

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

**INFORME FINAL DE LA PRÁCTICA DE EDC  
ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA  
JULIO 2005/MAYO 2006**

EDELWEISS HILDEBRAND REYNA  
200216169

## Indice

Introducción.....	2
Cuadro de resumen de actividades EDC.....	3
Actividades de servicio.....	5
Actividades de docencia.....	9
Actividades de Investigación.....	10
Anexos.....	13

## Introducción

Por medio de este informe se pretende reportar las actividades de servicio, docencia e investigación para el programa EDC realizado en la ENCA. En este último informe se desglosan, entonces, las actividades realizadas en el período de julio 2005-mayo 2006.

Entre las actividades de docencia se realizaron dos charlas sobre áreas protegidas dirigidas a los estudiantes de Perito en el Area Forestal de la ENCA, y la realización de unas charlas impartidas por distintas instituciones sobre Climatología y Desastres dirigidas a los estudiantes de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la USAC. Entre las actividades de investigación se encuentran las salidas de campo, identificación de hongos y consultas bibliográficas, y finalmente en servicio, se ha apoyado en varias investigaciones, consultas bibliográficas, apoyo en docencia y elaboración de proyectos como el Jardín botánico y el de reciclaje de la ENCA.

Por medio de este informe se pueden evaluar las experiencias de servicio, docencia e investigación para el programa EDC realizado en la ENCA, con el fin de poder visualizar ya las bases de lo que se ha hecho y para qué ha servido. Se enumeran en el documento todos los objetivos (que general todos fueron cumplidos) y se pueden ver las aplicaciones que han tenido.

Programa universitario	Nombre de la actividad	Fecha de la actividad	Horas EDC ejecutadas
<b>A. Servicio</b>	1. Microscopia de una cepa micorrícica aislada en el vivero forestal de ENCA	Julio/ Agosto 2005	40 hrs
	2. apoyo en la investigación "Comparación de dos Sustratos para <i>Russula</i> sp. en <i>Pinus</i> sp. a Nivel de Vivero Forestal"	Julio/ Agosto 2005	50 hrs
	3. Apoyo en la Investigación "Comparación de Medios de Cultivo (agar, harina de papa, dextrosa) para Tejido Reproductivo de <i>Pleurotus ostreatus</i> a nivel de semillero"	Agosto/ Septiembre 2005	20hrs
	4. apoyo en la investigación "Comparación de dos inoculos realizados a base de varios géneros micorrízicos muy tolerantes de las Regiones Cerro Alux y Reserva Forestal La Montañita"	Septiembre 2005/ Abril 2006	80hrs
	5. apoyo en la realización del proyecto de reconstrucción del Jardín Botánico ubicado en las instalaciones de la ENCA a cargo del ing. Guillermo Ruano	Noviembre 2005/enero 2006	40hrs
	6. Proyecto Reciclaje en ENCA	Abril/ Mayo 2006	45 hrs
	7. servicio de herbario en el CECOM z.4	Diciembre 2005/abril 2006	60 hrs

<b>B. Docencia</b>	1. Realización de la conferencia “Perspectiva de la Climatología en Guatemala” realizada del 14-23 de noviembre (con una duración de dos horas cada una) con el apoyo del INSIVUMEH, el Departamento de Ecología y Ciencias Ambientales de la Facultad de CCQQ y Farmacia y CESEM.	17-23 de noviembre 2005	120 hrs
	2. Realización de la conferencia de dos días “Problemáticas de las áreas protegidas en Guatemala” realizada el 23 y 28 de noviembre dirigida a los alumnos del Area Forestal de la ENCA. Conferencista. Edelweiss Hildebrand Reyna.	3 y 8 de Diciembre 2005	28 hrs
	3. Charla sobre micorrizas realizada en la ENCA .	Noviembre 2005	2 hrs
<b>C. Investigación</b>	“Comparación de Ectomicorrizas mas frecuentemente asociadas a Pinus sp en relación al microclima presente a distintas altitudes en la Reserva Forestal La Montañita, San Agustín Acasaguastlán.	Julio 2005- Mayo 2006	350 hrs
<b>Sub Total.</b>			835 hrs
<b>Elaboración de informes, diagnóstico y protocolo</b>			200 hrs
<b>total</b>			1035 hrs

# Actividades De Servicio

## **N. 1 Microscopía de una cepa micorrícica encontrada en las raíces de un pino del vivero forestal en ENCA. A cargo Msc. Ing. Enio Aguilar**

### **OBJETIVOS:**

- Inocular a nivel de contenedor *Pinus oocarpa* para observar la eficacia infectiva de la cepa
- Observar al microscopio y describir las hifas aisladas de una colecta de micelio realizada en la Finca "La Montañita", con el fin de descubrir alguna característica que ayude a identificarla.

### **MÉTODOS:**

Se realizaron observaciones al microscopio de las hifas aisladas en medio nutritivo de PDA (Harina de papa, dextrosa y Agar) y de arroz, previamente hechas por el Ing. Aguilar, y se tomaron micrografías de las mismas. También se realizó un video con ellas donde se explicó lo observado.

Se inocularon cinco bandejas de pinos con muestras de estas hifas preparadas en medio de arroz (previamente preparado por el Ing. Aguilar) para observar la eficacia infectiva de la cepa.

### **RESULTADOS:**

Las hifas demostraban que la cepa aislada es posiblemente una endomicorriza o del tipo VAM (vesículo-arbuscular) ya que posee reproducción asexuada siendo característica de los ficomicetos. Para esta etapa, los pinos fueron inoculados y en quince días se verá su evolución con este inóculo según cada etapa fenológica (cada estadio por el que pasan este tipo de árboles con características identificables).

### **DIFICULTADES:**

Al inocular los pinos y estos pasar dos semanas de su etapa fenológica, se contaminaron con *Dampinoff* (hongo muy común que destruye a la plántula de pino en su primera etapa fenológica), así que se perdieron las muestras al aplicarle fungicida. La investigación no pudo seguirse debido a un cambio de asesor, el cual sugirió otra investigación. La cepa que había sido aislada e inoculada en arroz se contaminó con hongos invasores del ambiente de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium*, lo que ocasionó su pérdida.

## **N. 2 Apoyo en la investigación "Comparación de dos Sustratos para *Russula* sp. en *Pinus* sp. a Nivel de Vivero Forestal"**

### **OBJETIVOS:**

- Realizar una comparación entre dos sustratos, uno con vermiculita, y el otro con *Sphagnum* (musgo) para encontrar el más adecuado en el cultivo de hongos micorrícicos del género *Russula* para su uso en *Pinus oocarpa* Schiede a nivel de vivero forestal.
- Estandarizar el método para una sola especie de *Russula* encontrada en La Finca "La Montañita".

### **MÉTODOS:**

Se realizaron constantes revisiones bibliográficas en libros e Internet para comprender más acerca del género *Russula* y revisar investigaciones anteriores al respecto.

Se aprovechó la salida de campo a la Reserva "La Montañita" para traer especies de *Russula* e identificar el más tolerante a las diferentes altitudes.

Se le hizo el método de esporada (método por el cual se sumerge el estípite levemente y con ello se logra que el hongo saque sus esporas en papel absorbente) a una combinación de estas *Russula* spp. y se mezcló con agua y PDA, realizando un inóculo para los pinos nuevamente sembrados en las bandejas de la investigación anterior.

### **RESULTADOS:**

Los pinos murieron por razones indefinidas.

### **OBJETIVOS ALCANZADOS:**

Encontrar un género muy frecuente a las diferentes alturas en que se distribuye *Pinus oocarpta* Schiede.

### **DIFICULTADES:**

También habían sido inoculadas las esporas en PDA, y se habían sembrado a nivel de vivero pero al parecer a los pinos les dio otra vez Dampinoff.

## **N.3 Apoyo en la Investigación "Comparación de Medios de Cultivo (agar, harina de papa, dextrosa) para Tejido Reproductivo de *Pleurotus ostreatus* a nivel de semillero"**

### **OBJETIVOS:**

- Analizar los tipos de cultivo para encontrar el mas eficaz al sembrar tejido reproductivo de *Pleurotus ostreatus* con el fin de reproducirlo a nivel de semillero.
- Que los alumnos autores de la investigación aprendan a realizar la metodología de laboratorio acerca de la extracción del tejido reproductivo del hongo, aislarlo en medios inocuos y utilizar el autoclave y la incubadora.

#### **MÉTODO:**

Revisión bibliográfica base con la cual se le dio asesoría a los alumnos acerca de este tipo de hongo comestible, y las metodologías mas utilizadas, además de cómo trabajar la metodología en el laboratorio.

En el laboratorio se aisló parte del tejido reproductivo localizado en las laminillas de individuos de la especie de *Pleurotus ostreatus*, y fueron puestos en cajas de petri que contenían agar, dextrosa y harina de papa (cuatro de cada una). La extracción y siembra se hizo en una cámara de flujo laminar para lograr condiciones inocuas y luego fueron trasladados a la incubadora para que la temperatura de 30°C provocara un resurgimiento de las esporas contenidas en las laminillas y formaran hifas (esto ocurre durante un período de 5-7días).

#### **RESULTADOS:**

Los alumnos responsables de la investigación aprendieron el uso de la cámara y aprendieron sobre las partes del hongo y el por qué era importante su inoculación además de su valor comercial.

#### **OBJETIVOS ALCANZADOS:**

Haber realizado una revisión bibliográfica en un campo desconocido para todos nosotros.

Haber ayudado en la realización de esta investigación.

#### **N. 4 apoyo en la investigación "Comparación de dos inoculos realizados a base de varios géneros micorrízicos pertenecientes a las Regiones de Cerro Alux y Reserva Forestal La Montañita"**

#### **OBJETIVOS:**

- Realizar la comparación de los hongos encontrados en un bosque reforestado (Cerro Alux) y uno no reforestado o natural (Finca " La Montañita) realizando dos tipos de inoculos con las esporas de los hongos de cada región e inocularlos en *Pinus sp.*

- Estandarizar el método que mejores resultados tenga respecto a su eficacia en el desarrollo de *Pinus sp.* En sus distintas etapas fenológicas..

#### **MÉTODOS:**

Se realizaron constantes revisiones bibliográficas en libros e Internet para conocer mas acerca de la relación que hay del bosque natural al contenedor y que ventajas o desventajas tiene el realizar inoculos de bosques en reforestación vrs. naturales.

Se aprovecharon las salidas de campo a la Reserva "La Montañita" para traer especies de *Russula*, *Physollytus* y *Cantharellus* y otros géneros. También hubo una salida al Cerro Alux donde se colectaron algunas muestras de los mismos géneros que eran muy frecuentes.

Se colectaron especies de alturas de 1100-1300msnm, las cuales fueron identificadas hasta género, los Pileos fueron licuados con agua destilada y se preparó el inóculo con PDA. Se realizó la inoculación a nivel de contenedor a *Pinus oocarpa* Schiede y se esperan alrededor de dos meses y quince días para realizar una nueva medición de los pinos.

#### **RESULTADOS:**

Se han observado mayores beneficios (como el color de las acículas mas verdoso, el tamaño de la plántula y la poca infección con hongos patógenos) con la combinación de hongos de la Reserva Forestal La Montañita.

#### **OBJETIVOS ALCANZADOS:**

Encontrar cepas con que hacer los inóculos mas eficazmente.

Ver las diferencias en las primeras etapas fenológicas de los pinos.

#### **N. 5 apoyo en la realización del proyecto de reconstrucción del Jardín Botánico ubicado en las instalaciones de la ENCA a cargo del ing. Guillermo Ruano**

#### **OBJETIVOS:**

- Reconstruir de una manera mas funcional el jardín botánico.
- Realizar los apartados de las distintas especies por zonas de vida que se encuentran en Guatemala.

**MÉTODOS:**

Se realizaron constantes revisiones bibliográficas en libros e Internet acerca de otros jardines botánicos y recomendaciones al respecto, así como sobre las zonas de vida en Guatemala y sus especies indicadoras y no indicadoras. Se estudiaron los planos del antiguo jardín y se llegó a la conclusión de que los corredores deben ampliarse además de decidir las zonas de vida más convenientes con los datos que se obtuvieron de la revisión bibliográfica y el inventario de especies del antiguo jardín.

**RESULTADOS:**

Ubicar a las especies según su zona de vida.  
Zonificar el Jardín Botánico.

**OBJETIVOS ALCANZADOS:**

Se logró planificar la reconstrucción más funcional del Jardín Botánico y además también el de ubicar plantas ya sembradas anteriormente en el Jardín botánico en sus respectivas zonas de vida.

**DIFICULTADES:**

El período de vacaciones de la ENCA y del Jardín Botánico detuvo el proceso por aproximadamente un mes.

**N. 6 Proyecto de Reciclaje en ENCA a cargo de Ing. Guillermo Ruano.****OBJETIVOS:**

- Realizar un programa de manejo de la basura para su aprovechamiento y recolección adecuada.
- Incentivar a los estudiantes a una cultura de reciclaje en su modus vivendi.

**METODOLOGÍA:**

Constantes revisiones bibliográficas en libros como en Internet (cursos on line) para aprender sobre el reciclaje, como se gestiona, como publicitarse y como sacarle provecho. Además se hizo contacto con empresas recicladoras para hacer un presupuesto de la cantidad de productos reciclables deben salir para ser comprados por ellos. FUMENTE realizará las charlas respectivas a cada tipo de público y se encargará de la recolecta y de donar los contenedores.

**RESULTADOS:**

Contacto con FUMENTE (Fundación del Medio Ambiente) y acordar últimos detalles en el plan del proyecto de reciclaje para llevarlo a cabo.

**OBJETIVOS ALCANZADOS:**

Fomentar al estudiante la cultura del reciclaje por medio de publicidad.  
Gestionar el programa de reciclaje en ENCA.

**7. Elaboración de 60 horas de herbario en el Jardín Botánico z. 4****OBJETIVOS:**

Coadyuvar en las actividades cotidianas del herbario con fines de aprendizaje y desarrollo del mismo.

**METODOLOGÍA:**

Se realizó el intercalado , registro y montaje de las plantas indicadas.

**RESULTADOS:**

Se lograron montar aproximadamente 100 plantas. Además se realizó intercalado de al menos 15 plantas y el registro de aproximadamente 30 plantas

**OBJETIVOS ALCANZADOS:**

Todos.

## Actividades de Docencia

1. Realización de la conferencia "Perspectiva de la Climatología en Guatemala" realizada del 14-23 de noviembre (con una duración de dos horas cada una) con el apoyo del INSIVUMEH, el Departamento de Ecología y Ciencias Ambientales de la Facultad de CCQQ y Farmacia y CESEM.

**OBJETIVOS:**

- Organizar conferencias relacionadas con Climatología para reconocer la problemática sobre desastres naturales que prevalecen sobretodo en nuestro país.
- Ampliar los conocimientos sobre la climatología y como se relaciona con la topografía a nivel nacional.
- Ampliar los conocimientos acerca de las aplicaciones tan multidisciplinarias que tienen los fenómenos meteorológicos y climáticos en el territorio nacional.

**RESULTADOS:**

Todas las conferencias se realizaron y se tuvo mucho apoyo de parte de las instituciones.

**MÉTODOS:**

Se dieron dos charlas acerca de Paleoclimatología, realizadas por el Lic. Claudio Méndez de la Escuela de Biología, otras dos charlas que trataban sobre climatología y clima en Guatemala realizadas por el Ing. Claudio Castañón de INSIVUMEH, y finalmente dos charlas mas sobre desastres naturales realizadas por los Ing. Carla Gordillo e Ing. Julio Luna del CESEM Facultad de Ingeniería USAC. En las conferencias Participaron cerca de 30 estudiantes de Biología. Las charlas se realizaron en las instalaciones del edificio T-11 salones 302 y 305.

**OBJETIVOS ALCANZADOS:**

Todos.

**LIMITACIONES Y DIFICULTADES:**

Cuando se planificó esta conferencia, se tenía en cuenta los exámenes finales según el calendario del CEDE, pero fue sustituido y los mismos se cambiaron para estas fechas que ya se habían concretado con los conferencistas, por lo que no llegó mucha gente, hubo presencia de 6 personas **mínimo** por conferencia.

