



“Distribución de Macrohongos (Agaricomycetes) en remanentes de bosque de la zona de Influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, Cobán, Alta Verapaz”

Roxanda Fabiola López Mayorga

Bióloga

Guatemala, Abril de 2009

Junta Directiva

Óscar Cobar Pinto Ph.D.	Decano
Lic. Pablo Ernesto Oliva Soto	Secretario
Licda. Lilian Raquel Irving Antillón M.A.	Vocal I
Licda. Liliana Vides de Urizar	Vocal II
Lic. Luis Antonio Gálvez Sanchinelli	Vocal III
Br. Andrea Alejandra Alvarado Álvarez	Vocal IV
Br. Aníbal Rodrigo Savillanos Cambronerero	Vocal V

DEDICATORIA:

Al ingenioso diseñador de la vida, que me da cada día un pretexto para conocerle y admirarlo; me dio una excusa para un empleo permanente ideando estrategias que nos permitan vivir en armonía con su visión y la mía, gracias YHWH

A los dos seres que me conocieron primero a través de su amor, me prepararon e influyeron para que descubriera mi pasión por esta profesión; y no escatimaron invertir tiempo, amor y recursos para lograr este triunfo.

A mis primeros amigos, los que realmente me conocen y han tenido la dicha de crecer conmigo, ver y apoyar mi transformación en lo que ahora soy: Ana, Rebe, Pablito y Eber. La próxima vez que suene la alarma...será la de ustedes.

A los que me entrenaron en la maternidad y que me dan una razón para seguir luchando por que ven mi vida como un modelo y por lo mismo debo esforzarme. Diego, Josué y Sofi los amo.

Al que tal y como su nombre lo revela, trajo luz y renovación a mi vida "Lucas". Te amo y espero que podamos compartir esta profesión cada día mientras estemos juntos.

A mis abuelos, porque son inspiración de una vida íntegra. Espero que mi legado este impregnado de virtudes y honestidad como el suyo.

A mi familia en general por su cariño y apoyo. Especialmente para la mujer que entiende esta pasión y ve este día un sueño cumplido en ella y en mí, gracias tía Aura por su cariño y espero que se sienta orgullosa.

A los que al mencionar la palabra "Amistad" se sienten aludidos, gracias por afectar mi vida.

A mis hermanos de carrera: Claudia, Ligia, Sandy, Garnica, Mei, Negrito, CJ, Anaité, Barbarela, Monicuas, Oscar, Ale, Inga, Mónica, Machuca, Amely, Gandhi, Cacho, porque la vida no sería igual sin esas marcas que dejaron en mi corazón. Gracias por su amistad. Y especialmente a Mau, este logro significa el trabajo y esfuerzo en conjunto, ha sido un privilegio encontrar a mi compañera de fórmula.

A los catedráticos que influyeron positivamente en la formación de mi carácter, espero que se sientan satisfechos por la labor realizada; estoy segura que hay un poco de cada uno en mi vida y en mi perspectiva profesional.

A mi familia de Villahermosa, gracias por sus oraciones, muestras de cariño y apoyo incondicional.

A mi país, porque me enorgullezco del gentilicio “guatemalteca”, y espero honrarlo toda mi vida con el buen ejercicio de mi profesión.

AGRADECIMIENTOS

Al PIMEL por confiar en este proyecto, facilitando insumos y herramientas, para llevarlo a cabo. A los licenciados Claudio Méndez, Osberth Morales, Carlos Avendaño, Carolina Rosales y Aura Mayorga por su apoyo en la revisión y sugerencias para finalizar con éxito esta investigación.

A las comunidades de Santa Lucía, San Marcos, San Benito I, San Benito II y San Luis por acceder a la realización de este estudio, facilitando el acceso a las parcelas; especialmente a Ángel, Erwin, Pedro Xó y Familia. A Maura, Gandhi, Boris, Celeste, Mónica, Oscar Hugo, por su apoyo en el trabajo de campo.

A Maura, Roberto, Robinxon, Sandrita, Albita y Normita por su apoyo en los gestiones para la aprobación y finalización del trabajo.

Este logro no habría sido posible sin la participación de cada uno de ustedes, estaré infinitamente agradecida con ustedes.

ÍNDICE

1. Resumen	1
2. Introducción	2
3. Antecedentes	
3.1 Generalidades de los hongos	4
3.1.1 Los hongos	4
3.1.2 Clasificación del reino Fungi	4
3.1.3 Importancia de los hongos	5
3.1.4 Factores que determinan la distribución de hongos	5
3.1.5 Metodología para muestrear hongos	6
3.2 Estudios de hongos en el país.	7
3.3 Ecología del paisaje	8
3.3.1 Fragmentación y remanentes de bosques	9
3.3.2 Efectos de la fragmentación	10
3.4 Estadística multivariada	10
3.4.1 Análisis de conglomerados o agrupación jerárquica	11
3.4.2 Análisis de gradiente directo	12
4 Justificación	13
5. Objetivos	14
6. Hipótesis	14
7. Materiales y métodos	
7.1 Localidad	15
7.2.1 Generalidades del Parque Nacional Laguna Lachuá y su zona de influencia	15
7.2.2 Características del paisaje en la Zona de Influencia del PNLL	16
7.2 Universo y muestra	17
7.3 Recursos materiales y suministros	17
7.4 Método	
7.4.1 Diseño experimental	18
7.4.2 Procedimiento	18
7.4.3 Colecta y almacenamiento	20

7.4.4	Análisis de factores físico químicos	20
a.	Suelo y materia orgánica	20
b.	Composición de la vegetación	22
c.	Densidad de luz en el dosel	22
7.4.5	Determinación de las muestra	23
7.4.6	Análisis de datos	23
8.	Resultados	
8.1	Diversidad y distribución de macrohongos	25
8.2	Influencia del Efecto de borde sobre la distribución de macrohongos	29
8.2.1	Distribución de macrohongos dentro de las parcelas en los remanentes de bosque	29
8.2.2	Distribución de macrohongos en los transectos	32
8.3	Comportamiento de los factores fisicoquímicos	33
8.3.1	Composición fisicoquímica del suelo y materia orgánica	33
8.3.2	Densidad de luz en el dosel	34
8.3.3	Vegetación	35
a.	Composición de especies arbóreas dentro de los remanentes	35
b.	relaciones específicas planta-hongo	36
9.	Discusión	
9.1	Diversidad y distribución de macrohongos en remanentes	38
9.2	Influencia deñ efecto de borde sobre la distribución de macro- Hongos, influencia del tamaño y geometría	39
9.2.1	Composición fisicoquímica del suelo y materia orgánica	39
9.2.2	Densidad de luz en el dosel	40
9.2.3	Vegetación	41
10.	Conclusiones	42
11.	Recomendaciones	44
12.	Referencias	45
13.	Anexos	
13.1	Localización Ecorregión Lachuá y sitios de muestreo	51
13.2	Metodología para realizar la colecta de macrohongos	52

13.3 Tabla de datos fisicoquímica del suelo y materia orgánica	53
13.4 Descripción macroscópica de un macrohongo	54
13.5 Descripción microscópica de un macrohongo	55
13.6 Listado de especies vegetales	56

**“Distribución de Macrohongos (Agaricomycetes) en
remanentes de bosque de la zona de Influencia del
Parque Nacional Laguna Lachuá, Cobán, Alta Verapaz”**

Roxanda Fabiola López Mayorga
Licda. Maura Liseth Quezada Aguilar –Profesora Interina USAC-

Dirección: manzana “M”, lote 31, sector 3, Villa Hermosa I, San Miguel Petapa

Guatemala, 13 de abril de 2009

“Distribución de Macrohongos (Agaricomycetes) en remanentes de bosque de la zona de Influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, Cobán, Alta Verapaz”

Roxanda Fabiola López Mayorga, Maura Liseth Quezada Aguilar ¹

¹ Escuela de Biología Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos

I. RESUMEN

Para entender cómo la geometría y el tamaño de los remanentes de bosque afectan la distribución de macrohongos, se tomó como muestra ocho remanentes de la zona de influencia -ZI- del Parque Nacional Laguna Lachuá –PNLL-; cuatro con geometría rectangular y cuatro con geometría cuadrada. Además de la geometría, se determinaron dos tamaños de remanentes en la muestra total, cuatro de tamaño grande y cuatro de tamaño pequeño. En cada uno de ellos se establecieron dos transectos perpendiculares que atravesaron el largo y ancho del remanente, sobre el transecto, cada 5 metros se establecieron parcelas circulares de 5m², colectándose el total de macrohongos encontrados.

