asociadas a pino y 20 morfoespecies asociadas a encino, y 3 compartidas (gráfico 1). La familia con mayor riqueza fue la familia Tricholomataceae, con un total de quince morfoespecies, *Amanitaceae* (3), se determinaron tres morfoespecies, todas correspondientes al género *Amanita*. En la familia Russulaceae se confirmaron cuatro morfoespecies, dos de ellas pertenecientes al género *Russula* y dos al género *Lactarius* (gráfico 2).

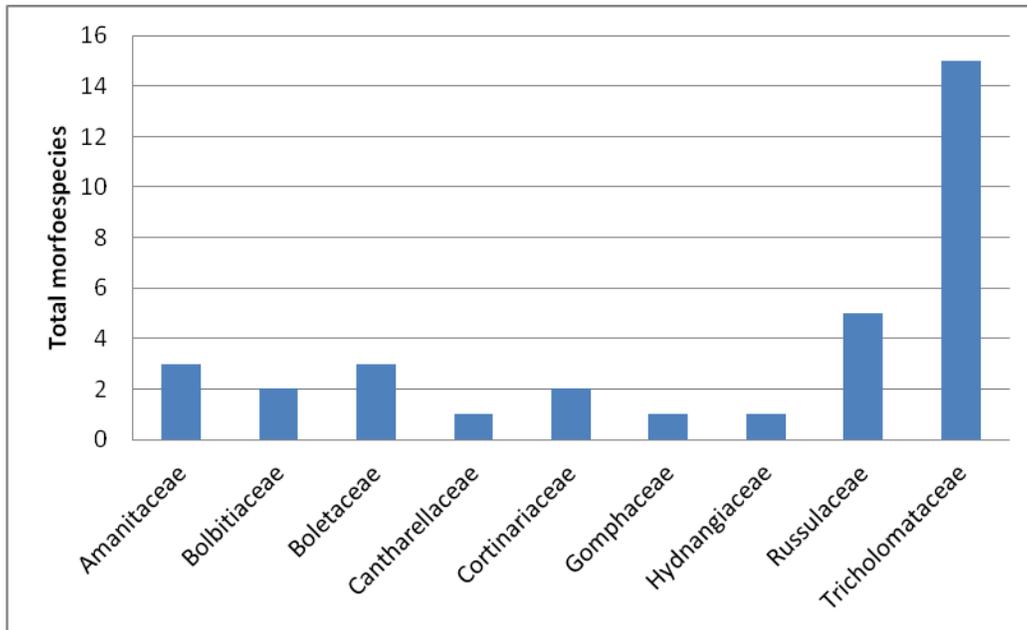
De la familia Cortinariaceae se encontraron dos morfoespecies de los géneros *Cortinarius* y *Melanomphalia*. De la familia Boletaceae se determinaron tres ejemplares; dos de ellos pertenecen al género *Suillus* y uno al género *Boletus*.

Las morfoespecies con mayor abundancia corresponden a *Collybia* morfoespecie 1 y *Ramaria* morfoespecie 1 (anexos).



Fuente: Datos experimentales

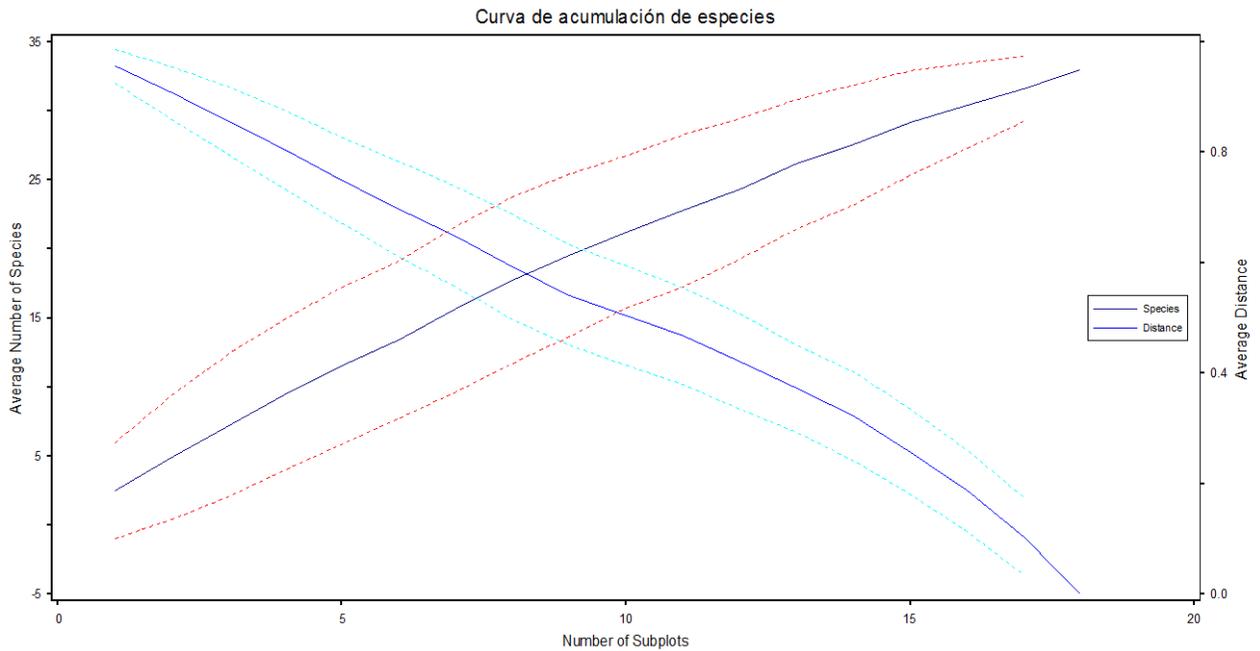
Gráfico no.1: Riqueza de morfoespecies asociadas a pino y a encino