2. **Realización de dos conferencias “Problemáticas de las Areas Protegidas en Guatemala” . Realizadas el 3 y 8 de Diciembre de 2005, dirigida a los estudiantes de Perito Forestal de ENCA**

**OBJETIVOS:**

- Ampliar los conocimientos de los estudiantes del Area Forestal de la ENCA sobre las problemáticas de áreas protegidas a nivel nacional.
- Relacionar la importancia de su carrera ante este fenómeno.

**RESULTADOS:**

Fueron realizadas las charlas con una duración de dos horas cada una.

**MÉTODOS:**

Las conferencias incluyeron métodos de presentación de Power Point y cañonera fueron realizadas por mí en las instalaciones de la ENCA, con una participación de 25 estudiantes.

**OBJETIVOS ALCANZADOS:**

Se relacionó la importancia de las problemáticas de las áreas protegidas en Guatemala y la carrera de Perito Forestal.

Los estudiantes ampliaron sus conocimientos por medio de temas mas avanzados sobre este fenómeno.

**LIMITACIONES Y DIFICULTADES:**

Ninguna.

3. **Asistencia a la conferencia "Micorriza" realizada en ENCA por el Ing. Raúl Contreras. Con una duración de 2 hrs.**

**OBJETIVOS:**

- Ampliar los conocimientos sobre las generalidades de las micorrizas.
- Dar a conocer el uso de productos micorrizogénicos tanto endógenos como exógenos.
- Introducir, en general, los temas tratados en la Reunión Iberoamericana y III Simposio internacional sobre Simbisis Micorrícica.

**RESULTADOS.**

Fue realizada dicha charla durante aproximadamente dos horas en el auditorium de ENCA.

**MÉTODOS:**

La conferencia incluyó métodos de presentación de Power Point y cañonera, realizada por Ing. Raúl Contreras quien impartió los temas planteados en los objetivos.

**OBJETIVOS ALCANZADOS:**

- Ampliar los conocimientos sobre las generalidades de las micorrizas.
- Dar a conocer el uso de productos micorrizogénicos tanto endógenos como exógenos.
- Introducir, en general, los temas tratados en la Reunión Iberoamericana y III Simposio internacional sobre Simbisis Micorrícica.

# Actividades de Investigación

**“COMPARACIÓN DE ECTOMICORRIZAS MAS FRECUENTEMENTE ASOCIADAS A *Pinus SP*, EN RELACIÓN AL MICROCLIMA PRESENTE A DIFERENTES ALTURAS EN FINCA “LA MONTAÑITA” SAN AGUSTÍN ACASAGUASTLÁN.**

## **OBJETIVOS:**

### **GENERALES:**

- Comparar las especies de hongos ectomicorrícicos mas frecuentemente asociadas a *Pinus sp* a distintas alturas en la Reserva Forestal La Monatañita, San Agustín Acasaguastlán.
- Contrastar los parámetros microclimáticos dados para lograr visualizar la correlación en el cambio de composición de ectomicorrizas en cada altura.

### **ESPECÍFICOS:**

- Hacer una lista de las especies de hongos ectomicorrícicos mas frecuentemente encontrados en *Pinus sp* para fines de estudio de otras investigaciones concernientes en el mejoramiento de viveros forestales.
- Realizar un cuadro comparativo contrastando el cambio microclimático y cambio de altura vrs. el cambio de especies de hongos ectomicorrícicos asociados a *Pinus sp*.
- Establecer las ectomicorrizas mas resistentes al cambio de clima y de altura, como un dato para generar información con fines de investigación acerca de un posible inóculo resistente para su utilización en viveros forestales.

### **RESULTADOS:**

Contrastes entre los parámetros microclimáticos y la composición de hongos ectomicorrícicos.

### **MÉTODOS:**

Salidas de campo, identificación de cepas, medición de parámetros climáticos, análisis estadístico.

### **OBJETIVOS ALCANZADOS:**

todos

### **LIMITACIONES Y DIFICULTADES:**

Aun no se encuentran los resultados de las especies de cuatro parcelas.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA  
PROGRAMA EDC-BIOLOGÍA

## **Informe Final de Investigación**

COMPARACIÓN DE HONGOS ECTOMICORRÍCICOS ASOCIADOS A  
*Pinus spp.*, EN RELACIÓN AL TIEMPO CLIMÁTICO PRESENTE A  
DIFERENTES ALTURAS EN FINCA “LA MONTAÑITA” SAN  
AGUSTÍN ACASAGUASTLÁN.

**JULIO 2005-MAYO2006**

Edelweiss Hildebrand Reyna

Lcda.. Eunice Enriquez

Dr. Roberto Flores

# Indice

Título.....	2
Resumen.....	3
Planteamiento del Problema.....	4
Justificación.....	5
Referente Teórico.....	6
Hipótesis.....	12
Objetivos.....	13
Metodología y Técnicas.....	14
Resultados.....	17
Discusión de resultados.....	23
Conclusiones y Recomendaciones.....	24
Bibliografía	
Anexos	

# **Título**

COMPARACIÓN DE HONGOS ECTOMICORRÍDICOS ASOCIADAS A  
*Pinus spp*, EN RELACIÓN AL TIEMPO CLIMÁTICO PRESENTE A  
DIFERENTES ALTURAS EN LA FINCA “LA MONTAÑITA” SAN  
AGUSTÍN ACASAGUASTLÁN.

# Resumen

Cuando ocurre la micorrización, se da un proceso de diferenciación donde las hifas externas que han sustituido a los pelos absorbentes, se encargan de la absorción de agua, ahorrándole así trabajo y energía a la planta. Es decir el hongo le proporciona beneficios a su hospedero y éste a su hospedante (Cáceres, 2002).

Mikola Petisa hizo un estudio en 22 países acerca de inoculación micorrícica en la práctica forestal, donde concluye que no se deben basar solamente en hipótesis y experiencias de campo, debido al riesgo de fracaso de los trasplantes de productos forestales del contenedor al suelo. Para seguir esta recomendación, se colectaron los carpóforos asociados a *Pinus sp.*, y se estudió su composición de acuerdo al gradiente altitudinal, complementando con variables de tiempo climático que se relacionan con su aparición y supervivencia, con el fin de encontrar cepas que completan su ciclo de vida sin importar las condiciones imperantes para cada tratamiento; estas cepas son idóneas en su uso como inóculos, ya que las mismas resisten en el campo a todas las variables.

El estudio fue realizado en la Reserva Forestal “La Montañita” San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala. Esta región posee dos zonas de vida de gran importancia (Bosque húmedo subtropical templado y Bosque muy húmedo subtropical frío) y se encuentra del lado de la cuenca del Motagua. Como planta hospedante se trabajó con el género *Pinus sp.* el cual se encuentra distribuido en dos sectores (A y B), en estratos según un estudio de dasonomía realizado por Obed Cuevas en el 2004. Se utilizaron parcelas redondas de 1000m<sup>2</sup>, teniendo cada cual una densidad promedio de nueve pinos, el DAP fue de 20-50cm, por lo que se trataba de un bosque maduro, y según el estudio ya mencionado, las características del suelo no difieren significativamente.

Se salió al campo cuatro veces en la estación lluviosa (septiembre - noviembre 2005) en busca de la recolecta, la cual se realizó en ambos sectores en dos gradientes altitudinales (sector A= 1100, 1200, 1300msnm y sector B= 2100, 2200, 2300msnm) con sus respectivas replicas. De acuerdo con el estudio hidrológico realizado por Guillermo Santos sobre el gradiente microclimático por altitud en la Cuenca del Motagua, se midió por parcela los factores de este tipo directamente relacionados con estos hongos, como temperatura de suelo, luz, y Humedad relativa.

El método estadístico que se usó es el Índice de Sorensen, que permite datos de presencia ausencia y compara la similitud entre una composición y otra; para cada parcela del sector A el Índice de Sorensen fue P1xP2= 0.20; P2xP3= 0.17; P3xP1= 0.22; para el sector B fue de 0 en todas, y entre ambos sectores fue de AxB= 0.065. Esto quiere decir que, las especies se comportan casi en su totalidad como dependientes del tiempo climático dado a cada 100msnm, a excepción de tres especies las cuales son *Lactarius deliciosus*, *Albatrellus ovinus* y *Albatrellus pescaprae*. La composición que adoptan la mayor parte de especies se relaciona con la que adopta el gradiente microclimático encontrado por Guillermo Santos, es decir, para cada 150msnm aumenta 1°C de temperatura y 80mm de precipitación. Para cada altitud se demostró por medio de la medición del tiempo climático que si difieren estos factores por altitud y se concluye que

los mismos son los que influyen en el patrón de las composiciones de las comunidades de hongos ectomicorrícicos encontrados.

## **Planteamiento del Problema**

El problema surge a partir de las investigaciones de Mikola y Santos quienes realizaron estudios acerca de la práctica forestal de hongos micorrizógenos y el gradiente climático comparado con la altitud en Sierra Las Minas, respectivamente.

Por un lado, respecto la investigación de Mikola, realizó una gira de estudio por 22 países en todos los continentes, en el cual identifica la problemática de la aplicación de la inoculación micorrícica en la práctica forestal la cual, explica ella, se basa principalmente en hipótesis y experiencias de campo, siendo pocos los estudios que optimicen la utilización de estos hongos con sus variables directamente relacionadas, por lo que muchas veces fracasan los trasplantes de productos forestales del contenedor al campo.

Por el otro lado, Guillermo Santos en su estudio hidrológico en la cuenca del Motagua, concluye algunos patrones climáticos importantes. Asegura que las biotemperaturas poseen un comportamiento indirecto con respecto a la altitud, o sea a medida que aumenta la altitud disminuye la biotemperatura, con un gradiente altitudinal de 1 grado centígrado por cada 150 metros. También en la precipitación, la cual es mayor con relación directa al aumento de altitud, por cada 100 metros la precipitación aumenta 80 milímetros aproximadamente. Siendo los hongos en general, organismos dependientes directamente de las condiciones climáticas, los mismos también deben presentar cierto patrón respecto las altitudes dadas, a la vez que algunos deben ser muy resistentes ante estas variaciones.

# Justificación:

Para empezar, las asociaciones ectomicorrícicas son de suma importancia ecológica, ya que las raíces de árboles, especialmente las coníferas, hacen mutualismo con estos organismos y obtienen muchos beneficios nutritivos de los mismos (sobre todo en suelos poco fértiles). Los hongos micorrizógenos son prácticamente ubicuos y las micorrizas están constituidas, según toda probabilidad, por las especies más idóneas a las condiciones predominantes (Wilde, 1944 citado por Mikola, Peitsa)..

Muchos de estos hongos son sumamente flexibles a condiciones climáticas muy diferentes, como, por ejemplo, *Boletus granulatus*; pero no todos los hongos son igualmente adaptables. Así dos de los hongos micorrizógenos más comunes y característicos de los montes de la zona boreal fría, *Boletus lateus* y *B. variegatus*, son manifiestamente diferentes. El primero crece casi por doquier en las plantaciones de pinos subtropicales e incluso tropicales, mientras el último es difícil de hallar fuera de su hábitat. Por lo mismo hay que tener en cuenta la diferente adaptabilidad de las distintas especies micorrizógenas al escogerlas para fines de inoculación, esto se logra en base a trabajos comparativos que relacionen efectos de clima, de propiedades de suelo o etapas sucesionales (<http://labpatfor.udl.es-tptpfc-BonetPFC.pdf>).

La influencia climática es fácil de relacionar con la aparición de carpóforos (Ohenoja 1993,1995; Rodríguez y Fernández 1993 tomado de <http://labpatfor.udl.es-tptpfc-BonetPFC.pdf>), pero su análisis es difícil por lo arduo que resulta separar influencias debidas a varios factores (humedad, temperaturas, precipitaciones, estado sucesional, suelo y otros) por lo que se trata en lo posible, de deshacerse de dichas variables.

Se pensó en un área como lo es Sierra Las Minas que es capaz de poseer dos tipos de representaciones climáticas, unas provocadas por influencias de la Cuenca del Motagua y otras por Polochic, en el caso de la Reserva Forestal “La Montañita” está influenciada, por su ubicación por la primera circunstancia. Además posee tres zonas de vida, las cuales son Bosque pluvial Montano Bajo Subtropical, Bosque muy húmedo Subtropical ( frío ) y Bosque húmedo Subtropical ( templado ), y existe un patrón climático dado a las distintas alturas según el trabajo de Santos, 2004.

En resumen, se realiza este trabajo debido a que se necesitan estudios que relacionen el clima con organismos tan importantes como las micorrizas ya que las mismas tienen un efecto directo muy benéfico para las plantas en la absorción de agua y nutrientes. También tienen un buen efecto fitosanitario, ya que permiten que las plantas tengan mayor resistencia a varios agentes que causan daños. También provee una consecuencia muy eficiente sobre la estructura del suelo trasladándose con las raíces de los árboles y creando extensas redes que detienen el proceso de erosión, lo que favorece mucho a las plantas en forma indirecta. Y el más importante, son organismos adaptados a suelos prácticamente infértiles, mismos que son reforestados con distintos tipos de plantas, las cuales deben asegurar su supervivencia para ser una buena inversión ecológica (Landis, T.D. et al., 1989).

# Referente Teórico

## MICORRIZAS

Se trata de asociaciones simbióticas entre raíces finas nutridoras de las plantas vasculares y hongos altamente especializados que se distribuyen en dichas raíces. En este tipo de asociación, dos organismos fisiológicamente distintos actúan como componentes de un solo organismo, donde cada uno por separado posee variaciones en su selección natural y evolución, además de reproducirse distintivamente y potencialmente pueden tener una vida libre. (Berduo, 2000)

La manera como actúa el hongo es invadiendo el córtex de la raíz, mientras que el meristemo apical y el cilindro vascular quedan intactos (Méndez, 2002). De esta manera, la micorrización se lleva a cabo mediante la infección de raíces secundarias por las hifas del hongo. Por lo mismo los pelos radicales serán sustituidos por las hifas del hongo quienes se encargan de absorber el agua, lo que implica un menor gasto energético para la planta y mayor área de absorción (Pera, 1992, citado por Urizar, 1999). Por el otro lado, las hifas más internas, realizan directamente el intercambio nutricional y metabólico (Cáceres, 2002).

Los árboles micorrizados se benefician de las siguientes maneras:

- ❖ Aumento en la producción de hormonas estimulantes del crecimiento (auxinas, citoquininas, giberelinas y tiaminas).
- ❖ Mayor absorción de agua y nutrientes, ya que el micelio se prolonga a muy largas distancias y se trasloca al sistema radicular.
- ❖ Almacenamiento en el manto fúngico de nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, cobre, sodio, silicio, zinc, aluminio y boro.
- ❖ Tolerancia a sequías, resistencia a altas temperaturas edáficas y valores extremos de PH.

(Urizar, 1999)

## BENEFICIOS ADICIONALES DE LA MICORRIZA

Se sabe que las hifas amarran las partículas del suelo y forman agregaciones pequeñas; Se trata de un efecto positivo éstas se forman agregaciones mayores que forman en buena parte la estructura grumosa deseada (ICOM3, 2001). Adicionalmente, en la micorrizósfera se asocian microorganismos que producen sustancias pegajosas que aglutinan las partículas del suelo, procurando por su parte la formación de la estructura grumosa. (ICOM1, 1996.) Se sabe que esta estructura es óptima para un excelente desarrollo de las plantas. Por lo que se trata de un efecto positivo indirecto a la planta, a través del mejoramiento del suelo.

Como consecuencia de tener partículas agregadas y más estables, hay un efecto en el microambiente del suelo (ICOM3 2001). Se reduce la microerosión, otro efecto benéfico comprobado. Otra acción de las micorrizas, es que paulatinamente transforman las rocas en suelo. En este proceso de mineralización se puede en todo caso reconocer que el hongo tiene la capacidad de transformar química y bioquímicamente el entorno, proceso gracias al cual pueden solubilizar nutrientes de las rocas.

Las micorrizas pueden entrar en competencia con patógenos por los productos de la fotosíntesis, cuando una planta empieza a ser atacada; así se reduce la captación de alimentos por el patógeno y por ende la gravedad de la enfermedad (ICOM, 2003).