Se midieron factores fisicoquímicos que podrían estar condicionados por el tamaño y forma del remanente boscoso y por lo tanto influyen en la distribución de hongos; entre ellos: densidad de luz en el dosel, composición fisicoquímica del suelo y materia orgánica, y presencia de árboles con diámetro a la altura del pecho- DAP- mayor a 10.

Se colectó 170 morfoespecies de macrohongos de la clase Agaricomycetes en los ocho remanentes de bosque de la ZI, las familias más abundantes fueron *Tricholomataceae* y *Polyporaceae*. La respuesta de los macrohongos a los gradientes dentro de los remanentes responde al tamaño ya que los remanentes grandes poseen un mayor número de especímenes. El efecto de borde se percibe en los remanentes con geometría rectangular sin importar el tamaño. No se encontró especificidad planta-hongo que afectara su distribución dentro de los remanentes. El factor fisicoquímico que determina la distribución de macrohongos es la materia orgánica, pues responde al efecto de borde en remanentes con geometría rectangular.

2. INTRODUCCIÓN

Uno de los componentes importantes de la diversidad biológica es la micobiota (hongos); importantes como descomponedores, formadores de suelo (Guzmán 2003) y complementan el sistema de reciclaje de la cadena trófica. Además de su importancia biológica, se cree que este grupo puede aportar información relevante de la formación y ecología de los bosques tropicales (Mueller *et al* 2004). Por ello se consideró como indicador para este estudio.

El nivel de paisaje o mesoescala, es donde los efectos ecológicos son dominantes a nivel puntual y las actividades humanas tienen consecuencias más dramáticas, por lo que se considera la escala apropiada de trabajo (Halffter 1998). Igualmente, la detección de patrones y mecanismos ecológicos que influyen en la diversidad fúngica, será útil para evaluar la estructura de las comunidades de hongos dentro de los bosques. Teniendo la ventaja de no necesitar equipo sofisticado para la monitorización, se podrían utilizar como indicadores ecológicos del estado de los bosques (Guzmán 2003, Halffter 1998).

Este estudio planteó determinar la distribución de macrohongos en ocho remanentes de bosque en la ZI del PNLL, que a nivel de paisaje pueden variar en tamaño y geometría; y a nivel de ecosistema y/o hábitat varían en relación a la influencia de factores abióticos (factores fisicoquímicos). En cada remanente se colectó el total de macrohongos encontrados en parcelas de 5 m², establecidas sobre transectos perpendiculares. Se enumeraron los árboles presentes a lo largo del transecto, la intensidad de luz, composición fisicoquímica del suelo y materia orgánica (factores abióticos) para conocer como contribuyen a su distribución y posibles patrones de asociación específica planta-hongo. Para el análisis se realizaron pruebas de análisis multivariado (ordenación y agrupamiento jerárquico).

Se determinó que la geometría de los remanentes tiene una influencia directa en la composición de macrohongos, y que los remanentes de geometría rectangular son los más variables y sensibles a influencias externas (mayores efectos de borde). Además, se observó que los factores que influyen directamente en la distribución y composición de macrohongos fueron la vegetación y materia orgánica. Las familias de hongos más abundantes en morfoespecies fueron: *Tricholomataceae sensu lato* y *Polyporaceae*.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Diseño experimental

- **Tratamientos:** remanentes con geometrías cuadrada de tamaño grande y pequeño; y remanentes con geometría rectangular de tamaño grande y pequeño.
- **Unidad Experimental:** un remanente con cada geometría y tamaño, y una réplica de cada uno.
- **Unidad muestral:** parcelas circulares de 5 m², sobre los transectos perpendiculares que atravesaron cada remanente.
- **Temporalidad:** 3 muestreos en julio, agosto y septiembre de 2005
- **Análisis estadístico:** Análisis de agrupamiento jerárquico, análisis de correspondencia rectificado y análisis canónico de correspondencia.
- **Variable Respuesta:** Morfoespecies de macrohongos.
- **Variables independientes:** densidad de luz en el dosel, composición fisicoquímica del suelo y materia orgánica composición de especies arbóreas

3.2 Método y procedimiento

A partir de la imagen satelital de la República de Guatemala (Landsat 2001), se realizó una clasificación de la vegetación para identificar remanentes de bosque. Con esta información se construyó un histograma de frecuencias para clasificar los remanentes de bosque con respecto a su tamaño y geometría. Para determinar el área mínima de un remanente pequeño o grande se utilizó un factor obtenido de la clasificación supervisada de la imagen satelital del área. Se rodeó el remanente midiendo todos sus lados y se aproximó el área de cobertura vegetal; si el remanente tuvo un área máxima de 10,000 mts² se consideró como un remanente “pequeño” y si el área era mayor el remanente se ubicó en la categoría “grande”.

El segundo paso fue determinar la geometría del remanente, para esto se idealizó la forma de cada remanente a un polígono cuadrangular; se midió el largo y el ancho obteniendo de estos datos un cociente de la división de largo/ancho, si el cociente fue mayor a 0.6 el remanente se clasificó como cuadrado, si el cociente fue menor que 0.6 se ubicó al remanente en la categoría rectángulo. La tabla I resume toda la información.

Se marcaron dos transectos lineales perpendiculares con orientación norte-sur, este-oeste (ver figura 1) en el remanente, para un total de 16 transectos, dos por cada remanente; para identificar los transectos se les asignó los números 1 al transecto más largo del remanente y 2 al transecto corto.

Sobre los transectos perpendiculares, cada 5 metros, se marcó una parcela circular de 5 m² (figura 1), dentro de la cual se colectaron el total de macrohongos encontrados.

Tabla I: clasificación de geometría y forma de los remanentes

Código	Lugar	Tamaño ¹		Área ²	Factor largo/ancho	Tamaño	Geometría
		Largo	Ancho				
CG-SBI	San Benito I	200	170	34,000	0.85	Grande	Cuadrado
CG-SBII	San Benito II	185	115	21,275	0.62	Grande	Cuadrado
RG-SLL	Santa Lucía L	310	160	49,600	0.51	Grande	Rectangular
RG-SML	San Marcos L	335	160	53,600	0.47	Grande	Rectangular
CP-SBI	San Benito I	65	65	4,225	1	Pequeño	Cuadrado
CP-SBII	San Benito II	115	115	5,175	1	Pequeño	Cuadrado
RP-SML	San Marcos L	100	55	5,500	0.55	Pequeño	Rectangular
RP-SLV	San Luis Vist.	115	45	5,175	0.39	Pequeño	Rectangular

Se realizaron tres colectas en cada remanente de bosque durante los meses de julio, agosto y septiembre de 2005. Los macrohongos colectados fueron depositados en la sección de hongos del Herbario BIGU, Escuela de Biología de la Facultad de CCQQ y Farmacia, USAC.

En cada uno de los remanentes de bosque se tomaron muestras de suelo y se delimitaron dos categorías: 1. muestras obtenidas de la zona exterior y 2. muestras obtenidas de la zona interior del remanente. De igual modo se obtuvieron muestras de Materia orgánica de los primeros 10 cms de profundidad (horizonte A). Tomándose muestras en la zona interior como en la exterior. Los análisis de suelo y materia orgánica se realizaron en el laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía, donde a cada muestra se midió el pH, % de humedad relativa, contenido de macronutrientes como fósforo, potasio, calcio y algunos micronutrientes.

Sobre los transectos se tomaron datos de todos los árboles con DAP \geq 10 (diámetro a la altura del pecho), no se tomaron en cuenta datos de abundancia de especies arbóreas, únicamente presencia-ausencia. Se realizó una tabla en donde se ubicaba la posición del árbol en metros lineales tomando como referencia el borde del remanente y se registraron las morfoespecies de hongos que se colectaron en ese punto, y una tabla general de presencia ausencia de especies arbóreas en los 8 remanentes.