Fuente: Datos experimentales

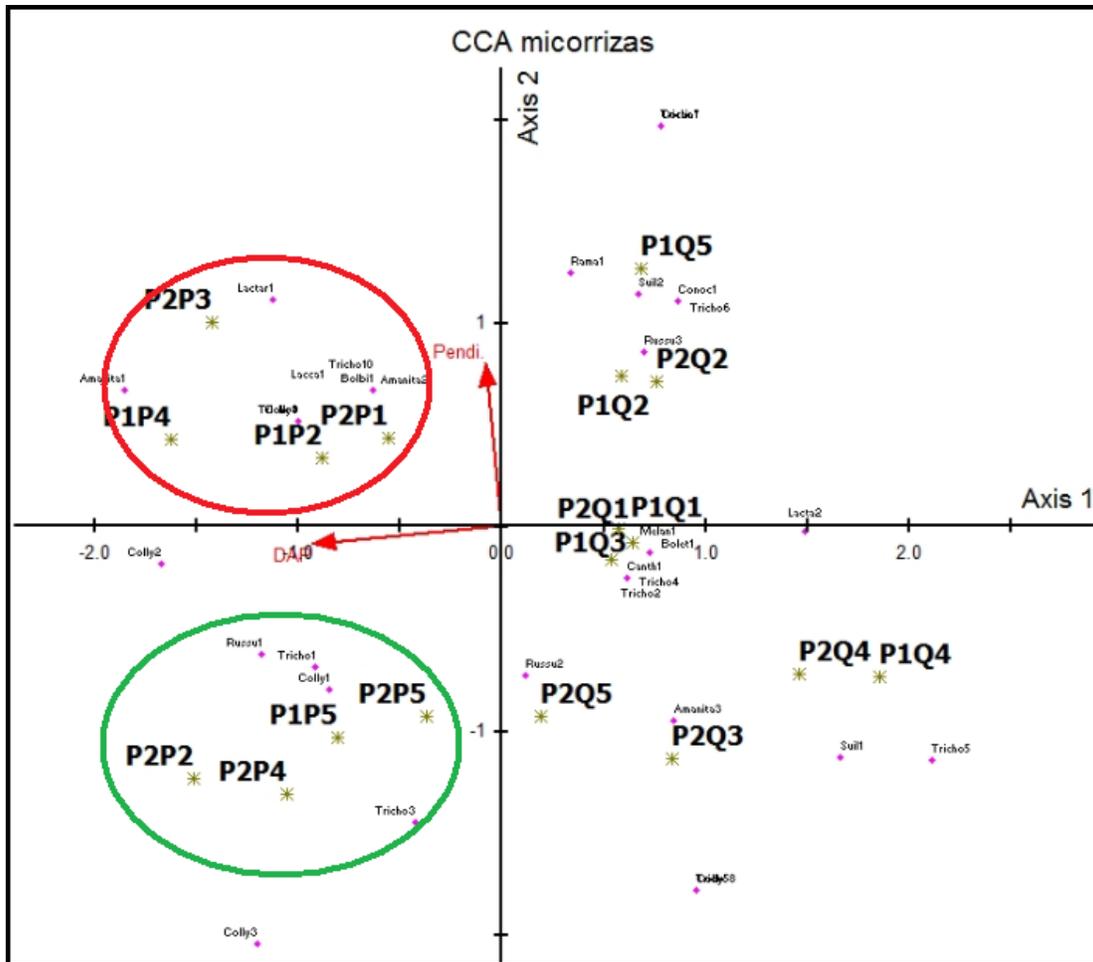
Gráfico no.2: Total de morfoespecies por familia

En relación al esfuerzo de colecta, utilizando el índice de Jackknife de primer orden se estima que la riqueza esperada es de 55 morfoespecies. Ver gráfico 3



Fuente: Datos experimentales

Gráfico no.3: Curva de acumulación de morfoespecies de hongos



Fuente: Datos experimentales

Figura No.2: Análisis de correspondencia canónica. Se muestran dos grupos con óvalos de color verde y rojo.

10. DISCUSIÓN

La diversidad biológica está distribuida en mayor proporción en las regiones tropicales y son precisamente estos ecosistemas los más afectados y menos conocidos (EPIQ, 2002, p.3; Guzmán, 1995, p.52). Guatemala es un país con alta diversidad biológica, entre la que se encuentran los hongos. Pese a la amplia diversidad fúngica del país, los estudios acerca de los hongos son pocos.

Los hongos constituyen un grupo muy diverso del que se conoce aproximadamente un 6%. Sin embargo en Guatemala, según López (2009) se han reportado únicamente 354 especies. Además de su amplia diversidad, la importancia de este grupo es su función como degradadores de materia orgánica y asociaciones parasitarias y simbióticas con otros organismos, como lo son las micorrizas (Guzmán, 1995, p.52).

Las micorrizas son una asociación importante para las especies forestales ya que aportan compuestos a las plantas que de otra forma no podrían obtener. Por ello, el estudio de los hongos micorrícicos es indispensable.

Si bien el estudio de hongos micorrícicos a partir de carpóforos presenta dificultades por las características de fructificación de cada especie, su presencia permite evaluar los factores que determinan su distribución (Martínez, 2008, p.23). La distribución del micelio de hongos ectomicorrícicos está relacionada a la distribución de los hospederos y sistema radicular (Dix & Webster, 1995, p.380).

Es importante mencionar que en el presente estudio la riqueza fúngica del área solamente corresponde a 33 morfoespecies debido al bajo esfuerzo de muestreo (ver gráfico 3), sin embargo Jackknife de primer orden estima un total de 55. En un estudio realizado en Costa Rica y Colombia en las montañas de Talamanca se encontraron alrededor de 400 especies en un período de 10 años (Halling y Mueller, 2005, p.7), lo que indica que el número de especies es elevado considerando que solamente se realizaron dos colectas. Según Lodge y otros (2004) el período mínimo para el estudio de hongos es de cinco a diez años en bosques de coníferas. Esto se debe principalmente a la sucesión fúngica.

A pesar del bajo número de especies encontradas en este estudio, se encontró una tendencia de la riqueza de los hongos a ser mayor en áreas donde el bosque era inmaduro.

La sucesión de las comunidades vegetales y los hongos micorrícicos asociados se puede definir como un cambio en la composición, abundancia relativa y patrón espacial de las especies. La dinámica de estas comunidades cambia constantemente, según la adaptación de las mismas a nichos particulares (Jupponen & Egerton-Warburton, 2005, p.139). Esto indica que la composición de macromicetos se encuentra determinada por la composición, edad y estructura de las formaciones vegetales (Martínez, 2008, p.24).

En el presente estudio el cambio en la riqueza de hongos según su hospedero, se pudo observar probablemente por la relación que existe entre la composición de hongos micorrícicos y la edad de los árboles (Dix & Webster, 1995, p.388), ya que los encinos considerados en el presente estudio eran más jóvenes que los pinos. Esto se puede observar en el gráfico 1 donde 20 morfoespecies se encuentran asociadas a encino mientras que 16 a pino.

Esta elevada riqueza en el bosque joven (área de *Quercus*) se explica porque en la fase inicial de sucesión los hongos pueden colonizar las raíces disponibles de las plantas de forma rápida. En una fase tardía de la sucesión, los hongos fracasan muchas veces en la colonización de las raíces. Sin embargo, una vez se han establecido los hongos, estos dominan en todo el sistema radicular (Jupponen & Egerton-Warburton, 2005, p.140), lo que explica menor riqueza de hongos asociados a pino (16 morfoespecies).

Adicionalmente, la cantidad de hongos es mayor en áreas donde el dosel no es denso y los árboles son más jóvenes debido a una baja especificidad de los hongos que forman micorrizas. En las áreas donde el dosel es denso y la edad de los árboles es más avanzada, los hongos micorrícicos son muy específicos. En la figura no.2 se puede observar que la presencia de hongos asociados a pino se explica por la edad de los mismos (DAP). La especificidad de estos hongos se debe a que son capaces de tolerar

cierto estrés, como la acumulación de capas de vegetación en la tierra (Dix & Webster, 1995, p.388).

Con respecto a los hongos asociados a pino, que se encuentran influenciados por la pendiente del área, cabe mencionar que eran especies poco abundantes (figura no.2). Serrada (2008), indica que las especies influenciadas por la pendiente tienden a ser poco abundantes, por las condiciones meteorológicas y de erosión que implica el terreno.

La presencia de varios hongos encontrados en este estudio no se explica por la edad de los árboles a los que se encuentran asociados ni por la pendiente del terreno (figura no.2). La presencia de estos puede deberse a factores edáficos (composición del suelo) o ambientales (temperatura, humedad) que no fueron considerados en este estudio.

En general se determina que la edad del bosque influye en la diversidad de hongos ectomicorrícicos. Los bosques jóvenes albergan mayor número de morfoespecies por la escasa especificidad de los hongos con su hospedero. Por el contrario los bosques maduros tienen menos especies por la especificidad que requieren los hongos para su supervivencia.