Por intervención de algunas micorrizas (VAM) la planta se capacita en acelerar cambios morfológicos. Ejemplo: *Fusarium oxysporum* causa en tomate y pepino el marchitamiento de la planta. Si la planta dispone de VAM (Vesículo-arbuscular micorrhizae), se produce una lignificación más rápida de la endodermis en la raíz; éste actúa como “muro de contención”, reduciendo o evitando el daño de la planta. Otro efecto de VAM es la aceleración del proceso de sanear tejidos heridos, evitando así la entrada de parásitos. (ICOM3, 1996.)

### **BENEFICIOS PARA LA MICORRIZA:**

Las micorrizas se benefician de la siguiente manera:

- ❖ Nutrición de carbohidratos (los azúcares preferidos son la D-glucosa, manosa y fructosa) provenientes de las plantas hospederas (Urizar, 1999).
- ❖ Adquisición de nutrientes como aminoácidos y sobre todo Nitrógeno el cual necesitan en vastas cantidades para la formación del cuerpo fructífero (Cáceres, 2002)

### **ECTOMICORRIZAS:**

Constituyen el tipo de micorriza más diverso con un estimado de 5000 especies que en su mayoría son basidiomycetes, ascomycetes hipogeos y epigeos o ficomycetes del género *Endogone*. Se caracterizan por formar una estructura llamada manto, que se compone por hifas enmarañadas en las raicillas del huésped (Madrid, 2003), y es a base de esta estructura que irradian las hifas, cordones miceliars y rizomorfas hacia el sustrato (Caceres, 2002). También desarrolla una red de Hartig que se desarrolla solo en la primera capa de células corticales en angiospermas y hasta la endodermis en las gimnospermas, pero no ocurre penetración intracelular (Parlade, 1992 citado por Berduo, 2000), en esta región es donde se da el intercambio de agua y nutrientes. Se desarrollan principalmente en aquellas especies de clima templado a frío como de las familias Pinaceae, Fagaceae, Betulaceae, Salicaceae, Juglandaceae, Myrtaceae, Ericaceae y otras.

Según Castellanos et.al., 1989, el genero *Thelephora* es el mejor para ser utilizado en viveros forestales. Los cuerpos fructíferos del mismo son de color café oscuro y se observan como una especie de matas emergiendo de donde sale el tallo principal del pino.

### Ectomicorrizas Asociadas a la familia Pinaceae:

GUATEMALA	FAMILIA	GENERO/ESPECIE HONGO	GENERO/ESPECIE PINO
	Russulaceae	<i>Lactarius spp., L. aff. delicious, Russulla spp.</i>	<i>Pinus rudis</i>
	Cantharellaceae	<i>Cantharellus cibarius</i>	<i>Pinus rudis</i>
	Tricholomataceae	<i>Laccaria aff. laccata, L. aff. bicolor</i>	<i>Pinus rudis, P. oocarpa</i>
	Cortinariaceae	<i>Cortinarius spp., Inocybe spp.</i>	<i>Pinus rudis</i>
	Boletaceae	<i>Suillus sp., Suillus bovinus, Boletus spp.</i>	<i>Pinus rudis, P. oocarpa</i>
	Telophoraceae	<i>Telephora spp., Hysterangium spp.</i>	<i>Pinus rudis</i>
	Sclerodermataceae	<i>Scleroderma spp.</i>	<i>Pinus maximinoi</i>
	Pisolithaceae	<i>Pisolithus tinctorius</i>	<i>Pinus maximinoi, P. oocarpa</i>

FUENTE: Guerrero, 1996, Miranda, 2001, Urizar, 1999, USAC-DIGI, 1998 citados por Cáceres, 2002.

### FACTORES MICROCLIMÁTICOS QUE AFECTAN A LAS MICORRIZAS:

Aunque dirigida por las características genéticas, la síntesis celular de los hongos es controlada por factores del ecosistema (luz, calor, temperatura, humedad y sustrato).

En el caso de las micorrizas, al asociarse con la planta forman un complejo muy resistente a la mayoría de estresantes abióticos (y muchas veces también a los bióticos), sin embargo algunos factores del medio pueden influir en la morfología y anatomía de las mismas, pueden ser responsables de cambios en su constitución o hasta producir los cambios de color. (Madrid, 2003).

Debe tomarse en cuenta que el termino microclima se refiere a mediciones a menos de dos metros de la superficie terrestre.

#### Efectos de la temperatura:

La temperatura es un factor muy importante en la colonización e infección de las raíces por los hongos micorrícicos, ya que influye en la producción de exudados radicales, en la elongación de las raíces y la maduración de las mismas, factores necesarios para la infección. Se ha calculado que el rango esencial para el desarrollo de micorrizas es de 16-25°C, determinando que a valores extremos se produce una reducción del crecimiento micelial del hongo. Ejemplos de rangos de temperatura son *Pisolithus tinctorius* que resiste 34°C y *Suillus granulatus* de 28-38°C. (Slankis, 1984 citado por Berduo, 2000). Muchas micorrizas resisten el invierno y el verano, pero muchas otras no, por las distintas tolerancias a las temperaturas dadas (Castellanos, et.al. 1989).

#### Efectos de la radiación solar:

Se determinó en un estudio de Tesis de Barillas, 1999 que el solarizado, que es artificialmente el análogo a la radiación solar absorbida, favorece la micorrización, ya que en ocho semanas se presentó un 100% de incidencia de micorriza en *P. maximinoi* y *P.*

*pseudostrobis* y el solarizado en seis semanas presentó el mismo porcentaje para *P. oocarpa* y *P. caribea*.

La calidad y cantidad de luz que recibe el hongo en su fase de fructificación es un factor importante en el rendimiento y la eficiencia biológica.

#### **Efectos de la humedad:**

Esta afecta cuando se da la formación de raíces de agua, las cuales se dan cuando la irrigación de agua es demasiada, así que la planta genera este tipo de raíces que no poseen pelos radiculares, como esponjas absorbentes de agua y nutrientes, lo que entraría en competencia con la micorriza.

#### **TIEMPO CLIMATICO:**

manifestación diaria de los elementos meteorológicos tales como la humedad, temperatura, luz solar, viento y presión atmosférica, a comparación del clima en sí, que es el resultado de la dinámica habitual del tiempo climático, es decir la sumatoria de las observaciones del mismo durante períodos extensos (como de 10 años en adelante),(Herrera, 2004).

#### **OTROS FACTORES QUE PUEDEN AFECTAR EL DESARROLLO MICORRÍFICO:**

La interacción microbiana juega un papel de gran importancia en la dispersión de hongos micorrízicos, esto se debe a que las esporas son vulnerables al parasitismo y otros organismos del suelo. Las micorrizas pueden diseminarse mediante los insectos y otros pequeños animales micófagos, mientras que el micelio del hongo es ingerido por los animales tales como los colémbolos y nemátodos.

El efecto de la disponibilidad de nutrientes del suelo es indispensable en la formación de las mismas, especialmente de N y K. Los efectos que producen las altas concentraciones es la reducción de infección micorrízica. La concentración de humus debe ser estable, osea entre 2-4%.

El efecto del PH del suelo es importante ya que estos hongos asumen una posición acidofílica donde sus rangos de Ph son de 4-6 o menos. (Berduo, 2000)

Las plantas responden mejor a la asociación en suelos poco fértiles ya que las micorrizas les consiguen los nutrientes faltantes, condiciones a las que éstas ya están adaptadas. De esta manera, el fertilizante actuaría como un organismo competitivo con el hongo.

#### **VENTAJAS DE LA ASOCIACIÓN DE MICORRIZAS CON *Pinus sp.*:**

Aparte de las ventajas ya mencionadas, como barreras físicas a la invasión de patógenos, además evitan que las acículas se tornen de color amarillento por la mejor absorción de agua y nutrientes. Además las mismas producen agentes antibióticos que hasta pueden servirle a las raíces no micorrizadas en la misma planta. Favorecen la tolerancia a la sequía, altas temperaturas del suelo y valores extremos de pH (Barillas, 1999).

## UNIVERSO DE TRABAJO:

### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA RESERVA:

UBICACIÓN: Aldea el Conacaste, Municipio San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala.

Latitud 14°50'40.80"                      Longitud 90°02'43.90"

Latitud 14°01'26.41"                      Longitud 90°02'26.41"

UTM: Sector A 817807, 1657734 y 819824,1660290, Sector B 819673,1660792 y 815318,1664094

Numero de Registro de la Propiedad Inmueble: 2 Folio:105 Libro: 151 de Transformación Agraria, San Agustín Acasaguastlán.

Area Total: 415.4ha

Vía de acceso: km 88.5 carretera CA 9, va desde Guatemala a Cobán y al Rancho.

#### CLIMA:

Las temperaturas promedio oscilan entre máx. 25°C y mín. 15°C, precipitación pluvial de 900mm a 1500mm anuales.

Las montañas usualmente se encuentran cubiertas de neblina característica de los bosques nubosos debido a fuertes vientos frescos que provienen del noreste y están abundantemente cargados de humedad. La precipitación registrada se ve incrementada por la precipitación horizontal correspondiente a una asociación atmosférica húmeda. La lluvia se manifiesta como una llovizna densa sin vientos, así como a veces (meses entre octubre y enero) intermitente conocido localmente como el chipi-chipi, resultado de fluctuaciones de temperatura. (Cuevas, 2004)

#### ESTUDIOS ANTERIORES:

Cáceres, 2002 realizó un informe inferencial de "Identificación de hongos ectomicorrícicos asociados a *Pinus maximinoi* H.E. Moore y *Pinus oocarpa* Schiede en la Finca Chimax-Pop, Tactic, Alta Verapaz", en donde se realizaron colectas en julio, agosto y octubre una vez por mes y aunque el muestreo se halla realizado arbitrariamente solo en los lugares donde encontraron cuerpos fructíferos de hongos ectomicorrícicos, sus resultados presentan la evolución del cambio de especies encontradas por mes asociadas a *Pinus oocarpa* Schiede, las cuales fueron del género *Amanita* y *Cortinarius* para julio, *Cantharellus* para agosto y *Amanita*, *Lactarius*, *Russulla* y *Cortinarius* para octubre. Se diferencia así el cambio de especies según las condiciones climáticas predominantes por mes (en octubre, el mes mas lluvioso, fueron reportados la mayoría de generos).

Barillas, 1999 en su Tesis "Evaluación del Solarizado para el control de Patógenos del Suelo y el efecto en la Micorrización en Cuatro Especies de Pino en el Municipio de Guatemala, Guatemala", uno de sus objetivos fue el determinar el efecto del solarizado en la micorrización de plántulas de pino en fase de bolsa (el solarizado se trata de un proceso hidrotérmico en el cual se utilizan películas de polietileno transparentes

dispuestas en la superficie del suelo ya preparado y húmedo, expuestas a radiación solar durante los meses de mas altas temperaturas, absorbiendo el suelo este calor para controlar patógenos y enfermedades) donde se observó que esta alta radiación solar condujo a un 100% de incidencia micorrícica para *Pinus oocarpa* y *Pinus maximinoi*. Esto solo puede indicar que los factores como la radiación solar aunada a la temperatura inciden de manera positiva al desarrollo en micorrizas.

Jorge R. Deschamps realizó un inventario de Hongos silvestres comestibles del Mercosur con valor gastronómico, en el cual describe las diferentes cetos comestibles y menciona que la mayoría son pertenecientes a las ectomicorrizas, además de proporcionar una descripción muy completa de cada una.

Mariaca, Ramón et al. 2001, también trabajaron sobre hongos silvestres comestibles y los describieron, de manera que tienen un inventario de hongos ectomicorrícicos de Toluca, México, este tipo de trabajos ayudan a comparar especies pues Guatemala no cuenta con muchos estudios significativos al respecto.

Peitsa Mikola, Realizó una gira de estudio por 22 países en 6 continentes para FAO y PNUD, aportando nuevas sugerencias de estudio a partir de las inferencias acerca de sus experiencias en estos países, las cuales hablan de la necesidad de hacer estudios respecto a la adaptabilidad de este tipo de hongos con fines de supervivencia de las plantulas inoculadas en viveros forestales.

Por último, el estudio hidrológico realizado en Sierra Las Minas, específicamente en las microcuencas formandas en la parte alta de Rio Hondo, las cuales generaron un patrón para todas las localidades circundantes a la Cuenca del Motagua. De esta manera por medio de los datos de las estaciones meteorológicas cercanas se demostró el siguiente patrón : Las biotemperaturas poseen un comportamiento indirecto con respecto a la altitud, o sea a medida que aumenta la altitud disminuye la biotemperatura, con un gradiente altitudinal de 1 grado centígrado por cada 150 metros. Es así como la precipitación va es mayor con relación directa al aumento de altitud, por cada 100 metros la precipitación aumenta 80 milímetros aproximadamente.

# Hipótesis

“Las comunidades de hongos ectomicorrizicos asociados a *Pinus spp.* presentan distinta composición debido al tiempo climático que se presenta a diferentes alturas en la Reserva Forestal La Montañita, San Agustín Acasagustlán.”

# Objetivos

## GENERALES:

- ❖ Comparar los géneros y las especies de hongos ectomicorrícicos asociados a *Pinus spp.* a distintas alturas en la Reserva Forestal La Monatañita, San Agustín Acasaguastlán.
- ❖ Contrastar la distribución de los hongos ectomicorrícicos con el tiempo climático presente en cada altitud.

## ESPECÍFICOS:

- ❖ Enlistar especies de hongos ectomicorrícicos encontrados en *Pinus sp* para fines taxonómicos y de estudio de otras investigaciones concernientes en el mejoramiento de viveros forestales.
- ❖ Comparar el contraste del cambio en el tiempo climático por altura en relación al cambio de especies o géneros de hongos ectomicorrícicos asociados a *Pinus spp.* con el fin de dejar una guía funcional para fines de estudio y mejoramiento de viveros forestales a la Escuela Nacional Central de Agricultura.
- ❖ Determinar las especies o géneros de hongos de ectomicorrizas mas resistentes a las variaciones de tiempo climático, como un dato para generar información con fines de investigación acerca de un posible inóculo tolerante y eficaz para su utilización en viveros forestales.

# METODOLOGÍA Y TÉCNICAS

## Diseño

**POBLACION:** Todas las especies de hongos ectomicorrícicos encontradas asociadas a *Pinus spp.*

**MUESTRA:** Cuerpos fructíferos de hongos de ectomicorrizas encontrados en parcelas compuestas por árboles de *Pinus sp.*

### Técnicas a Usar en el proceso de Investigación:

#### Colecta:

Para recolectar el hongo se necesita identificar cualquier cuerpo fructífero mayor de 3cm de altura, se saca con un poco de sustrato (muchas veces la base o en su defecto volva, ayuda en la identificación), se coloca en un canasto y se envuelve en papel parafinado.



#### Descripción de hongos

Para su descripción, se utilizó tablas de color (Kornerup & Wanscher, 1989) y tablas de estructuras del cuerpo fructífero (Quezada, 2003). Además de contar con la ayuda de un profesional en Micorrizas.

#### Secado

Para su preparación para la micoteca, se hizo pruebas preliminares con Acido Sulfurico 1%, Hidróxido de Sodio 5%, Prueba de Melsser, Cloruro Férrico y Sulfato Férrico (Galli, 1996; Bran *et. al.* 2003). Posteriormente se procedió a secar cada espécimen debidamente identificado, en el horno a 25°C por tres días aproximadamente, luego se guardó en bolsas de papel parafinado y se coleccionó.

#### Análisis de Datos:

Se utilizó el índice de Sorensen (Daniel, 2002), ya que el mismo señala la similitud entre poblaciones con datos de presencia-ausencia.