¹ Medidas en Metros lineales

² Medidas en Metros cuadrados

Para medir la densidad de luz en el dosel, se tomaron cuatro mediciones en cada parcela en dirección norte, sur, este, oeste, y finalmente se obtuvo un promedio. Como el número de parcelas fue muy variable debido a la variación de tamaño del remanente se ubicaron tres puntos base en cada transecto, uno por cada uno de los extremos del transecto y el punto central. Luego entre el punto central y el punto extremo se marcaron nuevamente dos puntos equidistantes entre sí para obtener el gradiente de luz de exterior hacia adentro del remanente en siete puntos sobre el transecto. . En total se obtuvo una muestra de 16 transectos (dos por cada remanente), que se evaluaron independientemente para observar su similitud por la densidad de luz que penetra en el dosel.

Las morfoespecies se determinaron haciendo una tabla general por géneros, en donde se conciliaron las características macroscópicas y microscópicas comunes y las diferencias entre muestras. Las muestras que coincidieron en la mayoría de las características se nombraron como la misma morfoespecie asignándoles un número al género ya conocido, y se continuó la numeración hasta completar el género examinado. Este procedimiento se realizó con todas las muestras incluyendo la totalidad de familias y géneros.

Se estimó la influencia del tamaño y la geometría del remanente sobre la distribución de macrohongos, analizando los transectos y parcelas de cada remanente, evaluando su similitud en cuanto a composición de macrohongos utilizando como herramienta el análisis de correspondencia -DCA-. Finalmente se realizó un análisis de canónico de correspondencia -CCA-, para establecer relaciones específicas planta-hongo (Jongman *et al.* 1995).

4. RESULTADOS

4.1 Diversidad y distribución de macrohongos

Se colectó un total de 583 especímenes, distribuidos en 170 morfoespecies de macrohongos de la clase Agaricomycetes distribuido en siete órdenes.

Tabla 2: Total de morfoespecies colectadas por remanente

Remanente	Total
CG-SBI	61
RG-SLL	42
RP-SLV	41
CG-SBII	40
CP-SBII	34
RG-SML	33
CP-SBI	30
RP-SML	22

Fuente: Datos experimentales 2005

La tabla 2 detalla el total de morfoespecies colectadas por remanente, siendo el más diverso el remanente CG-SBI con 61 especímenes diferentes y el menos diverso RP-SML con 22; con una diferencia de 39 ejemplares entre los valores extremos, que se distribuyen entre el resto de remanentes. Los sitios con mayor tamaño presentaron mayor número de morfoespecies que los sitios de menor tamaño.

Las morfoespecies presentes en siete de los ocho de los sitios fueron (sin importar la identidad del sitio): *Marasmius 2*, *Marasmius 20*, *Marasmius 31*, *Marasmius 5*, *Marasmius 55*; le siguen *Marasmiellus 6*, *Marasmius 1*, *Marasmius 15*, *Marasmius 16*, *Stereum 1* con presencia en 6 de los 8 remanentes. Un total de 55 morfoespecies aparecen en 2 o más sitios, el resto (115) solamente se encontraron en uno de los ocho remanentes.

El análisis de agrupación jerárquica (gráfico 1), según la composición de macrohongos de los remanentes de bosque, muestra la formación de dos grupos muy cercanos (porcentaje de similitud mayor a 70%) debido a la composición de macrohongos. Este análisis muestra la tendencia de los remanentes del mismo tamaño a ser homogéneos por la composición de macrohongos. La geometría no fue un factor determinante en esta agrupación.

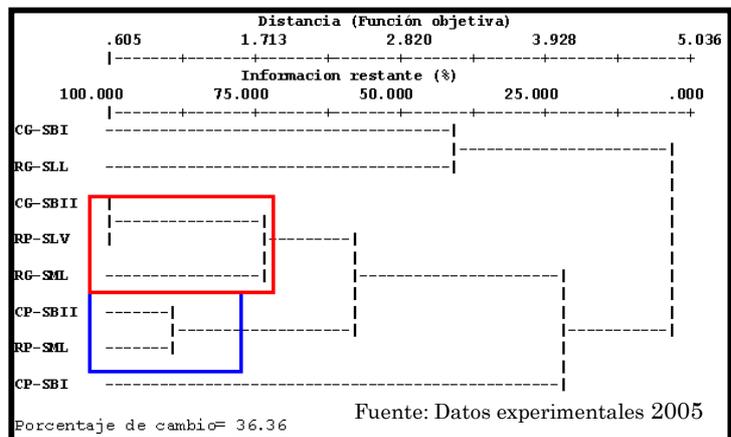


Gráfico 1: Dendrograma del análisis de agrupamiento según la composición de morfoespecies en los remanentes de bosque.

4.2 Influencia del efecto de borde sobre la distribución de macrohongos (tamaño y la geometría del remanente)

4.2.1 Distribución de macrohongos en los transectos.

Al someter todos los transectos a un análisis de correspondencia (gráfico 2) se observa la semejanza entre los 16 transectos. De ellos 12 transectos se distribuyeron principalmente sobre el eje uno, y 4 transectos se distribuyeron sobre el segundo eje.

Esta distribución sobre los ejes, refleja la semejanza en cuanto a composición de macrohongos, los transectos disímiles pertenecen principalmente a remanentes rectangulares en donde abundan las morfoespecies raras y poco abundantes; estas les alejan del grupo principal distribuido a lo largo del eje I.

Los transectos más homogéneos por su composición de macrohongos son los que se encuentran dentro de los remanentes cuadrados sin importar su tamaño. El diagrama también muestra que los transectos pertenecientes a remanentes con geometría rectangular son más disímiles entre sí, que los remanentes con geometría cuadrada.

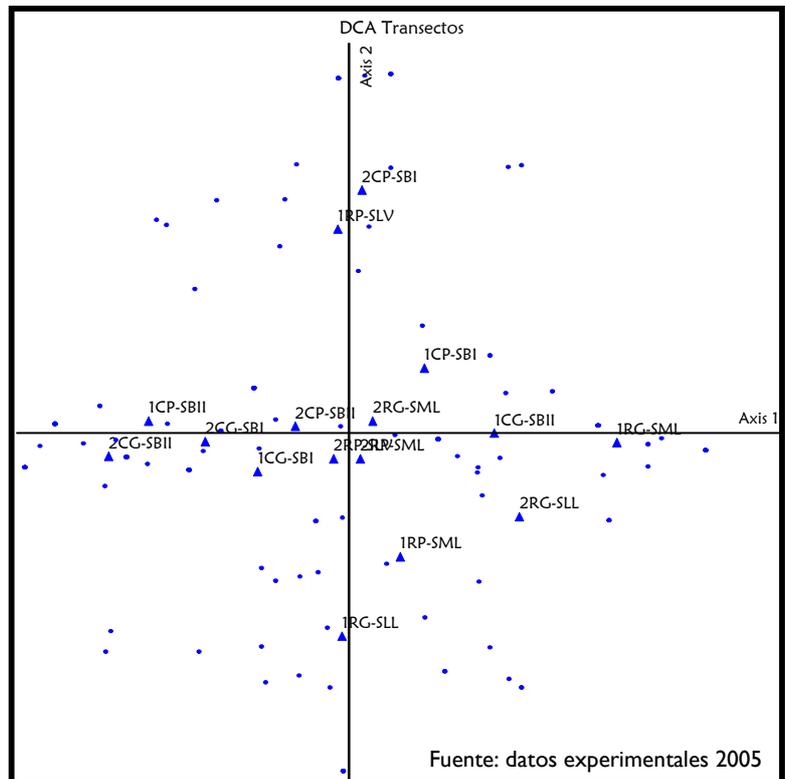


Gráfico 2: DCA distribución de macrohongos en transectos

4.2.2. Composición de suelo y materia orgánica

El análisis de agrupamiento jerárquico muestra que según la composición del suelo (pH, macro y micronutrientes) no hay ninguna similitud originada por la geometría o tamaño del remanente, las proporciones de pH, macronutrientes y micronutrientes no se ve afectada por éstas (gráfico 3). La mayoría de las muestras se agrupó dentro del mismo conjunto sin importar si procedía del exterior o interior del remanente; la excepción fueron las muestras de suelo de los remanentes de RP-SLV y RG-

SML que se agruparon en diferentes conjuntos. En general la composición fisicoquímica del suelo dentro de los remanentes es similar; los remanentes con mayores diferencias son los remanentes con geometrías rectangulares que se separaron en un grupo totalmente alejado del resto.