A partir de los factores evaluados, diámetro a la altura del pecho (DAP) y pendiente, es el DAP el que establece mayor influencia en los hongos presentes en el área. Sin embargo, hay muchas morfoespecies que no están asociadas a ninguna de las dos variables.

Además de incrementar el esfuerzo de muestreo, se debe resaltar que es distinta la capacidad de los hongos de formar la asociación micorrícica y la habilidad que presentan de formar cuerpos fructíferos. Por lo tanto, el aumentar los sitios de colecta no garantiza el conocimiento de la diversidad micorrícica del área (Dix & Webster, 1995, p.337).

11. CONCLUSIONES

- En el presente trabajo se reportan 49 morfoespecies para diferentes familias y géneros, de las cuáles únicamente 33 han sido reportadas en otros estudios como micorrícicas.
- La familia Tricholomataceae fue la que presentó el mayor número de morfoespecies, siendo un total de quince.
- La riqueza de hongos fue mayor en las áreas asociadas a encino que a pino, con un total de 20 y 16 morfoespecies micorrícicas respectivamente.
- La edad del bosque a la que se encuentran asociadas las especies fúngicas es el factor determinante en la riqueza de especies micorrícicas asociadas.
- El bosque de pino presenta menor riqueza de hongos asociados debido a la especificidad de las especies, por tratarse de un bosque maduro. Por el contrario el bosque de encino, que es más joven, presenta mayor riqueza de hongos micorrícicos debido a una baja especificidad.

- La presencia de muchos hongos micorrícicos encontrados no se encuentran influenciados por la pendiente o la edad del bosque, sino a otros factores como la humedad o factores fisicoquímicos no considerados en este estudio.

12. RECOMENDACIONES

- Aumentar el esfuerzo de muestreo en estudios futuros para obtener resultados más certeros.
- Incrementar el período de muestreo para incrementar la diversidad fúngica del área de estudio.
- Utilizar otros protocolos metodológicos para obtener un mayor número de muestra.
- Realizar estudios evaluando la relación de cuerpos fructíferos y factores edáficos, así como ambientales.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blanco, F. y Salas, E. (1997). Micorrizas en la agricultura: contexto mundial e investigación realizada en Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 21(1), 55-67
- Carranza, Z. (2006). *Selección e identificación de especies de hongos ectomicorrizógenos del estado de Hidalgo más competentes en medio de cultivo sólido* (Tesis de Ingeniero Agroindustrial). México: Universidad Autónoma del estado de Hidalgo.
- Carrasco-Hernández, V., Pérez-Moreno, J., Espinosa-Hernández, V., Almaráz-Suárez, J., Quintero-Lizaola, R. y Torres-Aquino, M. (2010). Caracterización de micorrizas establecidas entre dos hongos comestibles silvestres y pinos nativos de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1(4), 567-577.
- Carrera-Nieva, A. y López-Ríos, G. 2004. Manejo y evaluación de ectomicorrizas en especies forestales. *Revista Champingo Serie ciencias forestales y del ambiente*, 10(2), 93-98
- Clavería, V. y De Miguel, A. (2005). Descripción y caracterización de micorrizas de los géneros *Tuber* y *Genea* de una formación natural de Carrasca (*Quercus ilex* L. subsp. *Ballota* (Desf.) Samp.). *Universidad de Navarra, Serie Botánica*, 16, 41-51.
- Consejo Nacional de Áreas protegidas. (2010). *Plan maestro Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux*. Guatemala: CONAP
- Consejo nacional de Áreas Protegidas. (2008). *Guatemala y su Biodiversidad, un enfoque histórico, cultural, biológico y económico*. Guatemala: CONAP.
- De Román, M. y De Miguel, A. (2000). Identificación y descripción de las ectomicorrizas de *Quercus ilex* L. subsp. *Ballota* (Desf.) Samp. en una zona quemada y una zona sin alterar del Carrascal de Nazar (Navarra). *Universidad de Navarra, Serie Botánica*, 13, 1-42
- EPIQ. (2002). *Análisis de la biodiversidad en Guatemala*. Guatemala: USAID.
- Fernández, F. y Rodríguez, A. (1992). El fuego y la respuesta de macromicetos del suelo el pinares de *Pinus pinaster*, ait. *Investigación Agraria, Sistemas y Recursos Forestales*, 1(2), 137-150

- Flores, R., Bran, M., Rodríguez, E., Morales, O., Berdúo, E. y Montes, L. (2002). *Hongos micorrícicos de bosques de pino y pinabete de Guatemala*. Dirección General de Investigación.
- Franco, J. (sf). *Efectos beneficiosos de las micorrizas sobre las plantas*. Universidad de Sevilla.
- Godoy, R. y Mayr, R. (1989). Caracterización morfológica de micorrizas vesículo-arbusculares en coníferas endémicas del sur de Chile. *Bosque*, 10(2), 89-98.
- González-Chávez, P., Ojeda-Barrios, G., Hernández-Rodríguez, A., Martínez-Téllez, J. y Núñez-Barrios, A. (2009). Ectomicorrizas en nogal pecanero. *TECNOCIENCIA Chihuahua*, 3(3), 138-146.
- González, M. (2004). *Caracterización del complejo de patógenos causales del Tizón de la acícula de pino en la finca Saquichaj, Cobán, Alta Verapaz* (Tesis de Licenciatura). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala
- Guzmán, G. (1995). La diversidad de hongos en México. *Ciencias*, 39, 52-57.
- Halling, R. y Mueller, G. (2005). *Common mushrooms of the Talamanca Mountains, Costa Rica*. Estados Unidos: The New York Botanical Garden.
- Jumpponen, A. & Egerton-Warburton, L. (2005). *Mycorrhizal fungi in successional environments: A community assembly model incorporating host plant, environmental, and biotic filters*. In Dighton, J., White, J. & Oudemans, P. (Eds.). *The fungal community its organization and role in the ecosystem*. 3a ed. Estados Unidos: Taylor & Francis Group.
- Lodge, J., Ammirati, J., O'Dell, T., Mueller, G., Huhndorf, S., Wang, C., Stokland, J., Schmit, J., Ryvarde, L., Leacock, P., Mata, M., Umaña, L., Wu, Q. y Czederpiltz, D. (2004). Terrestrial and lignicolous macrofungi. In Mueller, G., Bills, G. y Foster, M. (Eds.). *Biodiversity of fungi Inventory and monitoring methods*, p.127-172.
- Loening, L. y Markussen, M. (2003). Pobreza, deforestación y sus eventuales implicaciones para la biodiversidad de Guatemala. *Economía, sociedad y territorio*, 14, 279-315.
- López, R. (2009). *Distribución de Macrohongos (Agaricomycetes) en remanentes de bosque de la zona de Influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, Cobán, Alta Verapaz* (Tesis de Licenciatura). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Martínez, F. (2008). *Producción de carpóforos de macromicetes epigeos en masas ordenadas de Pinus sylvestris L.* (Tesis doctoral). España: Universidad politécnica de Madrid.
- Martínez, L. y Pugnaire, F. (2009). Interacciones entre las comunidades de hongos formadores de micorrizas arbusculares y de plantas. Algunos ejemplos en los ecosistemas semiáridos. *Ecosistema*, 8(2), 44-54.
- Morcillo, M. y Sánchez, M. (sf). *Ectomicorrizas: aplicaciones en la restauración del paisaje y en cultivo de hongos comestibles*. España: Micología Forestal y Aplicada.
- Ocañas, F., García, J., Estrada, E. y Villalón, H. (2002). Macromicetos, ectomicorrizas y cultivos de *Pinus culminicola* en Nuevo León. *Ciencia UANL*, 5(2), 204-210.
- Pérez-Rovira, P., Fos, S. y Barreno, E. (sf). *Ectomicorrizas de Pinus canariensis Chr. Sm. Ex DC.: Estudio preliminar*. España: Universidad de Valencia.
- Reyes, M. (2004). *Síntesis de micorrizas en Pinus caribaea con cepas nativas de Pisolithus tinctorius y Scleroderma sp. en contenedor*. (Tesis de Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.
- Rodríguez, B., Olivares, A. y Zamora, M. (2008). *Guía técnica de reconocimiento de micorrizas*. México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