Estos datos fueron utilizados para hacer un análisis multivariado de agrupación, con el cual se visualizó como va cambiando la composición de hongos respecto a los factores microclimáticos. (Morrison, 1976)

## Instrumentos para el registro y medición de las observaciones:

### Equipo para medir el microclima/altitud

- 4 geotermómetros
- 1 fotómetro
- 1 Higrómetro
- 1 Altimetro con Barómetro

### Procedimiento

En cada altitud y para cada parcela se midió la temperatura del suelo, la luminosidad desde el suelo, la humedad relativa y la presión atmosférica. Los datos fueron colocados de acuerdo a la siguiente boleta:

	ALTITUD #1				ALTITUD #2				ALTITUD #3			
	T	H	L	P	T	H	L	P	T	H	L	P
PARCELA #1												
PARCELA #2												

### Equipo para medir Parcelas:

- 2 GPS
- Cinta métrica
- Spray para marcar árboles color ladrillo fosforescente
- Fotografías aéreas
- Mapas de estratificación
- Hoja Cartográfica

### Procedimiento:

Primero se justifica con una hoja cartográfica, con fotografías aéreas por medio de fotointerpretación y con mapas de estratificación (hechos con el programa Map Maker) de flora de la Reserva. Al encontrar los puntos donde existía una estratégica densidad de pinos (se utilizó el estrato 1 del Sector B tiene 109 árboles por ha) y el Estrato Pinus sp. del sector A, bajo observaciones de grado de madurez del bosque (árboles con 12.5-82.5cm de diámetro) en ambos casos. Se establecieron las alturas con la hoja cartográfica y su ubicación, el muestreo en ambos sectores fue hecho en áreas ya colindantes o bordeadas en el caso del sector B por la conveniencia de encontrarse allí la altitud de 2338msnm, llamado Mojón Saguil (punto más alto de la reserva). El diseño de parcelas redondas según Valle, Dawson, 1986 para bosques más viejos y menos densos debe usarse una parcela grande, es decir 1000m<sup>2</sup>, ya que la parcela debe incluir 20 a 30 árboles. Además habla sobre las ventajas de usar parcelas circulares, las cuales necesitan

solamente de una cinta métrica, partiendo de un punto medio. Además teóricamente para una misma superficie la forma circular tiene menor perímetro y por consecuencia, menor número de árboles límite, estos árboles originan error al considerarlos como topes. Por lo mismo, en el campo se midió el punto medio con el GPS, y a partir del mismo se extendieron radios de 17.84cm con el metro, y por cada medición se marcaba un árbol o el suelo con el spray fosforescente.



## Resultados:

Salida de campo 15 de Septiembre de 2005

### SECTOR A

La historia de este sector es que fue afectado cinco años atrás por los pobladores aledaños, quienes intentaban invadir el terreno para adueñarse del mismo; talaron pinos, hicieron cultivos de caña y de frutas, además de pastoreo y ganadería. Esta situación ocasionó que el terreno sea heterogéneo, según su etapa sucesional, y actualmente posee ya pocos microparches de pinos con encinos rodeados de una matriz de guamil. La principal especie de pino encontrada es *Pinus oocarpa*, y en proporciones casi despreciables de *Pinus pseudostrobus*, *Pinus maximinoi* y *Pinus tecunumanii*. El DAP promedio de los pinos es de 30cm. La densidad promedio de pinos por parcela de 1000m<sup>2</sup> es de 7.

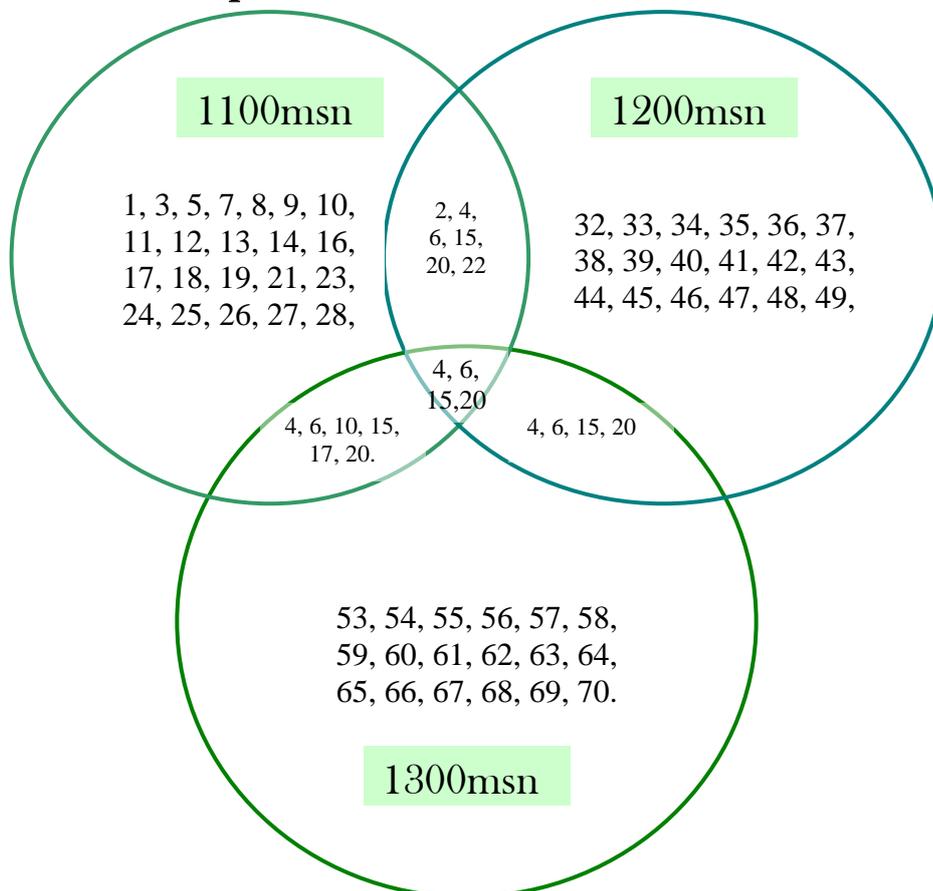
Los resultados para el Sector A se resumen en el siguiente cuadro

PARCELAS	ALTITUD	TIEMPO CLIMÁTICO			ESPECIES O GENEROS
		T°C	H%	Luz	
<b>Parcela 1</b>	1100 msnm	24	61	288	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Dermocybe</i> sp.</li> <li>2. <i>Laccaria gomezii</i>.</li> <li>3. <i>Collybia</i> sp.</li> <li>4. <i>Laccaria bicolor</i>.</li> <li>5. <i>Lactarius</i> grupo <i>uvidus</i>.</li> <li>6. <i>Laccaria laccata</i>.</li> <li>7. <i>Suillus granulatus</i>.</li> <li>8. <i>Leotia lubrica</i>.</li> <li>9. <i>Hygrophoropsis aurantiacus</i>.</li> <li>10. <i>Laccaria amethystina</i>.</li> <li>11. <i>Lycoperdon</i> sp.</li> <li>12. <i>Ramaria</i> sp.</li> <li>13. <i>Inocybe</i> sp.</li> <li>14. <i>Amanita</i> sp.</li> <li>15. <i>Lactarius deliciosus</i>.</li> <li>16. <i>Hygrophorus cantarellus</i>.</li> <li>17. <i>Hygrophorus</i> grupo <i>coccineus</i>.</li> <li>18. <i>Lactarius</i> sp.</li> <li>19. <i>Cantharellus tubaeformis</i>.</li> <li>20. <i>Cantharellus cibarius</i>.</li> <li>21. <i>Hygrophorus</i> sp.</li> </ol>
<b>Parcela 2 (réplica)</b>		24	61	238	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. <i>Laccaria gomezii</i>.</li> <li>22. <i>Spatularia</i> sp.</li> <li>6. <i>Laccaria aff. laccata</i>.</li> <li>10. <i>Laccaria amethystina</i>.</li> </ol>

					<p>23. <i>Mycena</i> sp.  6. <i>Laccaria laccata</i>.  24. <i>Lycoperdon</i> sp.  25. <i>Coltricia</i> sp.  26. <i>Russula</i> sp.  27. <i>Phyllophorus</i> aff. <i>auranticus</i>.  28. <i>Cortinarius</i> sp.  29. <i>Cortinarius</i> sp.  15. <i>Lactarius deliciosus</i>.  30. <i>Ramariopsis</i> sp.  31. <i>Phyllophorus rhodoxantus</i>.</p>
<b>Parcela 3</b>		23	62	1017	<p>32. <i>Tricholoma</i> sp.  15. <i>Lactarius deliciosus</i>.  33. <i>Lyophyllum</i> sp.  34. <i>Hydnum</i> aff. <i>umbilicatum</i>.  35. <i>Russula</i> sp.  36. <i>Amanita</i> aff. <i>magniverrucata</i>.  37. <i>Coltricia</i> aff. <i>cinnamomea</i>.  38. <i>Cortinarius</i> sp.  39. <i>Suillus</i> sp.  40. <i>Albatrellus pes-caprae</i>.  41. <i>Albatrellus</i> aff. <i>ovinus</i>.  42. <i>Laccaria</i> sp.  20. <i>Cantharellus cybarius</i>.</p>
<b>Parcela 4 (réplica)</b>	1200msm	23	62	1520	<p>6. <i>Laccaria laccata</i>.  43. <i>Tremelodendron</i> sp.  15. <i>Lactarius deliciosus</i>  44. <i>Russulales</i>.  22. <i>Spatularia</i> sp.  45. <i>Laccaria</i> sp.  4. <i>Laccaria bicolor</i>.  46. <i>Laccaria</i> sp.  47. <i>Hydnellum</i> sp.  2. <i>Laccaria gomezii</i>.  48. <i>Lactarius grupo uvidus</i>.  49. <i>Cystoderma</i> sp.  20. <i>Cantharellus cibarius</i>.  50. <i>Ramaria</i> sp.  51. <i>Russula</i> sp.  6. <i>Laccaria laccata</i>.  52. <i>Tricholoma</i> sp.</p>

	1300msnm	22	64	501	<i>53. Paxilus sp</i> <i>6. Laccaria laccata.</i> <i>54. Pholliota sp.</i> <i>55. Cantharellus sp.</i> <i>56. Cantharellus sp.</i> <i>57. Laccaria sp.</i> <i>58. Mycena sp.</i> <i>59. Pholliota sp.</i> <i>4. Laccaria bicolor.</i> <i>60. Pleurotus sp.</i> <i>17. Hygrophorus aff. coccineus.</i> <i>61. Mycena sp.</i> <i>10. Laccaria amethystina.</i> <i>62. Mycena sp.</i> <i>63. Inocybe sp.</i> <i>64. Inocybe sp.</i>
		22	64	501	<i>65. Hygrophorus russula</i> <i>66. Ramaria sp.</i> <i>20. Cantharellus cibarius.</i> <i>67. Russula sp.</i> <i>15. Lactarius deliciosus.</i> <i>68. Ramaria sp.</i> <i>69. Tyllophilus aff. chromapes.</i> <i>70. Suillus aff. granulatus.</i>

### Relación entre las parcelas del Sector A:



Como se puede visualizar en la figura anterior, los hongos ectomicorrícicos mas tolerantes en el Sector A, son los que aparecen en la convergencia concéntrica de los conjuntos. En segunda instancia, los que tienen en común entre parcelas, se encuentran en las intersecciones. Esto nos indica cuales son más susceptibles a los cambios en el tiempo climático y cuales son más tolerantes al mismo.

Índice de Sorensen:  $P1 \times P2 = 0.20$ ;  $P2 \times P3 = 0.17$ ;  $P3 \times P1 = 0.22$ .

Esto representa que ningún tratamiento es significativamente similar como para concluir que la composición de hongos en el gradiente altitudinal no importa. La escasa similitud se da por las especies que se comportan como generalistas o resistentes a las variables climáticas.

Por lo tanto, los hongos ectomicorrícicos que responden al tercer objetivo específico de este trabajo para el sector A, son:

*Lactarius deliciosus*



(Arora, 1986)

*Laccaria laccata*



(Arora, 1986)

*Cantharellus cibarius*



(Arora, 1986)

*Laccaria bicolor*

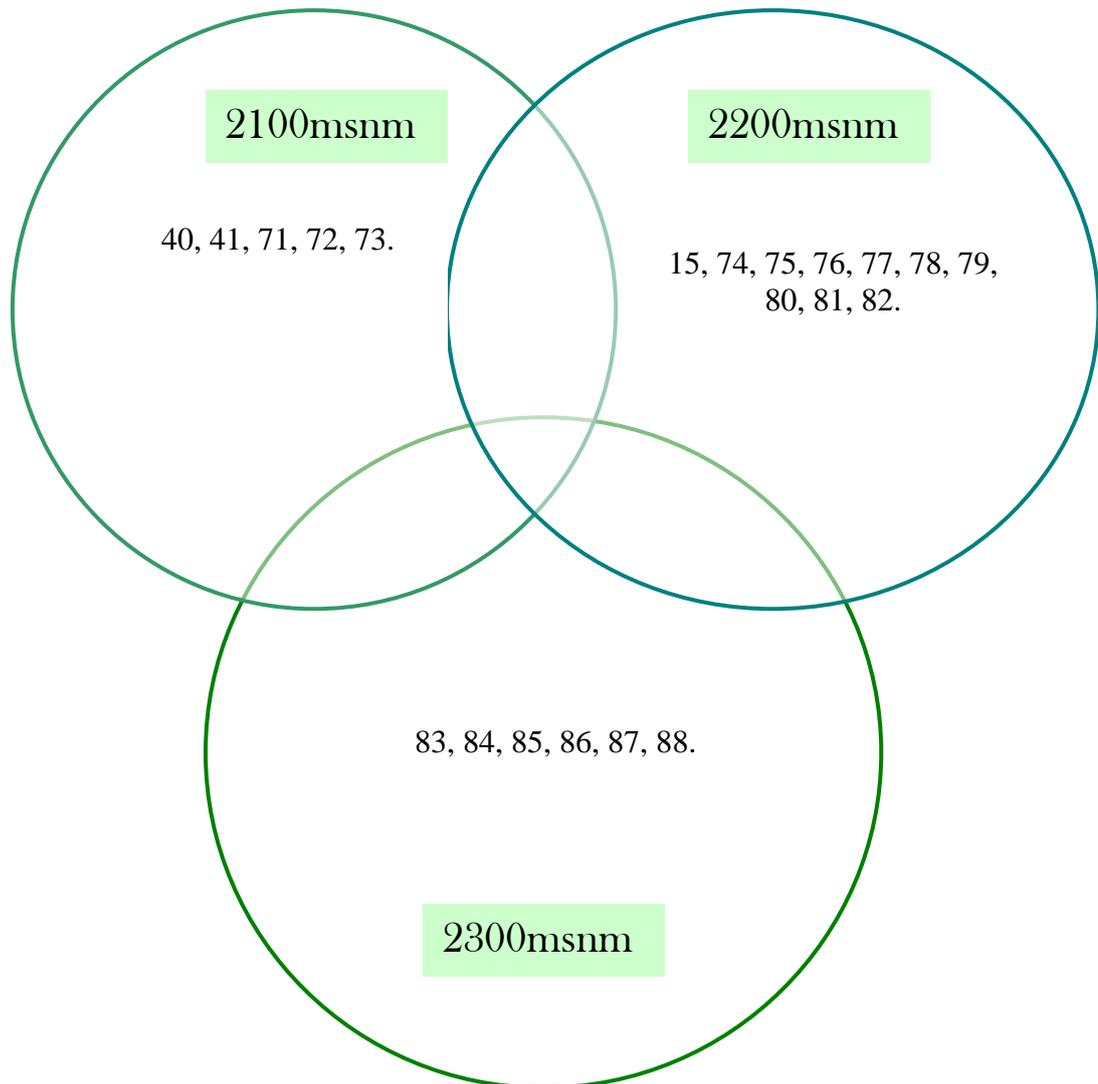


## **SECTOR B:**

En la actualidad presenta problemas políticos similares a los que se presentaron en el Sector A hace 5 años. A pesar de estos problemas, aun no se ha agravado la devastación por causa de sembradíos y deforestación, y porque parte de este sector pertenece a la Reserva de la Biosfera de Sierra las Minas, por lo que se encontró un bosque homogéneo de pino y encino, principalmente *Pinus pseudostrobus*, *Pinus maximinoi* y *Pinus tecunumanii*. El DAP promedio fue de 50cm; la densidad promedio de pinos por parcela fue de 12.