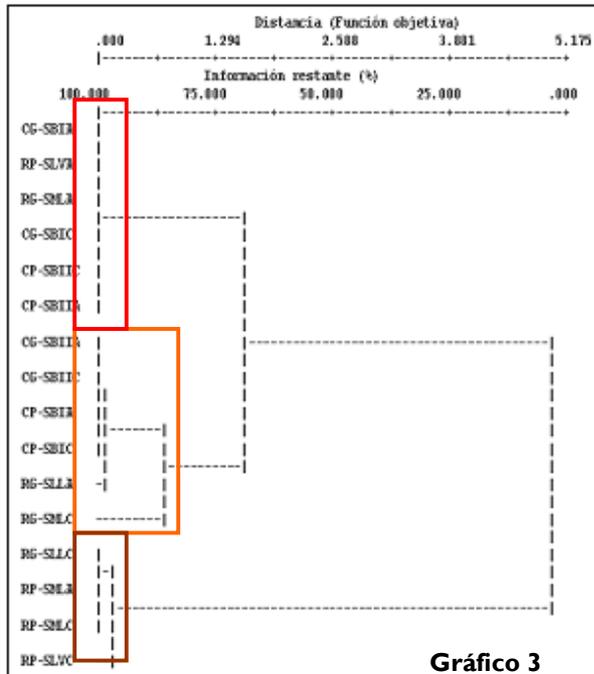


Gráfico 3

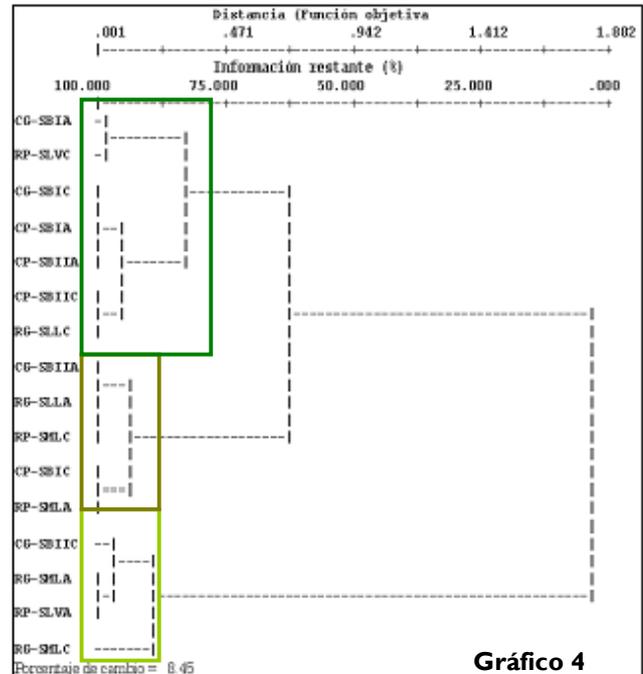


Gráfico 4

Fuente: Datos experimentales 2005

Gráficos 3 y 4: Dendrograma de análisis de agrupamiento según la composición de suelo muestras del interior (C) y el exterior (A) (gráfico 3) y materia orgánica muestras del interior (C) y el exterior (gráfico 4), de los remanentes

El dendrograma de la composición fisicoquímica de la materia orgánica (gráfico 4), muestra tres grupos con similitud mayor al 75%. Al igual que el en suelo, la geometría y el tamaño no afectan las proporciones internas de componentes de la materia orgánica. Sin embargo es evidente, que los remanentes rectangulares son mucho más variables en su composición de suelo y materia orgánica que los de geometría cuadrada que se aprecian como homogéneos en su composición de suelo y materia orgánica.

4.2.3 Densidad de luz en el dosel

El análisis de agrupamiento mostró la formación de dos grupos (ver gráfico 5) uno que contiene a la mayoría de los transectos con una similitud mayor al 60% y el otro grupo con solo dos transectos similares.

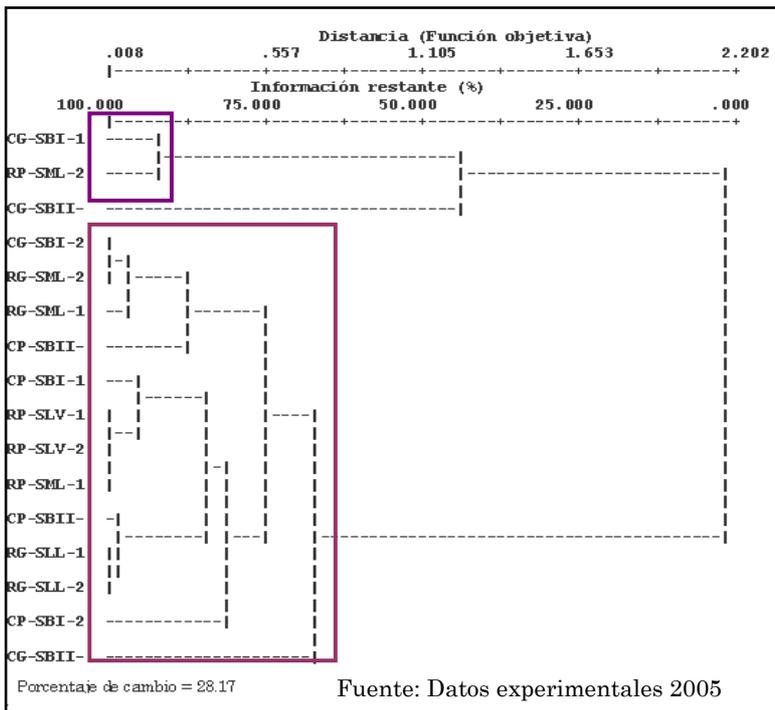


Gráfico 5: Dendrograma de análisis de agrupamiento de remanentes según la densidad de luz en el dosel, en cada remanente.

Los grupos son: 1. **CP-SBI** transectos 1 y 2, **RG-SML** transectos 1 y 2, **CP-SBII** transectos 1 y 2, **RP-SLV** transectos 1 y 2, **RP-SML**, transecto 1, **RG-SLL** transectos 1 y 2 y **CP-SBI** transecto 2. El segundo grupo lo forman: **CG-SBI** transecto 1 y **RP-SML** transecto 1.

Los transectos fueron evaluados de forma independiente (16 en total), sin embargo no hay evidencia que la cantidad de luz que penetra en el dosel sea variable, influenciada por la geometría y el tamaño de los remanentes. El segundo grupo que se formó no contiene a transectos del

mismo remanente, ni de la misma forma o geometría; por lo que esta agrupación puede ser resultado de datos extremos de los transectos que les alejaron del grupo principal.

4.2.3 Composición de especies arbóreas dentro de los remanentes

Según la composición de la vegetación (gráfico 6), los remanentes se agruparon en dos secciones definidas por su localización geográfica y geometría: 1. remanentes cuadrados localizados en San Benito I y San Benito II y 2. remanentes rectangulares localizados en San Marcos Lachuá. Dos remanentes de geometría rectangular quedaron fuera de los grupos anteriores, sin embargo, en cuanto a su composición vegetal tienen una similitud aproximadamente del 30% con remanentes de la misma geometría.

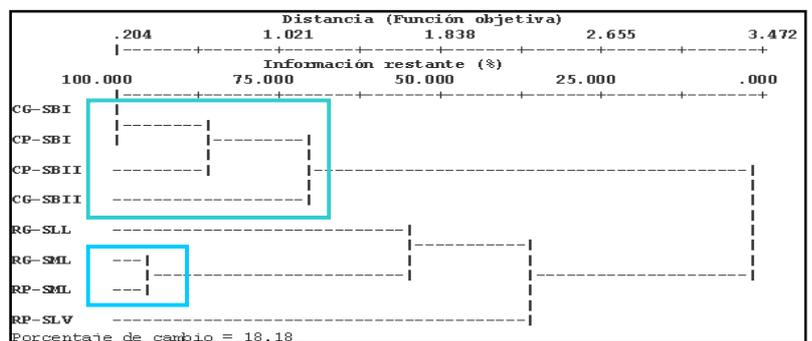


Gráfico 6: Dendrograma de análisis de agrupamiento de remanentes usando como elemento de agrupación la vegetación

5. DISCUSION

5.1 Diversidad y distribución de macrohongos en los remanentes

Los órdenes Agaricales y Poriales fueron los más abundantes en los remanentes de bosque en la zona de influencia del PNLL y la familia *Tricholomataceae sensu lato* fue la que tuvo un mayor representación en cuanto a morfoespecies (51.8%). Estos datos son congruentes con el estudio realizado por Quezada (2005) en la zona de influencia del PNLL, en donde la familia *Tricholomataceae sensu lato* se desarrolla principalmente en sitios con abundante cobertura vegetal.