- Salas, E. (sf). *Las micorrizas y su importancia para el manejo y conservación de los árboles del trópico*. Costa Rica: Universidad Nacional de Costa Rica.
- Serrada, R. (2008). *Apuntes de selvicultura*. España: EUIT.

14. ANEXOS

Anexo 1: Resumen de investigación

CARACTERIZACIÓN DE HONGOS ECTOMICORRÍCICOS ASOCIADOS A PINO (*Pinus sp*) Y ENCINO (*Quercus sp*) EN LA “RESERVA FORESTAL PROTECTORA DE MANANTIALES CORDILLERA ALUX”

Papa, Maria¹, López, Roxanda²

¹Programa de EDC de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC;

²Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Herbario BIGU, USAC.

¹mepv33@gmail.com

Palabras clave: ectomicorrizas, sucesión

Resumen

En este estudio se comparó la riqueza de hongos ectomicorrícicos asociados a pino (*Pinus sp*) y encino (*Quercus sp*) en la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux. Se utilizaron hongos colectados en una parcela circular de 30m². Se midieron variables como la pendiente del terreno y el diámetro a la altura del pecho de las especies forestales. Se realizó un análisis de correspondencia canónica y análisis de correspondencia rectificadas para evaluar la relación entre las variables y las especies forestales a las que se encontraban asociados los hongos. Se determinó que la riqueza fue mayor en las áreas de bosque joven conformado por encino y menor en el área de pino, cuyo bosque era maduro. La variable del diámetro a la altura del pecho puede explicar esta tendencia. La presencia de 20 morfoespecies asociadas a encino se explica porque en la fase inicial de sucesión la especificidad de los hongos para formar micorrizas es muy baja por lo que la colonización de las raíces es rápida. Por otro lado en los bosques maduros la riqueza de hongos es menor. Esto se debe a que requieren de mucha especificidad para soportar las condiciones edáficas del área. Por ello en el bosque de pinos se encontraron 16 morfoespecies. En cuanto a la pendiente se puede mencionar que es un factor que no favorece la fructificación de los hongos. Por otro lado, en este estudio no se tomaron en cuenta factores ambientales o edáficos y la influencia que puede tener en la presencia de hongos micorrícicos.

Anexo 2: Listado de morfoespecies asociadas a pino y encino reportadas

	Familia	Asociadas a	Hábito	Abundancia relativa*
<i>Amanita 1</i>	Amanitaceae	Pino	Micorrícico	0.05555556
<i>Amanita 2</i>	Amanitaceae	Pino	Micorrícico	0.05555556
<i>Amanita 3</i>	Amanitaceae	Encino	Micorrícico	0.11111111
<i>Bolbitus 1</i>	Bolbitiaceae	Pino	Micorrícico	0.05555556
<i>Conocybe 1</i>	Bolbitiaceae	Encino	Micorrícico	0.05555556
<i>Boletus 1</i>	Boletaceae	Encino	Micorrícico	0.05555556
<i>Suillus 1</i>	Boletaceae	Encino	Micorrícico	0.05555556
<i>Suillus 2</i>	Boletaceae	Encino	Micorrícico	0.05555556
<i>Cantharellus 1</i>	Cantharellaceae	Encino	Micorrícico	0.05555556
<i>Cortinarius 1</i>	Cortinariaceae	Encino	Micorrícico	0.05555556
<i>Melanomphalia 1</i>	Cortinariaceae	Encino	Micorrícico	0.05555556
<i>Ramaria 1</i>	Gomphaceae	Pino	Micorrícico	0.16666667
<i>Laccaria 1</i>	Hydnangiaceae	Pino	Micorrícico	0.05555556
<i>Lactarius 1</i>	Russulaceae	Pino	Micorrícico	0.11111111
<i>Lactarius 2</i>	Russulaceae	Encino	Micorrícico	0.11111111
<i>Russula 1</i>	Russulaceae	Pino	Micorrícico	0.11111111
<i>Russula 2</i>	Russulaceae	Pino y encino	Micorrícico	0.11111111
<i>Russula 3</i>	Russulaceae	Encino	Micorrícico	0.11111111
<i>Collybia 1</i>	Tricholomataceae	Pino y encino	Micorrícico	0.16666667
<i>Collybia 2</i>	Tricholomataceae	Pino	Micorrícico	0.11111111
<i>Collybia 3</i>	Tricholomataceae	Pino	Micorrícico	0.05555556
<i>Collybia 4</i>	Tricholomataceae	Pino	Micorrícico	0.05555556
<i>Collybia 5</i>	Tricholomataceae	Encino	Micorrícico	0.05555556
<i>Tricholomataceae 1</i>	Tricholomataceae	Pino	-	0.11111111
<i>Tricholomataceae 2</i>	Tricholomataceae	Encino	-	0.05555556
<i>Tricholomataceae 3</i>	Tricholomataceae	Pino	-	0.05555556
<i>Tricholomataceae 4</i>	Tricholomataceae	Encino	-	0.05555556
<i>Tricholomataceae 5</i>	Tricholomataceae	Encino	-	0.05555556
<i>Tricholomataceae 6</i>	Tricholomataceae	Encino	-	0.05555556
<i>Tricholomataceae 7</i>	Tricholomataceae	Encino	-	0.05555556
<i>Tricholomataceae 8</i>	Tricholomataceae	Encino	-	0.05555556
<i>Tricholomataceae 9</i>	Tricholomataceae	Pino	-	0.05555556
<i>Tricholomataceae 10</i>	Tricholomataceae	Pino	-	0.05555556

Fuente: Datos experimentales

*La abundancia relativa fue medida considerando el total de puntos donde se encontró una morfoespecie entre el total de puntos de colecta.

Anexo 3: Descripción de las morfoespecies

Nombre: *Tricholomataceae morfoespecie 1* R. Heim 1934

Material estudiado. Localidad Reserva forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux. Hábitat sobre tierra, asociado a pino y encino. MP 179, MP 142. 3/VIII/2012.

Píleo parabólico a ampliamente cónico de 10-24mm de diámetro. Color café. Superficie escuamulosa. Margen del píleo sulcado. Láminas anexas, lineales, subdistantes, de color café claro, de 2-12mm de ancho, arista entera. Lamélulas presentes. Estípite central, de color café opaco, de 56-110mm de largo x 3-6mm de diámetro en la parte media; cilíndrico, fibroso. Superficie fibrilosa. Olor no apreciado. Crecimiento solitario.