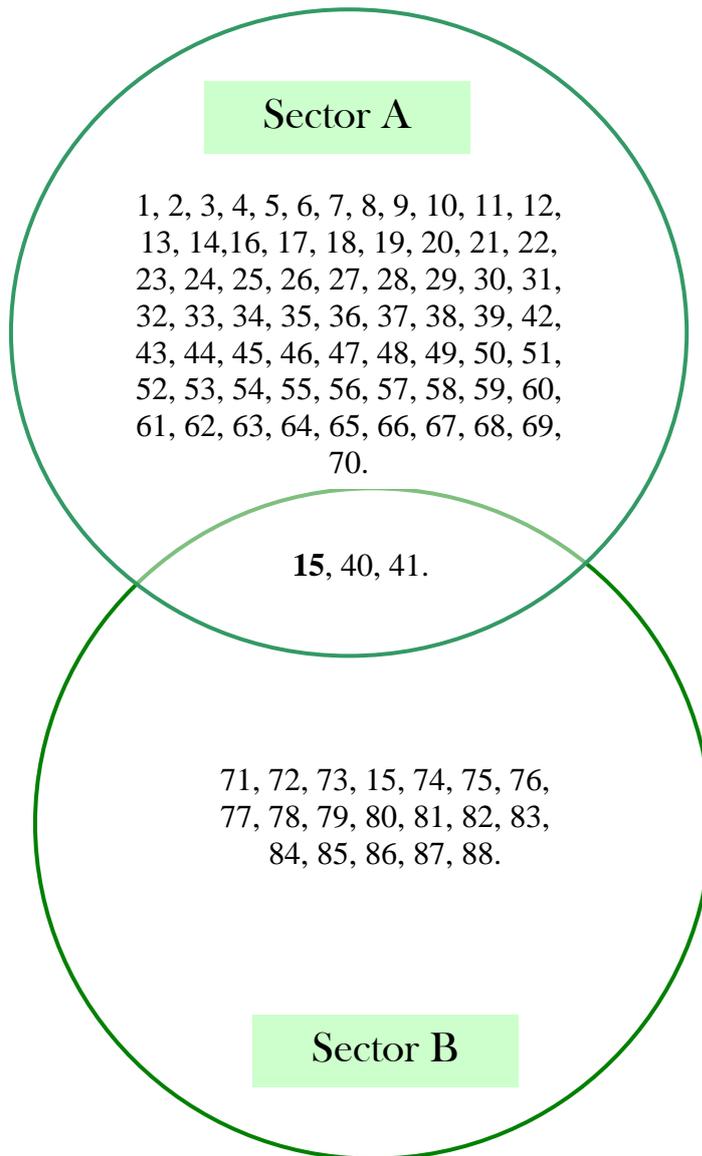
PARCELA	ALTITUD	TIEMPO CLIMÁTICO			ESPECIES O GENEROS
		T°C	H%	LUZ	
<b>Parcela 1.</b>	2100	17	75	659	41. <i>Albatrellus ovinus</i> .
<b>Parcela 2 (réplica)</b>		17	75	659	40. <i>Albatrellus pes-caprae</i> . 71. <i>Amanita muscaria</i> . 72. <i>Scleroderma sp.</i> 73. <i>Cortinarius sp.</i>
<b>Parcela 3</b>	2200	16	74	766	15. <i>Lactarius deliciosus</i> . 74. <i>Amanita frostiana</i> . 75. <i>Amanita cokeri</i> . 76. <i>Boletus grupo edulis</i> . 77. <i>Inocybe spp.</i>
<b>Parcela 4 (réplica)</b>		16	74	767	78. <i>Inocybe Testua...</i> 79. <i>Tricholoma columbeta</i> . 80. <i>Lyophyllum palustre</i> . 81. <i>Cantharellus ignicolor</i> . 82. <i>Leotia sp.</i>
<b>Parcela 5</b>	2300	15	73	1103	83. <i>Hygrophorus russula</i> var. <i>Rosado</i> .
<b>Parcela 6 (réplica)</b>		15	73	1107	84. <i>Clitocybe fragans</i> . 85. <i>Clitocybe subbulbipes</i> . 86. <i>Russula nigricans</i> . 87. <i>Lactarius aff. pubescens</i> . 88. <i>Hydnellum sp.</i>

## Relación entre Parcelas del Sector B:



No es necesario hacer el índice de Sorensen, ya que no existen especies en común y el mismo valoriza 0 a todos los tratamientos. Esto quiere decir que en este sector, la composición de hongos se comporta totalmente susceptible al cambio en condiciones climáticas dadas a cada 100 msnm, como se esperaba en la hipótesis de investigación.

## Relación entre el Sector A y Sector B:

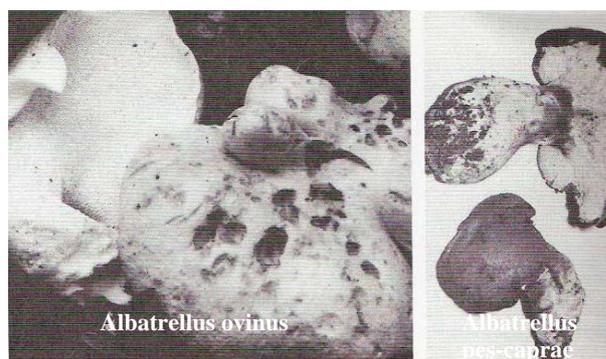


El índice de Sorensen  $AxB= 0.065$ , es decir, las especies se comportan casi en su totalidad como dependientes del tiempo climático dado a cada 100mns, a excepción de tres especies. Como se puede visualizar en esta última figura, a pesar de ser tan distintos ambos sectores, existen tres coincidencias en especies de hongos. Estas especies, a grandes rasgos, se pueden considerar las más resistentes a lo largo del gradiente altitudinal y microclimático, por lo que éstas podrían ser utilizables en viveros forestales para inóculos para pinos, ya que, como ya se mencionó en el referente histórico, es posible que si son cepas exitosas en el campo, y si se comprueba que son viables a nivel de viveros, estas representarán una buena inversión ecológica para las reforestaciones.

Estas tres especies son:

- *Lactarius deliciosus*
- *Albatrellus pes-caprae*.
- *Albatrellus ovinus*

(Arora, 1986)



También se debe tomar en cuenta que la especie No 15 (*Lactarius deliciosus*), es la única que aparece en la convergencia concéntrica del Sector A y para la intersección entre sectores A y B, así que se puede considerar la más resistente.

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS:

En la tabla A, se logra ver que para cada altitud efectivamente baja 1°C y sube aproximadamente 1.5% de humedad relativa, la luminosidad varía mucho, lo cual es resultado de que se encontraron parcelas en planos y otras en inclinaciones de hasta el 80%. Se sabe que el tiempo climático es la manifestación diaria de los elementos meteorológicos tales como la humedad, temperatura, luz solar, viento y presión atmosférica, a comparación del clima en sí, que es el resultado de la dinámica habitual del tiempo climático, es decir la sumatoria de las observaciones del mismo durante períodos extensos (como de 10 años en adelante), (Herrera, 2004). Lo que nos indica el párrafo anterior es que se logró visualizar el cambio de cada factor meteorológico a una escala microclimática (mediciones a menos de dos metros de la superficie terrestre). Sin embargo, aunque cada parámetro del tiempo climático no fue medido durante años, éste puede contrastarse con el estudio hecho por Guillermo Santos, el cual predijo por una serie de índices que la biotemperatura en la cuenca del Motagua de Sierra las Minas, desciende 1°C por cada 150m, y por cada 100m aumenta 80mm precipitación. Esto nos lleva a la sustentación de que existe una composición de especies ectomicorrícicas en un patrón altitudinal, debido a estas diferencias microclimáticas, la cual se demuestra después con el índice de Sorensen para cada parcela y cada altitud.

En la figura que relaciona las parcelas del Sector A, se puede observar, a grandes rasgos, como están compuestas las comunidades por cada altitud. También se visualizan las especies que pertenecen a dos tipos de altitudes y las que están presentes en las tres. Las primeras son especies de hongos ectomicorrícicos que posiblemente no son tan adaptables a los cambios drásticos de clima de una altitud a otra. Las especies que convergen para las tres altitudes podrían tener potencial a nivel de viveros forestales ya que tienen éxito en el campo, por lo que solo faltaría hacerles un estudio para evaluar su vocación forestal a nivel de contenedor, el índice de Sorensen indica que existe cierta similitud (0.20; 0.17 y 0.22) entre altitudes, esto nos demuestra que existen cierto grado de especies generalistas. Además, al comparar el Sector A y B, se logra observar que se encuentran presentes tres especies para ambos (*Lactarius deliciosus*, *Albatrellus ovinus* y *Albatrellus pes-caprae*), estas mismas representarían con mayor solidez vocación forestal, ya que se reportan hasta en 800msnm de diferencia (índice de Sorensen: 0.065). Sin embargo, no es suficiente evidencia, ya que muchas veces los hongos ectomicorrícicos hacen florecer sus cuerpos fructíferos durante un período promedio de 15 días, después de los cuales se marchitan y, en algunos casos, no vuelven a florecer en ningún otro mes de la época lluviosa ya que no son lo suficientemente tolerantes al medio ambiente presente, Hosford et. Al. 1997.

La gran diferencia entre la composición de especies del sector A y B, puede deberse también a la etapa sucesional de estos hongos, la cual va cambiando según la edad de la planta hospedante (Halling, 2001), esto se puede ver en la diferencia entre los DAP (Diámetros arriba del pecho) promedio para el Sector A es de 30cm y para el Sector B es de 50cm. Pero también puede deberse, al igual que para la diferencia entre parcelas del

Sector B, porque mucha de la información sobre las especies reportadas para este Sector se extravió.

Según Hosford et al., 1997 y Mikola Petisa, se deben evaluar las especies de hongos ectomicorrícios a nivel de contenedor, ya que las mismas pueden funcionar en un hábitat natural, pero al trasplantarse con su hospedadero, las otras especies “indígenas” o “nativas” tenderán a hacer competencia con las que acompañan a la planta y esto produce retrasos en el desarrollo fenológico de la misma, que pueden ser mortales. Esto se debe hacer para concluir si son viables o no como inversión ecológica en la reforestación de bosques.

## Conclusiones

- Existe un patrón de la composición de especies a lo largo del gradiente altitudinal originado por cambios de parámetros microclimáticos en el mismo (como el propuesto por Guillermo Santos para algunos parámetros climáticos), al menos para la mayoría de estas que se comportan como intolerantes ante dichos cambios.
- Existen al menos una especie que tiene vocación forestal (puede utilizarse en inoculos para viveros forestales) por ser resistente a estos patrones altitudinales, en este caso, *Lactarius deliciosus*.
- La etapa sucesional de los hongos ectomicorrícios es una variable que puede afectar la distribución de los mismos de un sector a otro.

## Recomendaciones

- Para la fiabilidad de este estudio, se necesita volver a hacer la colecta en época lluviosa por mes, con el fin de comparar el cambio en la distribución, ya que, según David Arora, los floramientos de un año no tienen que ser necesariamente los mismos que al año siguiente, esto es debido a que los microclimas y propiedades del suelo no son constantes en el tiempo.
- Se recomienda hacer estudios a nivel de contenedor para medir la viabilidad de *Lactarius deliciosus*, *Albatrellus obinus*, y *Albatrellus pescaprae* para fines de inoculos en viveros forestales para mejorar la eficacia del trasplante al campo, tal como lo menciona Mikola Petisa.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Cuevas, Obed, 2004, Inventarios Forestales y Caracterización Socioeconómica de la Reserva Forestal “La Montañita” San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Practicas Agrícolas y Forestales Supervisadas carrera de Perito Forestal, ENCA, pp 46.
2. Santos, Guillermo, 2004 Estudio hidrológico de las microcuencas formandas en la parte alta de Rio Hondo, Cuenca del Motagua, Departamento de Sistemas de Información Geografica, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala.
3. Berduo, Elder, 2000, Evaluación de la Eficiencia Micorrícica de dos cepas de Hongos,( *Laccaria bicolor* y *Suillus aff brevipes*), aisladas en Guatemala, sobre plantas de *Pinus ayacahuite* Ehr, *Pinus rudis* Endl y *Pinus Hartwegii* Lindl., Tesis Ing. Agrónomo, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos De Guatemala, pp 44.
4. Hosford, David, Pilz, David, Molina, Randy, Amaranthus Michael, 1997, Ecology and Management of the Commercially Harvested American Matsutake Mushroom, USDA United States Department of Agriculture, Forest Service, pp:68
5. Méndez, Lizardo, 2002, Evaluación de tres sustratos orgánicos y dos Especies de Hongos Micorrícicos , *Laccaria bicolor* e *Inocybe sp* en la formación de ectomicorrizas en *Abies guatemalensis* Rehder y *Pinus ayacahuite* Ehr, en contenedor, Tesis Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, pp 63.
6. Urizar, Marvin, 1999, Eficiencia en la Producción de Micorrizas y Aumento de Biomasa En Plántulas de *Pinus maximinoi* H.E. Moore con *Laccaria laccata* Scop. Ex. Fr. Bk. E. Br., *Pisolithus tinctorius* Pers. Coker y Couch y *Scleroderma sp* Pers, en contenedor, Tesis Ing. Agrónomo, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos De Guatemala, pp 49.
7. Barillas, Mynor, 1999, Evaluación del Solarizado para el Control de Patogenos en el Suelo y el Efecto en la Micorrización a Nivel Vivero en Cuatro Especies de Pino (*Pinus sp.*) En el Municipio de Guatemala, Guatemala, Tesis Ing. Agrónomo, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos De Guatemala, pp 71.
8. Cáceres, Gerardo, 2002, “Identificación de Hongos Ectomicorrícicos Asociados a *Pinus Maximinoi* H.E. Moore y *Pinus oocarpa* Schiede, en la Finca Chimax-Pop, Tactic, Alta Verapaz”, Informe de Investigación Inferencial ,Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos De Guatemala, pp 43.

9. Madrid, Manuel de Jesús, 2003, Evaluación de tres Concentraciones y Tres Frecuencias De Aplicación de Esporas de la especie *Pisolithus tinctorius* de Micorrizas en Plántulas de las especies de Pinos en Petén *Pinus caribea var. Hondurensis*, A Nivel de Viviero, En Machaquilá, Poptún, Petén, Informe Final EPS, Ing. Agrónomo, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos De Guatemala, pp 47.
  
10. Quezada, Maura, 2003, Introducción a la Taxonomía de Hongos Basidiomycetes del orden Agaricales, Curso de un día, Jardín Botánico, Museo de Historia Natural, Universidad de San Carlos de Guatemala.
  
11. Landis, T.D., Tinus, R.W., McDonald, S.E., Barnett, J.P., 1989, The Biological Component: Nursery Pests and Mycorrhizae, Vol. 5, The Container Tree Nuersery Manual. Agric. Handbook,674, Washington D.C.: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, 171p.
  
12. Bermúdez RC, Donoso C, Martínez CE, Ramos EI, Morris HJ. Efecto de la luz en la concentración de micosteroles de *Pleurotus ostreatus* var. florida. Rev Cubana Aliment Nutr 2002;16 (en prensa).
  
13. PETISA, MIKOLA. Informe Resumido “Forestación de Zonas Rasas, Departamento de Silvicultura de la Universidad de Helsinki, Finlandia, André Mayer FAO y PNUD. Revista CERES Oficina de Distribución y Publicidad Via delle Terme di Caracalla 00100 Roma, Italia.
  
14. [http--labpatfor.udl.es-tptpfc-BonetPFC.pdf](http://labpatfor.udl.es-tptpfc-BonetPFC.pdf)
  
15. La Cuarta “International Conference On Mycorrhizae” agosto 2003 Montreal / Canada “NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA CULTIVAR Y REFORESTAR” .
  