Con respecto a la abundancia de macrohongos en remanentes con mayor tamaño presentaron un mayor número de morfoespecies (61 morfoespecies) (ver tabla I), y los remanentes de menor tamaño presentan una reducción notoria en el número de morfoespecies colectadas (22 morfoespecies). Bennet (1999), Forman & Godron (1986) apuntan que los remanentes con un mayor tamaño tienen mayor número de especies que las de menor tamaño, los remanentes evaluados mantienen esta relación, no obstante solamente el remanente RP-SLV que es de menor tamaño presenta un mayor número de especies (41); y de igual modo el RG-SML que es un remanente de grandes proporciones posee un menor número de especies que otros remanentes pequeños (33); esto indica que 25% de los remanentes no guardó esta relación.

Otro aspecto a observar es que el único remanente que presentó un número de especies bajo fue RP-SML, con un total de 22 morfoespecies. Lo peculiar de este remanente es la matriz; pues estaba rodeado en su totalidad por la clase vegetal "potrero". Esta característica puede ser un factor determinante en la cantidad de morfoespecies encontradas, ya que la influencia de la matriz sobre los remanentes es directa (Bennett 1999, Bustamante & Grez, 1995, Forman y Godron 1986). En este caso el remanente se encuentra rodeado por una matriz homogénea, factor que puede estar limitando la diversidad de macrohongos presentes en el remanente.

En el análisis de agrupamiento jerárquico se esperaba según la geometría y el tamaño que los remanentes presentaran un alto índice de similitud (con respecto a diversidad de macrohongos). No obstante los dos grupos formados se relacionan por diferentes características; uno debido al tamaño y el otro por la geometría; el resto de remanentes (37%) no tuvo ninguna similitud. El análisis de ordenamiento confirma que la diversidad de macrohongos presentes en los remanentes permite hacer una separación, aunque no tan obvia, debido al tamaño.

5.2 Efecto de la geometría y el tamaño sobre factores fisicoquímicos.

5.2.1 Composición del suelo y materia orgánica

Las características del suelo son similares dentro de los remanentes (gráfico 3), aunque se forman tres grupos, la similitud entre dos de los grupos evidente (> 60%); es decir que el 75% de los remanentes son similares en cuanto a composición del suelo. El único remanente disímil con el fue RP-SML, este remanente se caracterizó por tener la influencia directa de una matriz homogénea (clase vegetal “potrero”) (Forman & Godron 1989). El resto de remanentes tuvieron influencia dos o más clases vegetales.

Esta diferencia podría estar determinada por las desigualdades en la composición vegetal, la edad del remanente y/o la influencia de la matriz, ya que si el tiempo de permanecer como remanente boscoso es mayor o menor comparado con el resto, marcaría una diferencia notoria en la composición del suelo; y aún más compleja, podría ser la estructura propia del suelo del área.

El análisis jerárquico de la composición de materia orgánica confirma la similitud entre remanentes que poseen la misma geometría (gráfico 4). Estos grupos se relacionan directamente con la vegetación presente en ellos, que también es afectada por la geometría. Esta información complementa el hecho que la materia orgánica de un remanente va a depender del tipo de vegetación presente en el mismo.

Si el suelo es una característica que determina la distribución de los macrohongos, y en la Zona de Influencia de la Ecorregión el suelo no es un factor que varía dentro de los remanentes de bosque, se infiere que este no tiene una influencia directa en la diversidad y distribución de macrohongos. Aunque el suelo es un elemento natural bastante estable, el efecto de borde podría verse reflejado en cualidades como temperatura y evaporación; y no en la composición fisicoquímica del suelo.

5.2.1 Densidad de luz en el dosel

En el dendrograma se observó que a excepción de cuatro transectos (16 en total), el porcentaje de similitud es mayor al 75%, debido al promedio de densidad de luz en el dosel. Por lo anterior se manifiesta que los remanentes boscosos son similares en cuanto a la cantidad de luz disponible bajo el dosel, consecuentemente esta característica no es variable por el tamaño o geometría del remanente. Y los hongos no se ven afectados, a esta escala en su distribución dentro de los remanentes.

Estos datos difieren de los encontrados por Quezada (2006), en la misma área de estudio, en donde la densidad de luz tiene una influencia directa sobre la distribución de hongos, en las clases vegetales; por lo que deberán hacerse estudios utilizando una escala más fina para poder determinar en que punto la luz influye directamente en la distribución de macrohongos dentro de los remanentes.

5.2.3 Vegetación

Las diferencias en cuanto a la composición vegetal se originan por la ubicación geográfica de los remanentes. La geometría fue un factor influyente en la composición vegetal, esto confirma el argumento donde el efecto de borde sobre las comunidades vegetales es mayor en remanentes de geometrías alargadas o rectangulares, debido a factores como mayor exposición a la luz y al viento entre otros (Forman & Gordón 1986). Por lo tanto, la geometría influye en el desarrollo de la vegetación interna, lo que promueve que los remanentes con diferentes geometrías difieran en su composición vegetal.

En general se determina que el tamaño y la geometría de los remanentes tienen implicaciones en la diversidad de macrohongos; los de mayor tamaño albergan un mayor número de morfoespecies al igual que los de geometría cuadrada; de estas dos variables la geometría es el factor más influyente. De los factores fisicoquímicos evaluados los que determinan la distribución de macrohongos son: la vegetación y en consecuencia la materia orgánica que esta íntimamente ligada con la vegetación. La composición del suelo y la densidad de luz en el dosel no varían entre los remanentes, y no afectan la distribución de macrohongos. Se manifiesta también que la influencia de la matriz sobre los remanentes rectangulares puede modificar las características internas del remanente, al tener un mayor efecto de borde, por lo tanto logra alterar en cierta proporción las condiciones fisicoquímicas y les hace más variables en cuanto a la distribución interna de macrohongos.

6. REFERENCIAS

- 6.1 **Bennet A. 1999.** Enlazando el Paisaje: El papel de los corredores y la conectividad en la conservación de la vida Silvestre. Blanch (Trad). Reino Unido: UICN. Gland Suiza y Cambridge. 276p.
- 6.2 **Bustamante R. y A. A. Grez. 1995.** Consecuencias ecológicas de la fragmentación de los bosques nativos. Ambiente y Desarrollo 11(2): 58-63.
- 6.3 **Forman R. y Godron M. 1986.** Landscape Ecology. United States: John Wiley & sons, Inc. 619 pp.
- 6.4 **Guzmán G. 2003.** Hongos del El Edén Quintana Roo: Introducción a la micobiota tropical de México. Xapala, México: Instituto Nacional de Ecología. 316p.
- 6.5 **Halffter G. 1998.** Una estrategia para medir la Biodiversidad a Nivel de Paisaje. Halffter (comp.) La Diversidad Biológica de Iberoamérica II, Vol. Especial, Acta Zoológica Mexicana, Nueva Serie. 377pp.
- 6.6 **INAB 2003.** PLAN MAESTRO Parque Nacional Laguna Lachuá Cobán, Alta Verapaz 119p.
- 6.7 **Jongman R, Ter Braak & O. Van Tongeren. 1995.** Data Analysis in Community and Landscape Ecology. New York: Cambridge University Press. XXI+299 p.
- 6.8 **Mueller G., Bills G. y Foster M. 2004.** Biodiversity of Fungi: Inventory and Monitoring Methods. USA: Elsevier. 777pp.
- 6.9 **Quezada M. 2005** Análisis de la distribución y riqueza del Orden Agaricales (Macrohongos) en relación con los paisajes antropogénicos en la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, Cobán, Alta Verapaz. Guatemala: Universidad de San Carlos (Tesis Licenciatura, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) 68p.

7. AGRADECIMIENTOS

Al PIMEL por confiar en este proyecto, facilitando insumos y herramientas, para llevarlo a cabo. A los licenciados Claudio Méndez, Osberth Morales, Carlos Avendaño y Carolina Rosales por su apoyo en la revisión y sugerencias para finalizar con éxito esta investigación.