Esporas 9-11 x 4-6 μm , Q = 0.45, cilíndricas, lisas, de pared delgada, hialinas. Basidios de 11-25 μm de largo, con esterigmas de 1-3 μm de largo, tetraspóricos, lisos, de pared delgada. Basidiolos clavados, lisos, de pared delgada. Queilocistidios presentes, de 15-25 x 4 μm , pared lisa, hialina. Trama paralela con hifas de 2-6 μm de diámetro, subhimenio inflado racemoso. Pilipelis tricodermica, septadas, lisas, con pared delgada, pigmentos vacuolares. Fíbulas presentes. Sistema hifal monomítico. Todas las estructuras son negativas al Melzer.



Nombre: *Tricholomataceae morfoespecie 2* R. Heim 1934

Material estudiado. Localidad Reserva forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux. Hábitat sobre tierra, asociado a encino. MP 63. 3/VIII/2012.

Píleo plano-convexo a convexo de 10-15mm de diámetro. Color café. Superficie escuamulosa a escamosa. Margen del píleo agrietado, incurvado. Láminas anexas, subventricosas, cercanas, de color café claro, de 2-3mm de ancho, arista entera. Lamélulas presentes. Estípite central, de color amarillo claro, de 20-25mm de largo x 2mm de diámetro en la parte media; cilíndrico, relleno. Superficie fibrilosa. Olor no apreciado. Crecimiento disperso.



Nombre: *Tricholomataceae morfoespecie 3* R. Heim 1934

Material estudiado. Localidad Reserva forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux. Hábitat sobre tierra, asociado a encino. MP 192. 20/VI/2012.

Píleo convexo, levemente umbonado de 32mm de diámetro. Color café en el disco y beige en el margen. Superficie escuamulosa. Margen del píleo sulcado. Láminas anexas, cercanas, de color beige, de 4mm de ancho, arista entera. Lamélulas presentes. Estípite central, de color café claro, de 20mm de largo x 3mm de diámetro en la parte media; cilíndrico, fibroso. Superficie levemente escamosa. Olor no apreciado. Crecimiento solitario.



Nombre: *Tricholomataceae morfoespecie 4* R. Heim 1934

Material estudiado. Localidad Reserva forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux. Hábitat sobre tierra, asociado a encino. MP 115. 20/VI/2012.

Píleo convexo, umbonado de 55mm de diámetro. Color café. Superficie escuamulosa. Margen del píleo sulcado. Láminas emarginadas, subventricosas, cercanas, de color café, de 4mm de ancho, arista entera. Lamélulas presentes. Estípite central, de color café oscuro, de 53mm de largo x 3mm de diámetro en la parte media; cilíndrico, fibroso. Superficie pruinosa. Olor no apreciado. Crecimiento solitario.



Nombre: *Tricholomataceae morfoespecie 5* R. Heim 1934

Material estudiado. Localidad Reserva forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux. Hábitat sobre tierra, asociado a encino. MP 118. 20/VI/2012.

Píleo convexo a cóncavo de 55mm de diámetro. Color rojo. Superficie fibrilosa. Margen del píleo enrollado, elevado. Láminas adnadas, lineales, subdistantes, de color rojo, de 4mm de ancho, arista entera. Lamélulas presentes. Estípite central, de color café oscuro, de 31mm de largo x 3mm de diámetro en la parte media; cilíndrico, fibroso. Superficie escamosa. Olor no apreciado. Crecimiento disperso.



Nombre: *Tricholomataceae morfoespecie 6* R. Heim 1934

Material estudiado. Localidad Reserva forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux. Hábitat sobre tierra, asociado a encino. MP 120. 20/VI/2012.

Píleo convexo de 40mm de diámetro. Color café claro en disco a beige en el margen. Superficie lisa, glabra. Margen del píleo liso, entero. Láminas emarginadas, lineares, apretadas, de color beige, de 30mm de ancho, arista entera. Lamélulas presentes. Estípite central, de color crema en la base a rosáceo en el ápice, de 4mm de largo x 3mm de diámetro en la parte media; cilíndrico, fibroso. Superficie lisa. Olor no apreciado. Crecimiento cespitoso.



Nombre: *Tricholomataceae morfoespecie 7* R. Heim 1934

Material estudiado. Localidad Reserva forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux. Hábitat sobre tierra, asociado a encino. MP 121. 20/VI/2012.

Píleo convexo de 11mm de diámetro. Color café. Superficie escuamulosa. Margen del píleo apendiculado. Láminas subdecurrentes, segmentiformes, distantes, de color café, de 20mm de ancho, arista entera. Lamélulas presentes. Estípote central, de color café a crema en la base, de 20-30mm de largo x 10mm de diámetro en la parte media; cilíndrico, fibroso. Superficie fibrilosa. Olor no apreciado. Crecimiento cespitoso.



Nombre: *Tricholomataceae morfoespecie 8* R. Heim 1934

Material estudiado. Localidad Reserva forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux. Hábitat sobre tierra, asociado a encino. MP 131. 20/VI/2012.

Píleo plano-convexo de 64mm de diámetro. Color beige con disco café. Superficie fibrilosa. Margen del píleo sulcado. Láminas anexas, subventricosas, cercanas, de color crema, de 4mm de ancho, arista entera. Lamélulas presentes. Estípote central, de color crema, de 20mm de largo x 1mm de diámetro en la parte media; cilíndrico, fibroso. Superficie lisa. Olor no apreciado. Crecimiento solitario.



Nombre: *Tricholomataceae morfoespecie 9* R. Heim 1934

Material estudiado. Localidad Reserva forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux. Hábitat sobre tierra, asociado a encino. MP 138. 20/VI/2012.

Píleo cóncavo de 52mm de diámetro. Color café claro. Superficie escuamulosa. Margen del píleo elevado. Láminas emarginadas, lineares, apretadas, de color crema, de 3mm de ancho, arista erodada. Lamélulas presentes. Estípite central, de color morado, de 81mm de largo x 1mm de diámetro en la parte media; forma de tapón hacia abajo, fibroso. Superficie lisa. Olor no apreciado. Crecimiento solitario.



Nombre: *Tricholomataceae morfoespecie 10* R. Heim 1934

Material estudiado. Localidad Reserva forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux. Hábitat sobre tierra, asociado a pino. MP 146. 20/VI/2012.

Píleo cóncavo de 52mm de diámetro. Color café claro. Superficie escuamulosa. Margen del píleo elevado. Láminas emarginadas, lineares, apretadas, de color crema, de 3mm de ancho, arista erodada. Lamélulas presentes. Estípite central, de color morado, de 81mm de largo x 1mm de diámetro en la parte media; forma de tapón hacia abajo, fibroso. Superficie lisa. Olor no apreciado. Crecimiento solitario.



Nombre: *Collybia morfoespecie 1* (Fr.) Staude 1857

Tricholomataceae

Material estudiado. Localidad Reserva forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux. Hábitat sobre tierra, asociado a pino y encino. MP 76, MP 77, MP 139, MP 170, MP 183. 3/VIII/2012.

Píleo convexo de 7-36mm de diámetro. Color café oscuro que se aclara en el margen. Superficie rugulosa, higrófana. Margen del píleo liso a levemente sulcado. Láminas subdecurrentes, arqueadas, subdistantes, de color blanco, de 3-20mm de ancho, arista entera. Lamélulas presentes. Estípite central, de color blanco, de 6-52mm de largo x 2-3mm de diámetro en la parte media; cilíndrico, sólido, cartilaginoso. Superficie fibrilosa. Olor no apreciado. Crecimiento disperso.