16. ICOM 1 First International Conference on Mycorrhizae, 1996 , University of California, Berkeley.
  
17. ICOM 3 Third International Conference on Mycorrhizae, Adelaide, Australia, 2001.
  
18. Deschamps, Jorge R. “Hongos silvestres comestibles del Mercosur con valor Gastronómico” Area de Estudios Agrarios Documentos de Trabajo N° 86 UNIVERSIDAD DE BELGRANO Departamento de Investigación junio 2002 BUENOS AIRES- ARGENTINA
  
19. Morrison, Donald, 1976, Multivariate Statistical Methods, 2da edición, Mc Graw Hill, International, pp415.

20. Daniel WW. Bioestadística, base para el análisis de las ciencias de la salud. 4ta edición, México, Limusa Wiley, 2002.
21. Flores R., Bran MC., Rodríguez E., Morales O., Berdúo O. y Montes L., 2002. Hongos micorrícicos de bosques de pino y pinabete. Dirección General de Investigación, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 50p.
22. Herrera, Isaac, 2004, Introducción a la Climatología, Capítulo 1, Folleto del Departamento de Suelos y Agua, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala.
23. Halling, Roy E., 2001, Ectomycorrhizae: coevolution, significance, and biogeography, Annals of the Missouri Botanical Garden, Vol. 88, No.1

## **Anexos**

### **USOS DE INOCULOS DE MICORRIZAS EN VIVEROS FORESTALES:**

Las especies arbóreas en las familias *Pinaceae* y *Fagaceae*, las cuales incluyen a la mayoría de las especies de coníferas y a los encinos, requieren de ectomicorrizas para su sobrevivencia y crecimiento en ambientes naturales. Esto ha sido demostrado de forma convincente en evaluaciones de plantaciones realizadas en praderas de la Unión Soviética y de los Estados Unidos. La inoculación de ectomicorrizas ha proporcionado beneficios en una gran variedad de formas, como en la recuperación de sitios deteriorados por trabajos de minería, la reforestación de áreas con aprovechamientos forestales y de sitios incendiados, así como en la introducción de especies exóticas.

Las plantas que no están micorrizadas comúnmente crecen bien en sustratos artificiales, siempre y cuando sean suministrados agua y nutrientes solubles. Los pelos absorbentes de las raíces de este tipo de plantas, no podrán obtener el agua y los nutrientes de manera adecuada del suelo, una vez plantadas en campo, hasta que formen asociaciones micorrízicas. Algunos hongos ectomicorrízicos son mejores que otros, dependiendo de las aplicaciones. Se ha observado que las plantas no micorrizadas presentan retraso en el crecimiento y disminución de su supervivencia, al igual que aquellas que fueron inoculadas con hongos ectomicorrízicos “adaptados al vivero”, una vez plantadas en localidades que requieren de un rápido establecimiento para poder sobrevivir, como por

ejemplo los sitios secos con exposición sur de las montañas Siskiyou al suroeste de Oregon. El tiempo requerido por el sistema radical de las plantas para remplazar el hongo adaptado al vivero por un hongo mejor adaptado a las condiciones del suelo, conduce al incremento de la mortalidad y a la reducción del crecimiento inicial de las plantas. Un programa efectivo de inoculación requiere de hongos micorrízicos que funcionen correctamente en el ambiente de crecimiento de las plantas, tanto en el vivero como en el campo

Los viveristas y dasónomos pueden utilizar la inoculación micorrízica como una herramienta en sus trabajos de producción de planta en vivero y de reforestación. La efectividad de las técnicas de inoculación varía tanto por el hospedante como por las especies de hongo, de forma tal que la flexibilidad es vital para su éxito. Un hongo (o un ecotipo aislado) puede satisfacer uno o varios objetivos, para una o varias especies hospedantes. Un programa flexible de inoculación deberá ser capaz de satisfacer algunos objetivos para una parte de la producción, y otros objetivos para la otra parte. Ninguna especie de hongo, cepa o ecotipo, será capaz de satisfacer los diferentes objetivos de todos los viveros. Actualmente se cuenta con tecnología para establecer un programa de inoculación a la medida de cada vivero, pero la afinación de dicho programa en un vivero específico será un proceso que probablemente tomará de dos a tres años.

La prueba más contundente de los beneficios de la inoculación micorrízica es el desenvolvimiento de la planta una vez establecida en campo. Independientemente de cómo la inoculación micorrízica afecte el crecimiento en los viveros, las plantas deben establecerse y crecer una vez que han sido plantadas en campo. La inoculación micorrízica puede no producir incremento del crecimiento de las plantas en el vivero, pero pueden proporcionar a éstas una mejor oportunidad para sobrevivir o crecer mejor, una vez que sean plantadas. Un incremento significativo en la supervivencia, la altura del tallo y su diámetro puede justificar el costo de la inoculación. La respuesta postplantación a la inoculación diferirá en distintos tipos de hábitats, especies de plantas hospedantes y de hongos. Los sitios que son extremadamente difíciles de regenerar (aquellos que han sido reforestados en numerosas ocasiones sin buenos resultados), la supervivencia de las plantas es fundamental.

Un programa exitoso de inoculación en el vivero inicia con una evaluación detallada de las necesidades de inoculación, por parte del forestal, quien deberá establecer una estrecha comunicación tanto con el viverista como con el especialista en micorrización, para producir plantas bien inoculadas. La mayoría de las publicaciones sobre la forma práctica de inoculación micorrízica, están referidas a *Pisolithus tinctorius*. El Dr. Donald Marx y sus colegas del Instituto para la Investigación y Desarrollo Micorrízico, del Servicio Forestal Estadounidense, en Athenas, Georgia, demostraron la primera aplicación a gran escala de inoculación ectomicorrízica, para mejorar el desempeño de las plantas en campo. Numerosos estudios han mostrado los beneficios de *Pisolithus tinctorius* en el desarrollo de las plantas una vez plantadas.

### **Situación Actual de las Micorrizas en los Viveros que Producen en Contenedor**

Hasta donde sabemos, nunca se había llevado a cabo una encuesta sistemática de los tipos de micorriza encontrados en los viveros forestales que producen especies forestales en contenedor. Para este fin, se envió a todos los viveros de los Estados Unidos y Canadá un cuestionario, al cual respondieron 78 encargados de la producción en los viveros

(Tabla 5.2.3). Aún y cuando muchos consideraron importante la inoculación, sólo el 6% de esos viveros contaban con programas para la inoculación de hongos micorrízicos. El 77% de los viveristas creen que las micorrizas son importantes; menos de la mitad de ellos consideraron que las micorrizas son importantes durante el cultivo en vivero. Sin embargo, la mayoría consideró que las micorrizas son más plantadas en campo. El 80% de los viveristas indicaron que pueden reconocer la micorrización en sus plantas. Cerca de dos terceras partes de los encuestados respondieron que inspeccionaron sus plantas en busca de micorrizas, pero reportaron de bajos a moderados niveles de desarrollo micorrízico. Nuestras observaciones sobre algunas de estas existencias indican que los viveristas probablemente subestimaron la cantidad de micorrizas. Muchos de los encargados de la producción encontraron cuerpos de fructificación en sus viveros, pero la mayoría no pudieron identificarlos. Cuando tales cuerpos de reproductores fueron identificados por el viverista, los hongos que probaron ser los más comunes son *Pisolithus tinctorius* (fig. 5.2.27), *Laccaria laccata*, *Thelephora terrestris* y *Endogone lactiflua*. (Castellanos, T.D. et al., 1989)

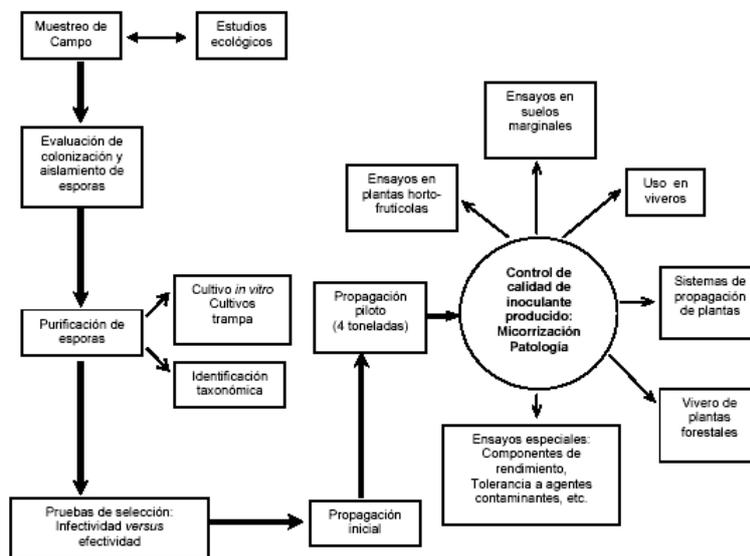


Figura 22. Proceso biotecnológico de la producción de inoculantes a base de hongos micorrízicos para uso en viveros hortícolas, frutícolas y forestales (Modificado de Alarcón, 2001).

Tabla 5.2.6 Inoculaciones hongo-hospedante exitosas (por hongos), y efectos en el crecimiento de plantas producidas en contenedor.

Hongos	Hospedante *	Crecimiento +			Fuente
		Altura	Diámetro del tallo	Peso	
<i>Amanita muscaria</i>	<i>Picea sitchensis</i>	0	0	0	Shaw <i>et al.</i> , 1982
<i>Astraeus hygrometricus</i>	<i>Pinus banksiana</i>	0	nr	0,-	Danielson <i>et al.</i> , 1984a
<i>Cenococcum geophilum</i>	<i>Larix laricina</i>	nr	nr	nr	Zhu y Navratil, 1987
	<i>L. occidentalis</i>	0	0	0	Molina, 1980
	<i>Picea glauca</i>	0	0	0	Shaw <i>et al.</i> , 1982
	<i>P. sitchensis</i>	+	nr	nr	Shaw <i>et al.</i> , 1987
	<i>Pinus banksiana</i>	+	0	0	Langlois y Fortin, 1982
	<i>P. banksiana</i>	0	nr	0	Danielson <i>et al.</i> , 1984a
	<i>P. contorta</i>	0	0	0	Molina, 1980
	<i>P. monticola</i>	0	-	0	Kidd <i>et al.</i> , 1983
	<i>P. ponderosa</i>	0	0	-	Molina, 1980
	<i>P. taiwanensis</i>	0	-	-	Hung, 1983
	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	+	0	0	Molina, 1980
	<i>P. menziesii</i>	0	0	0	Graham y Linderman, 1981
	<i>Quercus robur</i>	+	+	+	Dixon <i>et al.</i> , 1984a
	<i>Q. rubra</i>	0	0	+	Marx, 1979b
	<i>Tsuga heterophylla</i>	0	nr	nr	Kropp, 1981
	<i>T. heterophylla</i>	0	0	-	Molina, 1980
<i>Endogone lactiflua</i>	<i>Pinus radiata</i>	+	nr	nr	Chou-Chou, 1985
<i>Hebeloma crustuliniforme</i>	<i>Picea glauca</i>	0	0	0	Shaw <i>et al.</i> , 1982
	<i>P. sitchensis</i>	0	-	-	Shaw <i>et al.</i> , 1982
	<i>P. sitchensis</i>	-	nr	nr	Shaw <i>et al.</i> , 1987
	<i>Pinus banksiana</i>	0	-	-	Langlois y Fortin, 1982
	<i>P. monticola</i>	0	0,-	0	Kidd <i>et al.</i> , 1983
	<i>P. radiata</i>	+	nr	nr	Chou-Chou, 1985
	<i>P. taiwanensis</i>	-	-	-	Hung, 1983
<i>H. cylindrosporium</i>	<i>Picea mariana</i>	nr	nr	0	Gagnon <i>et al.</i> , 1987
<i>H. sinapizans</i>	<i>Pinus pinaster</i>	nr	nr	nr	Branzanti y Zambonelli, 1987
<i>Hydnangium carneum</i>	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	nr	nr	0	Malajczuk y Hartnev, 1986
<i>Laccaria bicolor</i>	<i>Picea pungens</i>	nr	nr	0	Gagnon <i>et al.</i> , 1987
<i>Laccaria laccata</i>	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	nr	nr	0	Malajczuk y Hartnev, 1986
	<i>Larix laricina</i>	nr	nr	nr	Zhu y Navratil, 1987
	<i>L. occidentalis</i>	0	0	0	Molina, 1980
	<i>Picea sitchensis</i>	-	-	0,-	Shaw <i>et al.</i> , 1982
	<i>P. sitchensis</i>	0,+	nr	-,+	Thomas y Jackson, 1983
	<i>Pinus banksiana</i>	0	0	0	Langlois y Fortin, 1982
	<i>P. contorta</i>	0	-	-	Molina, 1980
	<i>P. monticola</i>	0	0,-	0	Kidd <i>et al.</i> , 1983
	<i>P. pinaster</i>	nr	nr	nr	Branzanti y Zambonelli, 1987
	<i>P. ponderosa</i>	0	-	-	Molina, 1980
	<i>P. ponderosa</i>	0	0	0	Hung y Molina, 1986b
	<i>P. radiata</i>	+	nr	nr	Chu-Chou, 1985
	<i>P. taiwanensis</i>	-	-	-	Hung, 1983
	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	0,-	0,-	-	Molina, 1982
		<i>Tsuga heterophylla</i>	0	0	-
<i>L. proxima</i>	<i>Pinus banksiana</i>	nr	nr	0	Danielson <i>et al.</i> , 1984a
	<i>P. banksiana</i>	0	nr	0	Danielson <i>et al.</i> , 1984a
<i>L. paradoxus</i>	<i>P. banksiana</i>	0	nr	0	Danielson <i>et al.</i> , 1984a
<i>Paxillus involutus</i>	<i>P. pinaster</i>	nr	nr	nr	Branzanti y Zambonelli, 1987
<i>Peizella ericae</i>	<i>Rhododendron chapmanii</i>	0	0	0	Barnes y Jonson, 1986

\* Las especies hospedantes están ordenadas alfabéticamente por género y especie.

+ Se refiere al peso seco o fresco del tallo y/o raíz, nr=información no referida, 0= Sin diferencia significativa, comparada con el testigo, - = reducción significativa comparada con el testigo, + = incremento significativo, comparado con el testigo.

## MÉTODOS PARA INOCULACIÓN

La micorrización artificial es utilizada en viveros forestales para asegurar un buen desarrollo de estos organismos simbióticos en plantas. La introducción de cepas de estos hongos se puede realizar de distintas formas:

### UTILIZACIÓN DE SUELO:

El inóculo natural más utilizado, es el humus que contiene esporas, micelio y micorrizas, y se recolecta de plantaciones establecidas de pino. Este se mezcla con el sustrato del vivero.

### UTILIZACIÓN DE PLANTA MICORRIZADA:

Se utilizan plántulas infectadas que son recolectadas en plantaciones establecidas. El micelio desarrollado a partir de esto se desarrolla rápidamente e infecta a otras plántulas próximas, pero se requiere gran cantidad de inóculo.

### UTILIZACIÓN DE ESPORAS:

Este procedimiento se hace a partir de esporas de inóculo, para desarrollar micorrizas específicas de hongos conocidos, entre sus ventajas están que no requiere una fase de crecimiento en cultivo puro, es ligero, puede obtenerse en grandes cantidades y pueden

tolerar largos períodos de almacenamiento sin reducir su viabilidad. Pero se requieren estudios específicos para conocer su viabilidad y crecimiento.

#### UTILIZACIÓN DE MICELIO:

Es uno de los métodos más sanos biológicamente. Producir grandes cantidades de inóculo vegetativo de un hongo, debe agruparse con la mezcla de algunos materiales como la vermículita que se expande a altas temperaturas y turba que tienen capacidad de retención de agua. (Urizar, 1999)

#### ANATOMÍA DE ECTOMICORRIZAS:

Cuando una ectomicorriza es seccionada y su anatomía interna es examinada bajo el microscopio, es posible ver la segunda característica principal de las ectomicorrizas: el crecimiento intercelular del hongo entre las células epidérmicas y corticales, que forma la red de Hartig. En el interior de esta extensiva zona de contacto entre hongo y células radicales, es donde se realiza el intercambio de los nutrientes y el agua entre el hongo y el hospedante; el hongo trae y libera los nutrientes y el agua hacia su hospedante, recibiendo a cambio azúcares y otros productos de la fotosíntesis generados por la planta.



Figura 5.2.1 Obsérvese el punto micorrízico en la raíz (flecha) en la ectomicorriza *Pinus contorta* - *Hymenogaster* sp.