A las comunidades de Santa Lucía, San Marcos, San Benito I, San Benito II y San Luis por acceder a la realización de este estudio, facilitando el acceso a las parcelas; especialmente a Ángel, Erwin, Don Pedro Xó y Familia. A Gandhi, Boris, Celeste, Mónica, Oscar Hugo, por su apoyo en el trabajo de campo.

1. RESUMEN

Para entender cómo la geometría y el tamaño de los remanentes de bosque afectan la distribución de macrohongos, se tomó como muestra ocho remanentes de la zona de influencia -ZI- del Parque Nacional Laguna Lachuá –PNLL-; cuatro de ellos con geometría rectangular y cuatro con geometría cuadrada. Además de la geometría también se determinaron dos tamaños de remanentes en la muestra total, cuatro de ellos con tamaño grande y cuatro de tamaño pequeño. En cada uno de ellos se establecieron dos transectos perpendiculares que atravesaron el largo y ancho del remanente. En cada transecto, cada 5 metros se establecieron parcelas circulares de 5m², en donde se colectó el total de macrohongos encontrados.

Por otro lado, se tomaron factores fisicoquímicos que podrían estar condicionados por el tamaño y forma del remanente boscoso y por lo tanto influyen en la distribución de hongos. Se incluyeron datos de densidad de luz en el dosel, composición fisicoquímica del suelo y materia orgánica, y finalmente la presencia de árboles con diámetro a la altura del pecho- DAP- mayor a 10.

Se colectó 170 morfoespecies de macrohongos de la clase Agaricomycetes en los ocho remanentes de bosque de la ZI, las familias más abundantes fueron *Tricholomataceae* y *Polyporaceae*. En cuanto a la respuesta de los macrohongos a los gradientes dentro de los remanentes se puede mencionar que los remanentes de tamaño grande, poseen un mayor número de especímenes. El efecto de borde se percibe en todos los remanentes con geometría rectangular sin importar el tamaño. Además se determinó que no hay especificidad planta-hongo que afecte su distribución dentro de los remanentes. El factor fisicoquímico que determina la distribución de macrohongos es la materia orgánica, pues responde al efecto de borde en remanentes con geometría rectangular.

2. INTRODUCCIÓN

Uno de los componentes importantes de la diversidad biológica es la micobiota (hongos), los cuales son organismos importantes como descomponedores y formadores de suelo (Guzmán 2003), complementan el sistema de reciclaje de la cadena trófica. Además de su importancia biológica, se cree que este grupo puede aportar información relevante de la formación y ecología de los bosques tropicales (Mueller y Halling 1995). Por ello se consideró como indicador para este estudio.

Los esfuerzos para el manejo de ecosistemas fragmentados deben dirigirse tanto al entendimiento y control de las influencias extrínsecas, como a la biota de los remanentes, para desarrollar un manejo integrado de tierras para la conservación (Saunders *et al.* 1991). El nivel de paisaje o mesoescala, es donde los efectos ecológicos son dominantes a nivel puntual y las actividades humanas tienen consecuencias más dramáticas, por lo que se considera la escala apropiada de trabajo (Halffter 1998). Igualmente, la detección de patrones y mecanismos ecológicos que influyen en la diversidad fúngica, será útil para evaluar la estructura de las comunidades de hongos dentro de los bosques. Teniendo la ventaja de no necesitar equipo sofisticado para la monitorización, se podrían utilizar como indicadores ecológicos del estado de los bosques (Guzmán 2003, Halffter 1998).

Este estudio planteó determinar la distribución de macrohongos en ocho remanentes de bosque en la ZI del PNLL, que a nivel de paisaje pueden variar en tamaño y geometría; y a nivel de ecosistema y/o hábitat varían en relación a la influencia de factores abióticos (factores fisicoquímicos). En cada remanente se colectó el total de macrohongos encontrados en parcelas de 5 m², establecidas sobre los transectos perpendiculares separadas 5 metros una de la otra. También se recabaron datos de los árboles presentes a lo largo del transecto para determinar su influencia directa en la distribución de macrohongos. Se midió la intensidad de luz, composición fisicoquímica del suelo y materia orgánica (factores abióticos) para conocer como contribuyen a su distribución y posibles patrones de asociación específica planta-hongo. Para el análisis se realizaron pruebas de análisis multivariado (ordenación y agrupamiento jerárquico).

Se determinó que la geometría de los remanentes tiene una influencia directa en la composición de macrohongos, y que los remanentes de geometría rectangular son los más variables y sensibles a influencias externas (mayores efectos de borde). Además, se observó que

los factores que influyen directamente en la distribución y composición de macrohongos fueron la vegetación y materia orgánica. Las familias de hongos más abundantes en morfoespecies fueron: *Tricholomataceae sensu lato* y *Polyporaceae*.

3. ANTECEDENTES

3.1 Generalidades de los hongos

Para comprender la ecología de hongos a nivel de paisaje y de hábitat, es necesario conocer la biología y taxonomía de los mismos. A continuación se presenta una breve revisión de ello.

3.1.1 Los hongos

Los hongos poseen características muy particulares que los hacen diferentes de las plantas, ya que no elaboran su propio alimento mediante la fotosíntesis como ellas, sino que viven a expensas de otros organismos, vivos o muertos. También se diferencian de los animales porque no poseen la capacidad de desplazarse o moverse sobre el medio o superficie en que crecen (Guzmán 2003 y Mata 2003).

Pueden ser unicelulares o pluricelulares. La mayoría de las especies está constituida por filamentos o hilos muy delgados llamados hifas. Las hifas se desarrollan en abundancia y se ramifican en forma entrelazada, anastomosándose y formando una estructura filamentosa llamada micelio. El micelio puede ser micro y macroscópico, amorfo y de forma definida, cenocítico o septado, aéreo y profundo. La reproducción en los hongos se efectúa por dos procedimientos: asexual y sexual (Herrera 1998, Guzmán 2003).

3.1.2 Clasificación del Reino Fungi

Este Reino ha sido clasificado en varios Phyla o grupos: *Chytridiomycota*, formado por hongos acuáticos y microscópicos que producen zoosporas (esporas con flagelos) que les permite movilizarse en medios líquidos; *Zygomycota*, que incluye los hongos microscópicos que pueden desarrollarse sobre materia orgánica; *Basidiomycota*, al cual pertenecen los hongos que producen meiosporas en células especializadas llamadas basidios; *Ascomycota*, que corresponde al grupo más grande, caracterizado por la presencia de estructuras reproductoras llamadas ascas, que dan origen a las esporas (Mata 2003 y Mueller *et al* 2004) y finalmente *Glomeromycota*, grupo caracterizado por la formación ramificaciones en las raíces de las plantas con quienes desarrollan simbiosis obligada.. El reino Fungi está formado aproximadamente por 103 órdenes, 484 familias, 4,979 géneros y unas 100,000 especies descritas (Mata 2003).

Según el tamaño de cuerpo fructífero, los hongos se clasifican en dos grandes grupos: microhongos, con los que se hace indispensable el uso de instrumentos con aumento óptico para

su observación; y macrohongos, que se pueden observar a simple vista (Guzmán 2003, Mata 2003, Mueller et al 2004). Los macrohongos incluyen a los phyla Ascomycota y Basidiomycota. El phylum Basidiomycota incluye a la clase Agaricomycetes que se clasifica así:

Grupos o taxones	Nombre
Reino	Fungi
División	Basidiomycota
Subdivisión	Agaricomycotina
Clase	Agaricomycetes

3.1.3 Importancia de los hongos

Además de ser el segundo grupo más numeroso en especies, después de los insectos (Hawksworth 1990, Guzmán 1998), los hongos son organismos importantes en el reciclaje de la materia orgánica en la naturaleza, y por lo tanto en la formación del suelo y en la nutrición de muchas plantas y animales, permitiendo el flujo de energía a través de los ecosistemas naturales (Guzmán 1998, Mata 2003).

Forman asociaciones simbióticas que permiten el desarrollo de plantas (Guzmán 1998, Mata 2003); regulan el aumento o la disminución de poblaciones tanto vegetales como animales; además de ser relevantes en las monitorizaciones sobre los cambios atmosféricos en relación con la contaminación o la influencia del hombre; y son capaces de desdoblar materiales orgánicos complejos como lignina, celulosa y quitina (Guzmán, 1998).