Nombre: *Collybia morfoespecie 2* (Fr.) Staude 1857

Tricholomataceae

Material estudiado. Localidad Reserva forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux. Hábitat sobre tierra, asociado a pino. MP 171. 3/VIII/2012.

Píleo plano a plano-convexo de 11-56mm de diámetro. Color crema con disco café, umbonado. Superficie glabra, higrófana. Margen del píleo sulcado. Láminas anexas, subventricosas, apretadas, de color blanco, de 6-25mm de ancho, arista entera. Lamélulas presentes. Estípite central, de color crema que se oscurece en a base, de 20-115mm de largo x 1.5-6mm de diámetro en la parte media; cilíndrico, hueco, fibriloso. Superficie fibrilosa. Olor no apreciado. Crecimiento disperso.



Nombre: *Collybia morfoespecie 3* (Fr.) Staude 1857
Tricholomataceae

Material estudiado. Localidad Reserva forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux. Hábitat sobre tierra, asociado a pino. MP 187. 3/VIII/2012.

Píleo convexo de 25-40mm de diámetro. Color café. Superficie escamosa. Margen del píleo sulcado, apendiculado, decurvado. Láminas adnadas, subventricosas, subdistantes, de color café, de 10-20mm de ancho, arista fimbriada. Lamélulas presentes. Estípite central, de color café, de 38-50mm de largo x 2-4mm de diámetro en la parte media; cilíndrico, fibroso. Superficie escamosa. Olor no apreciado. Crecimiento gregario.



Nombre: *Collybia morfoespecie 4* (Fr.) Staude 1857
Tricholomataceae

Material estudiado. Localidad Reserva forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux. Hábitat sobre tierra, asociado a pino. MP 162. 3/VIII/2012.

Píleo plano de 17mm de diámetro. Color café con disco más oscuro. Superficie escuamulosa. Margen del píleo liso, entero. Láminas subdecurrentes, lineares, subdistantes, de color café claro, de <1mm de ancho, arista ondulada. Lamélulas presentes. Estípite central, de color café claro, de 10mm de largo x 4-6mm de diámetro en la parte media; cilíndrico, fibroso. Superficie lisa. Olor no apreciado. Crecimiento gregario.



Nombre: *Collybia morfoespecie 5* (Fr.) Staude 1857
Tricholomataceae

Material estudiado. Localidad Reserva forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux. Hábitat sobre tierra, asociado a encino. MP 129. 20/VI/2012.

Píleo plano convexo de 51mm de diámetro. Color morado con disco más oscuro. Superficie fibrilosa. Margen del píleo crispado. Láminas subdecurrentes, lineares, subdistantes, de color blanco, de 5mm de ancho, arista erodada. Lamélulas presentes. Estípite central, de color café claro, de 10mm de largo x 3mm de diámetro en la parte media; cilíndrico, fibroso. Superficie lisa. Olor no apreciado. Crecimiento solitario.



Nombre: *Clitocybe morfoespecie 1* (Fr.) Staude 1857
Tricholomataceae

Material estudiado. Localidad Reserva forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux. Hábitat sobre tierra, asociado a pino. MP 167. 3/VIII/2012.

Píleo plano convexo de 50-83mm de diámetro. Color café con disco más oscuro y marden crema. Superficie glabra. Margen del píleo liso, entero. Láminas anexas, subventricosas, subdistantes, de color crema, de 22-34mm de ancho, arista entera a crenada. Lamélulas presentes. Estípite central, de color crema, de 67-86mm de largo x 6-11mm de diámetro en la parte media; cilíndrico, hueco, fibroso. Superficie fibrilosa. Olor no apreciado. Crecimiento disperso.

Esporas 5-9 x 3-5 μm , Q = 0.66, ovaladas, lisas, de pared delgada, hialinas. Basidios de 11 μm de largo, con esterigmas de 2 μm de largo, tetraspóricos, lisos, de pared delgada. Basidiolos clavados, lisos, de pared delgada. Queilocistidios presentes, de 25 x 4 μm , pared lisa, hialina. Trama paralela con hifas de 2-6 μm de diámetro, subhimenio inflado racemoso. Pilipelis enterocutis. Hifas septadas, lisas, con pared delgada, sin pigmentos. Fíbulas presentes. Sistema hifal monomítico. Todas las estructuras son negativas al Melzer.



Nombre: *Amanita morfoespecie 1* Pers. 1797

Amanitaceae

Material estudiado. Localidad Reserva forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux. Hábitat sobre tierra, asociado a pino y encino. MP 165. 3/VIII/2012.

Píleo convexo, umbonado de 40mm de diámetro. Color amarillo mostaza que se desvanece al margen. Superficie lisa, glutinosa. Margen del píleo un poco sulcado. Láminas libres, lineales, apretadas, de color beige, de 5mm de diámetro, arista entera. Lamélulas presentes. Estípote central, de color blanco, de 145mm de largo x 7-14mm de ancho en la parte media; forma de tapón hacia arriba, relleno, fibroso. Superficie lisa. Anillo apical, membranoso. Volva en forma de collar. Olor no apreciado. Crecimiento solitario.

Esporas 10-11 x 8-10 μm , Q = 0.85, globosas, lisas, de pared delgada, hialinas. Basidios de 25 μm de largo x 9 de ancho, con esterigmas de 4 μm de largo, tetraspóricos, lisos, de pared delgada. Basidiolos clavados, lisos, de pared delgada. Cistidios ausentes. Trama divergente con hifas de 5-7 μm de diámetro, subhimenio inflado racemoso. Pilipellis enterocutis con hifas infladas. Hifas septadas, lisas, con pared gruesa. Fíbulas presentes. Sistema hifal monomítico. Todas las estructuras son negativas al Melzer.



Nombre: *Amanita morfoespecie 2* Pers. 1797

Amanitaceae

Material estudiado. Localidad Reserva forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux. Hábitat sobre tierra, asociado a encino. MP 71, MP 72, MP 73, MP 181, MP 110. 20/VI/2012, 3/VIII/2012.

Píleo cónico a ampliamente cónico de 24-73mm de diámetro. Color blanco con rastros grises a gris pálido. Superficie fibrilosa adpresa, viscosa. Margen del píleo un poco sulcado. Láminas libres, arqueadas, apretadas, de color blanco, de 5mm de ancho, arista entera. Lamélulas presentes. Estípite central, de color blanco, de 102-178mm de largo x 9-13mm de diámetro en la parte media; subbulboso, relleno, fibroso. Superficie fibrilosa. Volva en forma de collar. Olor no apreciado. Crecimiento solitario.

Esporas 9-11 x 8-10 μm , Q = 0.85, globosas, lisas, de pared delgada, hialinas. Basidios de 30 μm de largo x 9 de ancho, con esterigmas de 2 μm de largo, tetraspóricos, lisos, de pared delgada. Basidiolos clavados, lisos, de pared delgada. Cistidios ausentes. Trama divergente con hifas de 5-7 μm de diámetro, subhimenio inflado racemoso. Pilipellis enterocutis con hifas infladas. Hifas septadas, con pared delgada. Fíbulas presentes. Sistema hifal monomítico. Todas las estructuras son negativas al Melzer.