Figura 5.2.3 Sección transversal de la ectomicorriza *Pinus contorta*- *Martellia medlockii*.

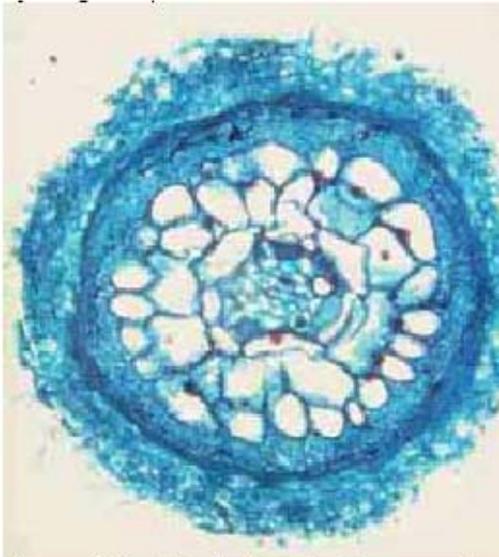


Figura 5.2.2 Ectomicorriza de *Pinus ponderosa* *Hebeloma crustuliniforme*.



Figura 5.2.17 Ectomicorriza *Laccaria laccata* en *Pinus ponderosa*.



Figura 5.2.18 Ectomicorriza *Rhizopogon vinicolor* en *Pseudotsuga menziesii*.

(Castellanos, T.D. et al., 1989)

## Características de Reserva Forestal “La Montañita”

### GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA:

Pertenece al sector de suelos desarrollados sobre rocas ígneas y metamórficas, clasificadas como Pzm, Pi y Qp. El material madre predominante es del tipo Serpentininas y un relieve inclinado a escarpado y buen drenaje.

La zona forma parte de Sierra Las Minas con montañas y colinas de pendientes ligeras y fuertemente escarpadas. Hacia el Sur se encuentra el Valle del Motagua.

Se presentan pocas y pequeñas llanuras intermontañas, gravens y terrazas aluviales a lo largo de los valles de los ríos. En general existe un sistema montañoso en forma de cerros altos hasta ir formando la Sierra Las Minas. (Cuevas, 2004)

#### **FISIOGRAFÍA:**

Pertenece al área denominada Tierras Altas Cristalinas, con dos grandes paisajes: la Sierra Las Minas y las Laderas degradadas de serpentina con bosques de coníferas.

En general existe un sistema montañoso de cerros altos, mas o menos aislados por depresiones, que hacia el Este se van uniendo hasta formar La Sierra Las Minas. El relieve en su mayor parte es quebrado y escarpado, con pocos y pequeños valles intermontanos. (Cuevas, 2004)

#### **HIPSOMETRÍA:**

Esta área se considera sumamente escarpada, está formada principalmente por varias laderas y cumbres que forman parte de la zona de amortiguamiento de la Sierra Las Minas con alturas de 1400-2300msnm. La parte mas alta de la reserva se encuentra en el Mojón Seguil con una altura de 2328msnm.

En el sector Sur las alturas varían entre los 1000msnm con pendientes que van desde 20-40%. (Cuevas, 2004)

#### **PENDIENTES:**

Alrededor del 63% del área presenta pendientes muy inclinadas (32%). Por el contrario, pendientes menores del 15% solo se reportan en el sector Sur de la Reserva. (Cuevas, 2004)

#### **SUELOS:**

Según Simona et. al. 1959 citado por Cuevas, 2004, los suelos de la región se ubican dentro de la serie Entisoles e Iceptisoles, que van desde suelos poco profundos sobre caliza y esquisto arcillo en la parte Sur, hasta suelos profundos sobre esquisto y serpentina en la parte Norte, con un buen drenaje y pendientes desde 900-2300msnm.

Constan de una capa fértil delgada (30cm profundidad) poco permeable, sobre suelos amarillos y anaranjados. Los nutrientes que están disponibles en los suelos rápidamente son lavados por la abundante lluvia, por lo que la mayoría de nutrientes en este tipo de ecosistema existen en la biomasa.

Cano, 1990 citado por Cuevas, 2004 estableció que estos suelos tienen muy alto contenido de materia orgánica, abundante actividad biológica y relativa poca micro porosidad, desarrollados sobre serpentina y rocas asociadas con riolita amorfa y calcárea, que se supone constituye el resultado de la serpentización de rocas máficas.

#### **CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS DE LA RESERVA:**

### **HIDROLOGÍA:**

La Reserva Forestal La Montañita conforma el parteaguas que alimenta los ríos Comaja y Agua Hiel, los cuales drenan sus aguas a la cuenca del Río Motagua.

La región tiene varios nacimientos de agua, los cuales forman riachuelos que alimentan a los ríos mencionados.

La región en la que se ubica la reserva se encuentra caracterizada por la existencia de una alta distribución de ríos, riachuelos, quebradas y manantiales los cuales son utilizados para el consumo humano por las comunidades del Morro, Agua Hiel y otros alrededores y la respectiva irrigación de cultivos.

La naturaleza del terreno permite el nacimiento de aguas cristalinas y corrientes rápidas.

Los ríos arriba de 1000msnm se definen como ríos de altura, y tienen una baja productividad, por lo tanto baja diversidad. Sin embargo, se han detectado especies adaptadas a estas condiciones como lo son los anfibios de la familia Leptodactylidae. (Cuevas, 2004)

### **DRENAJE Y SUCEPTIBILIDAD A LA EROSIÓN:**

Presenta un drenaje dendrítico y rectangular. Los suelos del área presentan una susceptibilidad alta a la erosión. La erosión del tipo cárcavas cubre el 24%, la de surco-cárcavas el 36%, la de surco 26%, y la de tipo laminar-surco 14%. (Cuevas, 2004)

### **CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DE LA RESERVA:**

#### **ZONAS DE VIDA:**

De acuerdo con Holdridge Bosque húmedo sub tropical templado y Bosque muy húmedo sub tropical frío.

El segundo está ubicado al N de la reserva y las altitudes van de 1400-2300msnm y se encuentra representado por tipo de bosque nuboso de coníferas pinos y cipreses, aunque se encuentran también *Liquidambar styraciflua* y por su humedad se encuentran también predominantemente helechos, musgos, líquenes y tillandsias..

Y en el primero que se encuentra en el S de la reserva las alturas aproximadas son de 900msnm con vegetación de coníferas, pináceas y otros. (Cuevas, 2004)

#### **BIOGEOGRAFÍA:**

El género *Quercus* sp. alcanza un buen desarrollo en este tipo de bosque muy húmedo subtropical. Resulta un mezcla de asociaciones neárticas y neotropicales, coexistencia de roedales, lauráceas y coníferas. Las coníferas tienen sus máximos representantes en el género *Pinus*, y las especies predominantes son *Pinus oocarpa*, *Pinus tecunumanii* y *Pinus pseudostrabus*.

Esta área también se encuentra cubierta por guamiles en gran parte, producto de la agricultura migratoria de las comunidades circundantes. Entre las especies de guamil

están *Cupressus sp.*, *Liquidambar styraciflua*, *Calyptanthes chytraculia var. Americana*, *Bocona arborea*, *Nectandra sp.*, *Heliocarpus mexicanus*, *Luehea speciosa*, *Vismis mexicana*, *Colubrina guatemalensis*, *Eugenia leváis*, *Trichilla tomentosa*, *Curatella americana*, *Ficus tuerkheimii*, *Myrcis splendens*, *Sloanea schippii*. (Cuevas, 2004)

#### BIODIVERSIDAD:

Flora: endemismo de orquídeas, bromelias helechos arborescentes. Pino candelillo, pino de ocote, pino triste, pinus tecunumanii, robles y encinos, liquidambar, arrayan, laurel, pimientillo, cipres comun, cushin y cajeto.

Fauna: tacuacin, tigrillo, mapache, venado cola blanca, mico león, puma, gato de monte, puercoespín, armadillo, tepezcuintle, pizote, zorro, comadreja, ardilla, conejo, zaraguate, Huitzil, coche de monte y murciélagos; así como lechuzas, azulejos, gavilán, aurora, gorion, carpintero, verdín, mosqueros, carpintero, golondrinas y clarineros.(Cuevas, 2004)

#### SECTORES DE LA RESERVA:

Posee dos sectores A y B.

Según el trabajo realizado por Cuevas, 2004 en la estratificación del sector A, se concluye que el mismo posee tres estratos; el estrato *Quercus spp.*, el estrato *Pinus spp.*, y el Mixto, por lo mismo es catalogada como heterogénea. Dentro de estos es el estrato de *Quercus spp.* el que posee el mayor número de árboles por hectárea y por estrato.

El sector B, también fue dividido en tres estratos: el estrato 1 con un área de 71.23 ha, y un promedio de 109árboles/ha, el estrato 2 con 73.49 ha y un volumen de 203árboles/ha. Y por último el estrato 3 con 164árboles/ha y concluyéndose que es el estrato mas alto (ver mapas en el anexo). (Cuevas, 2004)

#### DISTRIBUCIÓN DE *Pinus pseudostrubus* EN RELACIÓN A LAS DEMAS ESPECIES DE PINOS EN AMBOS SECTORES:

Arboles/estrato de pino	SECTOR "A"			SECTOR "B"		
	Estrato 1	Éstrato 2	Estrato 3	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3
<i>Pinus oocarpa</i>	2123.79	766.21	4496.25	3341.07	2507.72	-----
<i>Pinus pseudostrubus</i>				1693.18	7108.05	11442.45
<i>Pinus maximinoi</i>				463.19	183.45	-----
<i>Pinus tecunumanii</i>				3919.02	4929.18	6954.98

CUADRO COMPARATIVO, EN BASE A EL INVENTARIO FORESTAL POR CUEVAS, 2004

#### Datos presencia-ausencia

Especie	Sector A	Sector B
---------	----------	----------

	presencia	ausencia	presencia	ausencia
<i>Dermocybe sp.</i>	1			0
<i>Collybia sp</i>	1			0
<i>Lactarius grupo uvidus</i>	1			0
<i>Suillus granulatus</i>	1			0
<i>Leotia lubrica</i>	1			0
<i>Hygrophoropsis aurantiacus</i>	1			0
<i>Laccaria amethystina</i>	1			0
<i>Lycoperdon sp</i>	1			0
<i>Inocybe sp</i>	1			0
<i>Amanita sp</i>	1			0
<i>Hygrophorus cantarellus</i>	1			0
<i>Hygrophorus grupo coccineus</i>	1			0
<i>Lactarius sp.</i>	1			0
<i>Cantharellus tubaeformis</i>	1			0
<i>Hygrophorus sp</i>	1			0
<i>Lycoperdon sp.</i>	1			0
<i>Coltricia sp</i>	1			0
<i>Phyllophorus aff. auranticus.</i>	1			0
<i>Cortinarius sp</i>	1			0
<i>Ramariopsis sp.</i>	1			0
<i>Phyllophorus rhodoxantus</i>	1			0
<i>Albatrellus pes-caprae</i>	1		1	
<i>Suillus sp.</i>	1			0
<i>Cortinarius sp.</i>	1			0
<i>Coltricia aff. cinnamomea</i>	1			0
<i>Amanita aff. magniverrucata</i>	1			0

<i>Hydnum aff. umbilicatum.</i>	1			0
<i>Lyophyllum sp.</i>	1			0
<i>Albatrellus aff. ovinus.</i>	1		1	
<i>Tremelodendron sp.</i>	1			0
<i>Russulales.</i>	1			0
<i>Spatularia sp.</i>	1			0
<i>Hydnellum sp</i>	1			0
<i>Laccaria gomezii</i>	1			0
<i>. Lactarius grupo uvidus.</i>	1			0
<i>Cystoderma sp.</i>	1			0
<i>Tricholoma sp.</i>	1			0
<i>Pholliota sp.</i>	1			0
<i>Laccaria amethystina.</i>	1			0
<i>Tyllophilus aff. chromapes</i>	1			0
<i>Suillus aff. granulatus</i>	1			0
<i>Ramaria sp.</i>	1			0
<i>Lactarius deliciosus</i>	1		1	
<i>Russula sp</i>	1			0
<i>Cantharellus cibarius.</i>	1			0
<i>Hygrophorus russula</i>	1			0
<i>Inocybe sp.</i>	1			0
<i>Mycena sp</i>	1			0
<i>Hygrophorus aff. coccineus</i>	1			0
<i>Pleurotus sp.</i>	1			0
<i>Laccaria bicolor.</i>	1			0
<i>Cantharellus sp.</i>	1			0
<i>Laccaria laccata</i>	1			0
<i>Paxilus sp.</i>	1			0
<i>Scleroderma s</i>		0	1	
<i>Cortinarius sp</i>		0	1	
<i>Leotia sp.</i>		0	1	
<i>Amanita muscaria</i>		0	1	
<i>Amanita frostiana</i>		0	1	
<i>Amanita cokeri</i>		0	1	
<i>Boletus grupo edulis</i>		0	1	

<i>Inocybe spp</i>		<b>0</b>	<b>1</b>	
<i>Inocybe Testua</i>		<b>0</b>	<b>1</b>	
<i>Tricholoma columbeta</i>		<b>0</b>	<b>1</b>	
<i>Lyophyllum palustre</i>		<b>0</b>	<b>1</b>	
<i>Cantharellus ignicolor</i>		<b>0</b>	<b>1</b>	
<i>Hygrophorus russula var. Rosado.</i>		<b>0</b>	<b>1</b>	
<i>Clitocybe fragans</i>		<b>0</b>	<b>1</b>	
<i>Clitocybe subbulbipes</i>		<b>0</b>	<b>1</b>	
<i>Russula nigricans</i>		<b>0</b>	<b>1</b>	
<i>Lactarius aff. pubescens</i>		<b>0</b>	<b>1</b>	
<i>Hydnellum sp</i>		<b>0</b>	<b>1</b>	

## Indice de Sorensen

$$S = \frac{2a}{2a+b+c}$$

Este índice le otorga mas prioridad a las especies presentes que a las ausentes.