3.1.4 Factores que determinan la distribución de macrohongos

La distribución de los macrohongos es poco conocida y confusa en muchos casos, debido en parte a los problemas para la determinación de las especies, a la falta de exploraciones y estudios taxonómicos, y sobre todo a las variantes e irregularidades en sus fructificaciones, ya que la fenología de los mismos también es poco conocida (Guzmán, 1998).

Ecológicamente la riqueza de una comunidad de macrohongos está influenciada por las variaciones en elementos del clima; temperatura y precipitación y de posición geográfica: altitud y longitud. La precipitación puede limitar la fructificación de los cuerpos fructíferos, ya sea por falta o exceso de agua, o por la temperatura, la cual tiene aún mayor impacto al estimular o retardar la misma (Mueller 1996, Mueller *et al* 2004). Los micólogos con amplia

experiencia en investigación han determinado que estos dos factores son los que más afectan a la diversidad. Por ejemplo, algunos macrohongos ectomicorrícicos como *Boletus*, *Suillus* y *Discomycetes* tienen una gran diversidad a grandes altitudes, mientras otros como los *Agaricales* son mucho más diversos en las bajas altitudes (Mueller 1996, Mueller *et al* 2004).

Otro factor que afecta directamente la riqueza y composición de la mayoría de macrohongos es el tipo de vegetación presente, porque constituye el hábitat y la provisión primaria de energía, factor que puede promocionar algún grado de especificidad de sustrato u hospedero (Mueller *et al* 2004).

La escala de la sucesión fúngica que también determina la distribución de estos organismos no se conoce bien, pero pueden presentarse al menos 2 situaciones: primero, la sucesión de macrohongos en un mismo sustrato en la producción de cuerpos fructíferos; sin embargo, hay que tomar en cuenta que todas las especies están presentes en el sustrato desde el inicio (formando el micelio); por lo que esta sucesión también envuelve cambios en la composición de la comunidad de los macrohongos, que se relacionan con el cambio en la composición del sustrato; segundo, la sucesión influenciada por el establecimiento de nuevas especies hospederas debido a los cambios en la vegetación, que tiene un impacto directo sobre la comunidad de macrohongos presente, manifestándose a través de cambios en la cantidad y calidad (tamaño y permanencia de los cuerpos fructíferos) de los macrohongos (Mueller *et al* 2004).

3.1.5 Metodología para muestrear macrohongos

El muestreo más comúnmente utilizado es el “oportunistico”, que consiste en coleccionar las especies que se presentan en el trayecto, el área mínima de muestreo debe estar entre 1 a 1000m², en parcelas cuadrangulares, rectangulares o circulares, pero según los objetivos del estudio se pueden realizar muestreos “oportunisticos” para determinar la diversidad y composición de especies de un área, lo que no permite estandarizar el esfuerzo de muestreo. Sin embargo no se puede utilizar al hacer comparación entre sitios, ya que para ello se necesita realizar un muestreo sistemático y estandarizado en cada sitio, evitando la sobre y subestimación de alguna de las especies (Mueller *et al* 2004).

Los muestreos estandarizados (o de parcelas) proveen datos cuantitativos porque se uniformiza el esfuerzo de muestreo en la escala espacio-temporal del estudio. El muestreo estandarizado en “unidades de muestreo” es apropiado para especies que fructifican en hojas,

troncos o conos, mientras que para los macrohongos humícolas y micorrícicos se requieren muestreos oportunistas (Mueller *et al* 2004).

El muestreo de estandarizado puede ser de dos tipos: 1. Submuestras dispersas. Las parcelas o transectos son establecidos sistemáticamente dentro del área que se desea muestrear, favoreciendo el monitoreo de macrohongos. 2. Muestreo adaptativo. En donde el investigador determina por conveniencia propia la cantidad y el tamaño de las parcelas de muestreo, según las observaciones que se realizan en el transcurso del muestreo (Mueller *et al* 2004).

Aunque el esfuerzo de muestreo para coleccionar macrohongos tiene impacto directo sobre la diversidad de macrohongos encontrada en un lugar en particular, los investigadores han acostumbrado utilizar variaciones de los métodos comunes, esto es muestrear todos los macrohongos en pequeñas subparcelas circulares (de 4 o 5m²) a lo largo de un transecto hasta totalizar 0.1 ha por sitio. Este muestreo a diferencia del destructivo (en donde se remueven los troncos y cortezas, entre otros) minimiza el impacto que se causa al sitio (Mueller *et al* 2004).

3.2 Estudios de macrohongos en el país

El primer muestreo de macrohongos realizado en Guatemala se publicó en 1948 (Sharp 1948) lo que dio inicio a la micología en nuestro país. Desde esa fecha se han publicado muchos trabajos de macrohongos, la mayoría de ellos relacionados con la taxonomía o etnomicología, y algunos pocos, con ecología de macrohongos. Los trabajos de taxonomía se basan en la determinación de especímenes encontrados en un área específica o la revisión de grupos taxonómicos. En Guatemala se han realizado 12 estudios de este tipo (Sharp 1948, Lowy 1980, Guzmán 1985, Sommerkamp 1985, Logemann 1987, Sommerkamp y Guzmán 1990, Aguilar 1994, Rizzo 1999, Flores y Simonini 2000, Bran *et al* 2001, Márquez 2001). Los trabajos etnomicológicos incluyen desde el conocimiento del uso que le dan las comunidades o individuos a los macrohongos, como el significado que puedan tener en el desarrollo de sus actividades diarias; ésta es una de las áreas más fuertes y mejor documentadas en lo referente al grupo. Hasta el momento se conocen 17 estudios etnomicológicos realizados en comunidades del altiplano guatemalteco y mercados (Lowy 1968, Lowy 1971, Lowy 1972, Lowy 1977, Argueta 1983, Guzmán 1985, Herrera 1991, Sommerkamp 1990, Sommerkamp 1992, Aguilar 1994, Ohi 1994, Torres 1994, Fuentes 1996, Guzmán 1997, Sommerkamp 1998, Bran *et al* 2001, Bran *et al* 2002). Los estudios ecológicos son pocos a pesar de la gran diversidad de

macrohongos que existe; son 6 los estudios realizados hasta la fecha, éstos incluyen temáticas como micorrizas, distribución de comunidades de macrohongos y grupos taxonómicos o especies. (Guzmán 1986, Sommerkamp 1994, Flores et al 2000, Quezada 2004 y 2005) Existen alrededor de 354 especies de macrohongos reportadas en Guatemala de los grupos *Ascomycota* y *Basidiomycota* (Morales 2005), de éstos, 70 se consideran comestibles, incluyendo especies no reportadas como comestibles, en la literatura extranjera (Bran *et al* 2003).

El trabajo de Quezada (2005) es el primero sobre macrohongos en los bosques tropicales de Guatemala, caracterizando la riqueza de macrohongos de la ZI del PNLL según la vegetación generada por el uso del suelo. De acuerdo con los resultados, existe un patrón heterogéneo dentro de las clases vegetales, los cuales se agruparon en tres grupos con relación a su riqueza: sitios poco perturbados, de mediana perturbación y de alta perturbación. Para darle complementariedad a los datos generados en ese estudio, se planteó controlar variables físicas para poder explicar la heterogeneidad resultante en el primer estudio. Los resultados mostraron que además de la clase vegetal, la luz es un factor influyente en la distribución de los macrohongos (Quezada 2005).

3.3 Ecología del paisaje

Se denomina paisaje a la dimensión cuyos elementos están dispuestos de manera tal que subsisten desde el todo. En el paisaje los elementos subsisten (rocas, agua, aire, plantas y animales), no como objetos caóticamente mezclados, sino como conexiones armónicas de estructura y función. El paisaje, es así un espacio físico y un sistema de recursos naturales en los que se integran las sociedades en un binomio inseparable Sociedad-Naturaleza (Forman y Godron 1986)

Los paisajes son influenciados directamente por el clima, geomorfología y perturbaciones, que están modificándolo a través de los días, años o siglos. La ecología del paisaje estudia “Paisajes” enfocándolos en tres características: estructura, función y cambio (Forman y Godron 1986).