**Nombre: *Russula morfoespecie 1* Pers. 1796**

Russulaceae

Material estudiado. Localidad Reserva forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux. Hábitat sobre tierra, asociado a pino y encino. MP 175, MP 122, MP 116, MP 114, MP 148, MP 157, MP 155. 20/VI/2012 y 3/VIII/2012.

Píleo plano convexo, ligeramente depresso de 29-55mm de diámetro. Color rojo a rosado. Superficie fibrilosa adpresa, lubricosa, viscosa. Margen del píleo estriado. Láminas sinuadas, arqueadas, subdistantes, de color crema, de 6mm de ancho, arista entera. Lamélulas presentes. Estípite central, de color blanco a crema, de 30-58mm de largo x 6-10mm de diámetro en la parte media; forma de tapón hacia abajo, relleno, con apariencia de yeso. Superficie lisa. Olor no apreciado. Crecimiento disperso.

Esporas 7-9 x 5-8 μm , Q = 0.8, globosas, reticuladas a tuberculadas, de pared delgada, hialinas. Basidios de 35 μm de largo, con esterigmas de 3 μm de largo, tetraspóricos, lisos, de pared delgada. Basidiolos clavados, lisos, de pared delgada. Cistidios ausentes. Trama heterómera con hifas de 4 μm de diámetro, esferocistos de 33 x 25 μm de diámetro, subhimenio ramoso. Pilipelis enterocutis con hifas infladas. Hifas septadas, lisas, con pared delgada. Fíbulas presentes. Sistema hifal monomítico. Esporas amiloides al Melzer.



Nombre: *Russula morfoespecie 2* Pers. 1796
Russulaceae

Material estudiado. Localidad Reserva forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux. Hábitat sobre tierra, asociado a pino y encino. MP 67, MP 190. 3/VIII/2012. Píleo arqueado de 37-59mm de diámetro. Color café oscuro. Superficie fibrilosa, viscosa. Margen del píleo liso, entero. Láminas anexas, lineares, apretadas, de color crema, de 6mm de ancho, arista entera. Lamélulas presentes. Estípite central, de color café oscuro con extremos blanquecinos, de 23-39mm de largo x 12-13mm de diámetro en la parte media; subclavado, cartilaginoso, con apariencia de yeso. Superficie fibrilosa. Olor no apreciado. Crecimiento disperso.



Nombre: *Lactarius morfoespecie 1* Pers. 1797

Russulaceae

Material estudiado. Localidad Reserva forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux. Hábitat sobre tierra, asociado a pino y encino. MP 64, MP 65, MP 70. 20/VI/2012 y 3/VIII/2012.

Píleo plano convexo, ligeramente depresado de 25-59mm de diámetro. Color amarillo pálido a naranja. Superficie escumulosa a areolada, viscosa. Margen del píleo liso, entero, incurvado. Láminas emarginadas, arqueadas, subdistantes, de color crema, de 3mm de ancho, arista entera. Lamélulas presentes. Estípite central, de color blanco a crema, de 45-50mm de largo x 6-10mm de diámetro en la parte media; cilíndrico, relleno, con apariencia de yeso. Superficie lisa. Olor no apreciado. Crecimiento disperso.

Esporas 7-9 x 7-9 μm , Q = 0.85, elípticas, reticuladas a tuberculadas, de pared delgada, hialinas. Basidios de 23-25 μm de largo, con esterigmas de 5 μm de largo, tetraspóricos, lisos, de pared delgada. Basidiolos clavados, lisos, de pared delgada. Cistidios ausentes. Trama intermixta con hifas de 4 μm de diámetro, subhimenio ramoso. Pilipelis enterocutis con hifas infladas. Hifas septadas, lisas, con pared delgada. Fíbulas presentes. Sistema hifal monomítico. Esporas amiloides al Melzer.

**Nombre: *Lactarius morfoespecie 2* Pers. 1797**

Russulaceae

Material estudiado. Localidad Reserva forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux. Hábitat sobre tierra, asociado a pino y encino. MP 176, MP 184. 20/VI/2012 y 3/VIII/2012.

Píleo convexo de 36mm de diámetro. Color salmón. Superficie areolada, viscosa. Margen del píleo liso, entero, incurvado. Láminas anexas, arqueadas, subdistantes, de color naranja, de 3mm de ancho, arista entera. Lamélulas presentes. Estípite central a ligeramente excéntrico, del mismo color que el píleo con los extremos blanquecinos, de 32mm de largo x 6mm de diámetro en la parte media; subclavado, hueco, con apariencia de yeso. Superficie lisa. Olor afrutado. Crecimiento disperso.

Esporas 7-8 x 5-7 μm , Q = 0.8, elípticas a globosas, reticuladas, de pared delgada, hialinas. Basidios de 35 μm de largo, con esterigmas de 4 μm de largo, tetraspóricos, lisos, de pared delgada. Basidiolos clavados, lisos, de pared delgada. Cistidios ausentes. Trama intermixta con hifas de 4 μm de diámetro, subhimenio ramoso. Pilipelis enterocutis con hifas infladas. Hifas septadas, lisas, con pared delgada. Fíbulas presentes. Sistema hifal monomítico con incrustaciones en espiral. Esporas amiloides al Melzer.



Nombre: *Melanomphalia morfoespecie 1* (Pers.) Gray 1821
Cortinariaceae

Material estudiado. Localidad Reserva forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux. Hábitat sobre tierra, asociado a encino. MP 61. 3/VIII/2012. Píleo convexo de 38-49mm de diámetro. Color amarillo mostaza. Superficie lisa, víscida. Margen del píleo agrietado. Láminas sinuadas, lineares a arqueadas, cercanas, de color violeta pálido, de 3-4mm de ancho, arista entera. Lamélulas presentes. Estípite central, blanco con tonos amarillentos, de 42mm de largo x 11mm de diámetro en la parte media; bulboso, cartilaginoso. Superficie lisa a fibrosa. Olor no apreciado. Crecimiento solitario.



Nombre: *Cortinarius morfoespecie 1* (Pers.) Gray 1821
Cortinariaceae

Material estudiado. Localidad Reserva forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux. Hábitat sobre tierra, asociado a encino. MP 123. 3/VIII/2012. Píleo hemisférico de 40mm de diámetro. Color amarillo verdoso. Superficie lisa, pruinosa. Margen del píleo liso, entero. Láminas sinuadas, lineares, apretadas, de color amarillo, de 3mm de ancho, arista entera. Lamélulas presentes. Estípite central, verde oliváceo, de 55mm de largo x 3mm de diámetro en la parte media; cilíndrico, cartilaginoso. Superficie lisa. Olor no apreciado. Crecimiento solitario.



Nombre: *Suillus morfoespecie 1* P. Micheli 1729
Boletaceae

Material estudiado. Localidad Reserva forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux. Hábitat sobre tierra, asociado a encino. MP 74. 3/VIII/2012.

Píleo convexo de 40mm de diámetro. Color café con escamas oscuras. Superficie agrietada. Margen del píleo liso, entero. Poros redondos de 5mm de largo y de 2-3 poros por milímetro. Poros de color blanco. Estípite central, café con tonos amarillos, de 64mm de largo x 5mm de diámetro en la parte media; forma de tapón hacia arriba, sólido, cartilaginoso. Superficie lisa a fibrilosa. Olor no apreciado. Crecimiento solitario.



Nombre: *Suillus morfoespecie 2* P. Micheli 1729
Boletaceae

Material estudiado. Localidad Reserva forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux. Hábitat sobre tierra, asociado a encino. MP 111. 20/VI/2012.