**Resumen. COMPARACIÓN DE HONGOS ECTOMICORRÍCICOS ASOCIADOS A *Pinus spp.*,  
EN RELACIÓN AL TIEMPO CLIMÁTICO PRESENTE A DIFERENTES ALTURAS EN FINCA  
“LA MONTAÑITA” SAN AGUSTÍN ACASAGUASTLÁN.**

Edelweiss Hildebrand Reyna  
Agosto-Noviembre 2005

**Resumen en inglés:**

*Introducción*

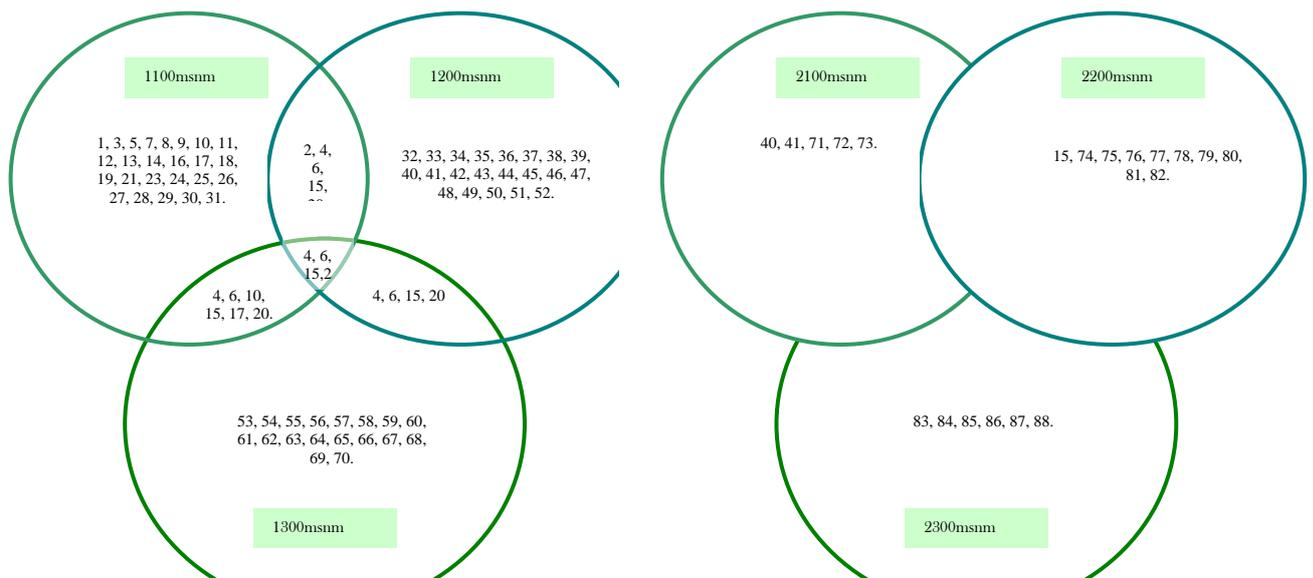
*resultados*

Los resultados para el Sector A se resumen en el siguiente cuadro

PARCELAS	ALTITUD	TIEMPO CLIMÁTICO			ESPECIES O GENEROS
		T°C	H%	Luz	
Parcela 1	1100 msnm	24	61	288	22. <i>Dermocybe sp.</i> 23. <i>Laccaria gomezii.</i> 24. <i>Collybia sp.</i> 25. <i>Laccaria bicolor.</i> 26. <i>Lactarius grupo uvidus.</i> 27. <i>Laccaria laccata.</i> 28. <i>Stuillus granulatus.</i> 29. <i>Leotia lubrica.</i> 30. <i>Hygrophoropsis aurantiacus.</i> 31. <i>Laccaria amethystina.</i> 32. <i>Lycoperdon sp.</i> 33. <i>Ramaria sp.</i> 34. <i>Inocybe sp.</i> 35. <i>Amanita sp.</i> 36. <i>Lactarius deliciosus.</i> 37. <i>Hygrophorus cantarellus.</i> 38. <i>Hygrophorus grupo coccineus.</i> 39. <i>Lactarius sp.</i> 40. <i>Cantharellus tubaeformis.</i> 41. <i>Cantharellus cibarius.</i> 42. <i>Hygrophorus sp.</i>
Parcela 2 (réplica)		24	61	238	2. <i>Laccaria gomezii.</i> 22. <i>Spatularia sp.</i> 6. <i>Laccaria aff. laccata.</i> 10. <i>Laccaria amethystina.</i> 23. <i>Mycena sp.</i> 6. <i>Laccaria laccata.</i> 24. <i>Lycoperdon sp.</i> 25. <i>Coltricia sp.</i> 26. <i>Russula sp.</i> 27. <i>Phyllophorus aff. auranticus.</i> 28. <i>Cortinarius sp.</i> 29. <i>Cortinarius sp.</i> 15. <i>Lactarius deliciosus.</i> 30. <i>Ramariopsis sp.</i>

Parcela 3	1200msnm	23	62	1017	<i>31. Phyllophorus rhodoxantus.</i> <i>32. Tricholoma sp.</i> <i>15. Lactarius deliciosus.</i> <i>33. Lyophyllum sp.</i> <i>34. Hydnum aff. umbilicatum.</i> <i>35. Russula sp.</i> <i>36. Amanita aff. magniverrucata.</i> <i>37. Coltricia aff. cinnamomea.</i> <i>38. Cortinarius sp.</i> <i>39. Suillus sp.</i> <i>40. Albatrellus pes-caprae.</i> <i>41. Albatrellus aff. ovinus.</i> <i>42. Laccaria sp.</i> <i>20. Cantharellus cibarius.</i>
Parcela 4 (réplica)		23	62	1520	<i>6. Laccaria laccata.</i> <i>43. Tremelodendron sp.</i> <i>15. Lactarius deliciosus</i> <i>44. Russulales.</i> <i>22. Spatularia sp.</i> <i>45. Laccaria sp.</i> <i>4. Laccaria bicolor.</i> <i>46. Laccaria sp.</i> <i>47. Hydnellum sp.</i> <i>2. Laccaria gomezii.</i> <i>48. Lactarius grupo uvidus.</i> <i>49. Cystoderma sp.</i> <i>20. Cantharellus cibarius.</i> <i>50. Ramaria sp.</i> <i>51. Russula sp.</i> <i>6. Laccaria laccata.</i> <i>52. Tricholoma sp.</i>
Parcela 5	1300msnm	22	64	501	<i>53. Paxillus sp.</i> <i>6. Laccaria laccata.</i> <i>54. Pholliota sp.</i> <i>55. Cantharellus sp.</i> <i>56. Cantharellus sp.</i> <i>57. Laccaria sp.</i> <i>58. Mycena sp.</i> <i>59. Pholliota sp.</i> <i>4. Laccaria bicolor.</i> <i>60. Pleurotus sp.</i> <i>17. Hygrophorus aff. coccineus.</i> <i>61. Mycena sp.</i> <i>10. Laccaria amethystina.</i> <i>62. Mycena sp.</i> <i>63. Inocybe sp.</i> <i>64. Inocybe sp.</i>
Parcela 6 (réplica)		22	64	501	<i>65. Hygrophorus russula</i> <i>66. Ramaria sp.</i> <i>20. Cantharellus cibarius.</i> <i>67. Russula sp.</i> <i>15. Lactarius deliciosus.</i> <i>68. Ramaria sp.</i> <i>69. Tyllophilus aff. chromapes.</i> <i>70. Suillus aff. granulatus.</i>

## Relación entre las parcelas del S



## Qué me hace falta buscar:

Como se puede visualizar en la figura anterior, los hongos ectomicorrícicos mas tolerantes en el Sector A, son los que aparecen en la convergencia concéntrica de los conjuntos. En segunda instancia, los que tienen en común entre parcelas, se encuentran en las intersecciones. Esto nos indica cuales son más susceptibles a los cambios en el tiempo climático y cuales son más tolerantes al mismo.

Índice de Sorensen:  $P1 \times P2 = 0.20$ ;  $P2 \times P3 = 0.17$ ;  $P3 \times P1 = 0.22$ .

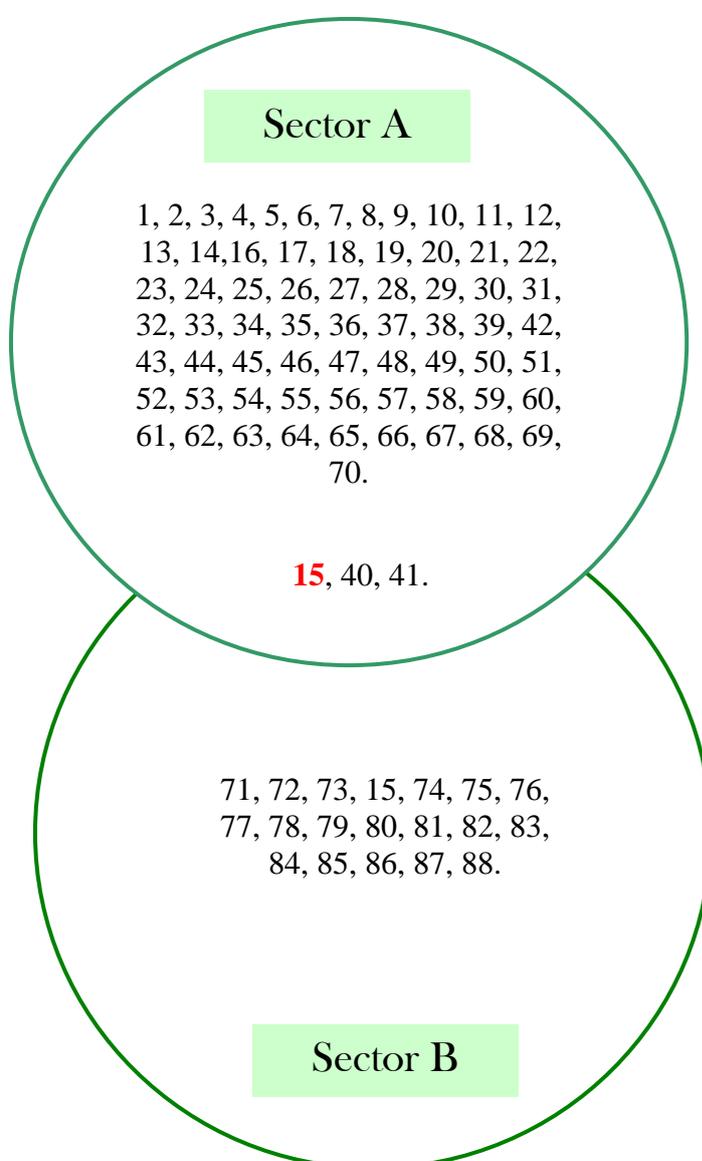
Esto representa que ningún tratamiento es significativamente similar como para concluir que la composición de hongos en el gradiente altitudinal no importa. La escasa similitud se da por las especies que se comportan como generalistas o resistentes a las variables climáticas.

PARCELA	ALTITUD	TIEMPO CLIMÁTICO			ESPECIES O GENEROS
		T°C	H%	LUZ	
Parcela 1.	2100	17	75	659	41. <i>Albatrellus ovinus</i> . 40. <i>Albatrellus pes-caprae</i> . 71. <i>Amanita muscaria</i> . 72. <i>Scleroderma sp.</i> 73. <i>Cortinarius sp.</i>
Parcela 2 (réplica)		17	75	659	
Parcela 3	2200	16	74	766	15. <i>Lactarius deliciosus</i> . 74. <i>Amanita frostiana</i> . 75. <i>Amanita cokeri</i> . 76. <i>Boletus grupo edulis</i> . 77. <i>Inocybe spp.</i> 78. <i>Inocybe Testua...</i> 79. <i>Tricholoma columbeta</i> . 80. <i>Lyophyllum palustre</i> . 81. <i>Cantharellus ignicolor</i> . 82. <i>Leotia sp.</i>
Parcela 4 (réplica)		16	74	767	
Parcela 5	2300	15	73	1103	83. <i>Hygrophorus russula var. Rosado</i> . 84. <i>Clitocybe fragans</i> . 85. <i>Clitocybe subbulbipes</i> . 86. <i>Russula nigricans</i> . 87. <i>Lactarius aff. pubescens</i> . 88. <i>Hydnellum sp.</i>
Parcela 6 (réplica)		15	73	1107	

Relación entre Parcelas del Sector B:

No es necesario hacer el índice de Sorensen, ya que no existen especies en común y el mismo valoriza 0 a todos los tratamientos. Esto quiere decir que en este sector, la composición de hongos se comporta totalmente susceptible al cambio en condiciones climáticas dadas a cada 100 msnm, como se esperaba en la hipótesis de investigación.

Relación entre el Sector A y Sector B:



El índice de Sorensen  $A \times B = 0.065$ , es decir, las especies se comportan casi en su totalidad como dependientes del tiempo climático dado a cada 100 msnm, a excepción de tres especies. Como se puede visualizar en esta última figura, a pesar de ser tan distintos

ambos sectores, existen tres coincidencias en especies de hongos. Estas especies, a grandes rasgos, se pueden considerar las más resistentes a lo largo del gradiente altitudinal y microclimático, por lo que éstas podrían ser utilizables en viveros forestales para inóculos para pinos, ya que, como ya se mencionó en el referente histórico, es posible que si son cepas exitosas en el campo, y si se comprueba que son viables a nivel de viveros, estas representarían una buena inversión ecológica para las reforestaciones.

Estas tres especies son:

- *Lactarius deliciosus*
- *Albatrellus pes-caprae*.
- *Albatrellus ovinus*

También se debe tomar en cuenta que la especie No 15 (*Lactarius deliciosus*), es la única que aparece en la convergencia concéntrica del Sector A y para la intersección entre sectores A y B, así que se puede considerar la más resistente.

## **DISCUSIÓN DE RESULTADOS:**

En la tabla A, se logra ver que para cada altitud efectivamente baja 1°C y sube aproximadamente 1.5% de humedad relativa, la luminosidad varía mucho, lo cual es resultado de que se encontraron parcelas en planos y otras en inclinaciones de hasta el 80%. Se sabe que el tiempo climático es la manifestación diaria de los elementos meteorológicos tales como la humedad, temperatura, luz solar, viento y presión atmosférica, a comparación del clima en sí, que es el resultado de la dinámica habitual del tiempo climático, es decir la sumatoria de las observaciones del mismo durante períodos extensos (como de 10 años en adelante), (Herrera, 2004). Lo que nos indica el párrafo anterior es que se logró visualizar el cambio de cada factor meteorológico a una escala microclimática (mediciones a menos de dos metros de la superficie terrestre). Sin embargo, aunque cada parámetro del tiempo climático no fue medido durante años, éste puede contrastarse con el estudio hecho por Guillermo Santos, el cual predijo por una serie de índices que la biotemperatura en la cuenca del Motagua de Sierra las Minas, desciende 1°C por cada 150m, y por cada 100m aumenta 80mm precipitación. Esto nos lleva a la sustentación de que existe una composición de especies ectomicorrícicas en un patrón altitudinal, debido a estas diferencias microclimáticas, la cual se demuestra después con el índice de Sorensen para cada parcela y cada altitud.

En la figura que relaciona las parcelas del Sector A, se puede observar, a grandes rasgos, como están compuestas las comunidades por cada altitud. También se visualizan las especies que pertenecen a dos tipos de altitudes y las que están presentes en las tres. Las primeras son especies de hongos ectomicorrícicos que posiblemente no son tan adaptables a los cambios drásticos de clima de una altitud a otra. Las especies que convergen para las tres altitudes podrían tener potencial a nivel de viveros forestales ya que tienen éxito en el campo, por lo que solo faltaría hacerles un estudio para evaluar su vocación forestal a nivel de contenedor, el índice de Sorensen indica que existe cierta similitud (0.20; 0.17 y 0.22) entre altitudes, esto nos demuestra que existen cierto grado de especies generalistas. Además, al comparar el Sector A y B, se logra observar que se encuentran presentes tres especies para ambos (*Lactarius deliciosus*, *Albatrellus ovinus* y *Albatrellus pes-caprae*), estas mismas representarían con mayor solidez vocación forestal,

ya que se reportan hasta en 800msnm de diferencia (índice de Sorensen: 0.065). Sin embargo, no es suficiente evidencia, ya que muchas veces los hongos ectomicorrícicos hacen florecer sus cuerpos fructíferos durante un período promedio de 15 días, después de los cuales se marchitan y, en algunos casos, no vuelven a florecer en ningún otro mes de la época lluviosa ya que no son lo suficientemente tolerantes al medio ambiente presente, Hosford et. Al. 1997.

La gran diferencia entre la composición de especies del sector A y B, puede deberse también a la etapa sucesional de estos hongos, la cual va cambiando según la edad de la planta hospedante (Halling, 2001), esto se puede ver en la diferencia entre los DAP (Diámetros arriba del pecho) promedio para el Sector A es de 30cm y para el Sector B es de 50cm. Pero también puede deberse, al igual que para la diferencia entre parcelas del Sector B, porque mucha de la información sobre las especies reportadas para este Sector se extravió.

Según Hosford et al., 1997 y Mikola Petisa, se deben evaluar las especies de hongos ectomicorrícicos a nivel de contenedor, ya que las mismas pueden funcionar en un hábitat natural, pero al trasplantarse con su hospedadero, las otras especies “indígenas” o “nativas” tenderán a hacer competencia con las que acompañan a la planta y esto produce retrasos en el desarrollo fenológico de la misma, que pueden ser mortales. Esto se debe hacer para concluir si son viables o no como inversión ecológica en la reforestación de bosques.

## Conclusiones

- Existe un patrón de la composición de especies a lo largo del gradiente altitudinal originado por cambios de parámetros microclimáticos en el mismo (como el propuesto por Guillermo Santos para algunos parámetros climáticos), al menos para la mayoría de estas que se comportan como intolerantes ante dichos cambios.
- Existen al menos una especie que tiene vocación forestal (puede utilizarse en inoculos para viveros forestales) por ser resistente a estos patrones altitudinales, en este caso, *Lactarius deliciosus*.
- La etapa sucesional de los hongos ectomicorrícicos es una variable que puede afectar la distribución de los mismos de un sector a otro.