Píleo convexo de 43mm de diámetro. Color café. Superficie agrietada. Margen del píleo liso, entero. Poros redondos de 4.3mm de largo y de 2-3 poros por milímetro. Poros de color crema. Estípite central, café, de 50mm de largo x 5mm de diámetro en la parte media; forma de tapón hacia arriba, sólido, cartilaginoso. Superficie lisa a fibrilosa. Olor no apreciado. Crecimiento solitario.



Nombre: *Boletus morfoespecie 1* L. 1753
Boletaceae

Material estudiado. Localidad Reserva forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux. Hábitat sobre tierra, asociado a encino. MP 60. 3/VIII/2012.
Píleo hemisférico de 33mm de diámetro. Color café con amarillo pálido. Superficie alveolada. Margen del píleo sulcado. Poros regulares, redondos, de 3mm de largo y 5-6 poros/mm. Estípite central, de color blanco, de 53mm de largo x 14-16mm de diámetro en la parte media; subclavado, fibroso. Superficie reticulada. Olor afrutado. Crecimiento solitario.



Nombre: *Xerula morfoespecie 1* Maire 1933
Physalacriaceae

Material estudiado. Localidad Reserva forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux. Hábitat sobre tierra, asociado a pino. MP 164. 3/VIII/2012.
Píleo plano convexo, umbonado de 35mm de diámetro. Color verde oliváceo con disco oscuro. Superficie escamosa a escuarrosa. Margen del píleo liso, entero. Láminas anexas, subventricosas, subdistantes, de color café claro, de 15mm de ancho, arista entera. Lamélulas ausentes. Estípite central, café, de 184mm de largo; cilíndrico, hueco. Superficie lisa. Olor no apreciado. Crecimiento disperso



Nombre: *Mycena morfoespecie 1* (Pers.) Roussel 1806
Mycenaceae

Material estudiado. Localidad Reserva forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux. Hábitat sobre tierra, asociado a pino. MP 168. 3/VIII/2012.
Píleo hemisférico de 17mm de diámetro. Color crema con disco café. Superficie higrófana. Margen del píleo liso, entero a sulcado. Láminas anexas, lineares, cercanas, de color blanco, de <1mm de ancho, arista entera. Lamélulas presentes. Estípite central, café, de 35mm de largo; forma de tapón hacia arriba, hueco, fibriloso. Superficie lisa. Olor no apreciado. Crecimiento disperso.



Nombre: *Mycena morfoespecie 2* (Pers.) Roussel 1806
Mycenaceae

Material estudiado. Localidad Reserva forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux. Hábitat sobre tierra, asociado a pino. MP 173. 3/VIII/2012.
Píleo convexo de 20mm de diámetro. Color crema con disco café. Superficie rugulosa. Margen del píleo sulcado. Láminas subdecurrentes, arqueadas, cercanas, de color crema, de <1mm de ancho, arista entera. Lamélulas presentes. Estípite central, café, de 30mm de largo x 3mm de diámetro en el centro; forma cilíndrica, hueco, fibriloso. Superficie lisa. Olor no apreciado. Crecimiento solitario.



Nombre: *Mycena morfoespecie 3* (Pers.) Roussel 1806
Mycenaceae

Material estudiado. Localidad Reserva forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux. Hábitat sobre tierra, asociado a encino. MP 112. 20/VI/2012.
Píleo plano de 20mm de diámetro. Color morado. Superficie lisa, higrófana. Margen del píleo liso, entero a sulcado. Láminas adnadas, lineares, cercanas, de color morado, de 3mm de ancho, arista entera. Lamélulas presentes. Estípote central, morado, de 47mm de largo x 3.5mm de diámetro en el centro; forma cilíndrica, hueco, fibroso. Superficie lisa. Olor no apreciado. Crecimiento disperso.



Nombre: *Gerronema morfoespecie 1* Singer 1951
Marasmiaceae

Material estudiado. Localidad Reserva forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux. Hábitat sobre tierra, asociado a pino. MP 163. 3/VIII/2012.

Píleo sub-infundibuliforme de 15-20mm de diámetro. Color beige con disco gris opaco. Superficie glabra. Margen del píleo liso, entero. Láminas decurrentes, arqueadas, subdistantes, de color crema, de 8-12mm de ancho, arista entera. Lamélulas presentes. Estípite central a ligeramente excéntrico, beige, de 12-15mm de largo x 1.5-2mm de diámetro en la parte media; cilíndrico, cartilaginoso. Superficie lisa. Olor no apreciado. Crecimiento disperso.



Nombre: *Gymnopus morfoespecie 1* (Pers.) Roussel 1806
Marasmiaceae

Material estudiado. Localidad Reserva forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux. Hábitat sobre tierra, asociado a pino. MP 161. 3/VIII/2012.

Píleo parabólico a campanulado de 30mm de diámetro. Color beige a café claro. Superficie areolada, higrófana. Margen del píleo decurvado. Láminas anexas, lineales, subdistantes, de color crema, arista entera. Estípite central, de color crema, de 240mm de largo x 7mm de diámetro en la parte media; radicado, cartilaginoso. Superficie torcida. Olor no apreciado. Crecimiento solitario.



Nombre: *Marasmius morfoespecie 1* Fr.1836
Marasmiaceae

Material estudiado. Localidad Reserva forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux. Hábitat sobre tierra, asociado a pino. MP 178. 3/VIII/2012.

Píleo convexo, cuspidado de 22mm de diámetro. Color café con disco más oscuro. Superficie higrófana. Margen del píleo liso, entero a sulcado. Láminas adnadas, lineares, cercanas, de color crema, de 1mm de ancho, arista entera. Lamélulas presentes. Estípite central, café oliváceo, de 35mm de largo x 3mm de diámetro en el centro; forma de tapón hacia abajo con pseudorriza, hueco, fibriloso. Superficie lisa. Olor a rábano. Crecimiento solitario.



Nombre: *Cantharellus morfoespecie 1* Adans. ex Fr. 1821
Cantharellaceae

Material estudiado. Localidad Reserva forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux. Hábitat sobre tierra, asociado a encino. MP 62. 3/VIII/2012.

Píleo plano, ligeramente convexo de 15-30mm de diámetro. Color amarillo oscuro a café. Superficie areolada, higrófana. Margen del píleo liso, entero, incurvado. Láminas decurrentes, ventricosas, distantes, de color amarillo a anaranjado, de <1mm de ancho, arista entera. Lamélulas presentes. Estípite central, concoloro con el píleo, de 56-110mm de largo x 6mm de diámetro en la parte media; cilíndrico, fibroso. Superficie escamosa. Inodoro. Crecimiento disperso.



Nombre: *Galerina morfoespecie 1* Earle 1909
Strophariaceae

Material estudiado. Localidad Reserva forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux. Hábitat sobre tierra, asociado a pino. MP 172. 3/VIII/2012.

Píleo convexo de 16mm de diámetro. Color café. Superficie escamosa. Margen del píleo sulcado, apendiculado, decurvado. Láminas adnadas, subventricosas, subdistantes, de color café, de 2mm de ancho, arista fimbriada. Lamélulas presentes. Estípote central, de color café, de 56-110mm de largo x 3-6mm de diámetro en la parte media; cilíndrico, fibroso. Superficie escamosa. Olor no apreciado. Crecimiento gregario.