Muchos fenómenos naturales y no naturales han contribuido a que los paisajes sean modificados, produciendo remanentes de vegetación nativa rodeadas por diferentes tipos de vegetación o usos de la tierra (matriz), que usualmente es predominante en el paisaje. (Forman 1986). A este proceso de modificación se le conoce como “perturbación paisajística”. La

“fragmentación del hábitat” es una de las fases de este proceso en donde se elimina la conectividad de la vegetación original. Las principales preocupaciones de los conservacionistas giran en torno a la fragmentación, ya que se considera un efecto directo de la intervención humana en el ambiente (Haila 2002, Saunders *et al.* 1991).

Es necesario aclarar que en este estudio definió como prioridad la ecología del paisaje y no la geoecología del paisaje que es la rama de las ciencias físico-geográficas, que proporciona una base para el análisis del territorio, permitiendo clasificar y delimitar unidades homogéneas por sus características (Mateo 2008). Esta priorización se basó, en la respuesta de los macrohongos a elementos como el clima, intensidad de la luz, sustrato, entre otros elementos que son analizados por la ecología del paisaje. Por lo tanto es necesario, sentar bases en cuanto a la distribución de macrohongos (en el paisaje según la perspectiva parche-corredor matriz), antes de abordar el aspecto geomorfológico de la geoecología del paisaje.

3.3.1 Fragmentación y remanentes de bosques

La fragmentación es la interrupción de la continuidad (Lord 1990). Es un proceso dinámico que genera cambios notables en el patrón de hábitat de un paisaje dado en el curso del tiempo. El término “fragmentación” se suele utilizar para describir cambios que se producen cuando grandes segmentos de vegetación se seccionan progresivamente, con lo cual quedan numerosos segmentos más pequeños separados unos de otros (Bennett 1999). Este proceso tiene tres componentes reconocibles: pérdida de hábitat, reducción de hábitat y aislamiento de hábitat (Bennett 1999, Haila 2002).

La fragmentación implica por definición, la disminución en el tamaño de los segmentos remanentes de hábitat, no es un proceso que ocurre al azar, está ligado principalmente a actividades humanas de cultivo, utilización de tierra para actividades agropecuarias, desarrollo urbano (Bennett 1999, Forman & Godron 1986, McIntre 1999).

Los remanentes (o parches) son ocasionados por eventos de perturbación o modificación que ocurren alrededor de un área, como los bosques delimitados por parcelas de cultivo u otros usos (Forman & Godron 1986). Dicha modificación presenta implicaciones en la estructura, composición biótica y el funcionamiento de hábitats (McIntre 1999).

3.3.2 Efectos de la fragmentación

La fragmentación tiene consecuencias intrínsecas sobre la diversidad biológica presente en los remanentes boscosos: pérdida de especies, cambios en parámetros poblacionales y cambios en los procesos ecológicos (Bennett 1999). Además se registran perturbaciones extrínsecas, como invasiones y aumento de depredación. Las especies generalistas se ven frecuentemente favorecidas al adaptarse rápidamente a estas perturbaciones a diferencia de las especialistas debido a su mayor sensibilidad (Lord 1990).

El tamaño y geometría del remanente afectan directamente los flujos físicos hacia fuera y adentro, pues el total de energía o nutrimentos en un parche es proporcional a su área. Los remanentes grandes contienen más nutrimentos y energía que los pequeños. Los movimientos de organismos se ven afectados por el tamaño y la geometría de los remanentes del paisaje, ya que el hábitat en que se encuentran inmersos los mismos, la matriz, puede a veces representar una barrera efectiva o no para limitar o facilitar dicha movilización respectivamente (Forman & Godron 1986).

El microambiente en el interior de un remanente de bosque es diferente al de un bosque de grandes extensiones. Factores ambientales tales como corrientes de viento y radiación solar, logran penetrar hacia adentro del remanente desde la matriz en donde por lo general las condiciones ambientales son más drásticas. La banda que logra ser penetrada se conoce como "borde". El efecto de borde es un fenómeno que ocurre de forma característica en paisajes perturbados, determinado en gran parte por la geometría y el tamaño del remanente. El efecto explica en parte la diferencia en la composición y abundancia de especies encontradas en el límite del parche y la matriz, debido a las diferencias ambientales dentro y fuera del remanente. Ésto es evidente cuando el parche y la matriz difieren en la estructura vertical de la vegetación (Forman & Godron 1986).

3.4 Estadística multivariada

Es un grupo de pruebas estadísticas pretende de manera simultanea examinar el comportamiento o relaciones de tres o más variables dependientes. Estas relaciones pueden ser de diversos tipos. Descriptivas como establecer perfiles, de separación de grupos, de segmentación, determinar influencias eficientes entre variables, entre otras.

En general se las clasifica en dos grandes grupos: 1. Métodos explicativos en donde se

consideran a las variables independientes como causas potenciales de las variables dependientes, por ejemplo regresión lineal, análisis discriminante, regresión logística, modelos de respuesta. 2. Métodos descriptivos tienen por objeto resumir el conjunto de datos obtenidos por las variables como el análisis de conglomerados, análisis factorial, análisis de gradiente directo: análisis de componentes principales, análisis de correspondencias simples y múltiples, etc.

3.4.1 Análisis de conglomerados (cluster) o agrupación jerárquica

Esta técnica consiste en clasificar individuos o variables semejantes entre sí en las variables medidas sin un criterio de clasificación a priori para identificar o usar el agrupamiento natural de las observaciones. Es frecuentemente utilizado como método exploratorio de datos con la finalidad de obtener mayor conocimiento sobre la estructura de las observaciones. (Jongman *et al.* 1995).

El objetivo principal del análisis de cluster es agrupar los objetos con propiedades similares. Este método se divide en dos tipos: 1. Aglomerativos: (también llamado árbol de agrupamiento) en donde los objetos que se consideran similares son los primeros que se agrupan. 2. Divisivos: trabajan normalmente dividiendo los objetos en predeterminado número de grupos para minimizar la varianza dentro de un grupo y maximizar la varianza entre los grupos. Se representa a través de un dendrograma.

3.4.2 Análisis de Gradiente Directo

El análisis de gradiente directo busca la correlación/regresión de sitios y especies con variables ambientales en el proceso de ordenación. Algunos de los métodos más usados son Análisis de Correspondencia Canónica (CCA), Análisis de Redundancia (RDA) y Análisis de Correspondencia Canónica Rectificado (DCA) (Jongman *et al.* 1995).

Los análisis de correspondencia son una extensión del método del promedio ponderado, los cuales exploran el gradiente de una matriz de especies por sitios y construye variables teóricas que mejor explican la variabilidad de los datos de las especies. El Detrended Correspondence Analysis –DCA- es la versión rectificadora del Análisis de correspondencia (CA), para destruir el efecto de arco que representa la dependencia cuadrática del segundo eje en relación al primer eje de ordenación

El análisis de Rectificado de Correspondencia (Detrended Correspondence Analysis –DCA-), calcula para cada especie un valor de la variable analizada. El análisis rectificado (Detrended) hace una ‘corrección’ si los dos ejes no son independientes, es útil para identificar el principal eje de variación dentro de datos (Jongman *et al.* 1995).

El análisis canónico es el análisis simultáneo de dos o varios grupos de datos, permite la comparación directa de dos matrices. El Análisis de Correspondencia Canónico –CCA- es un método de ordenación restringido basado en Análisis de Correspondencia (CA). En ésta técnica la ordenación de la matriz de especies es restringida por una regresión múltiple (promedio recíproco) de variables ambientales. De esta manera facilita la interpretación gráfica de estas relaciones y permite determinar el gradiente ambiental y evalúa (selecciona) las variables ambientales (Jongman *et al.* 1995).

4. JUSTIFICACION

Los hongos constituyen el grupo más diverso de organismos después de los insectos, se considera que se conoce apenas un 6 % del total que se estima para este grupo; y sin embargo, son un grupo que no ha recibido la atención suficiente a pesar del importante papel que éstos cumplen en el ecosistema. (Müeller 2004, Guzmán 1998).

En Guatemala los estudios ecológicos de macrohongos son escasos. La mayoría se han realizado con macrohongos comestibles en algunos municipios y bosques del altiplano guatemalteco (Argueta 1983, Bran 2003, Flores *et al* 2002, Herrera 1991, Morales 2001, Sommerkamp 1990), y a partir de ellos se ha iniciado la documentación de su diversidad. No obstante, aun no se conoce la diversidad de especies indicadoras de estados de perturbación, de función micorrízica, degradadora, especies claves en ciclos biogeoquímicos, entre otros.

La importancia ecológica de los macrohongos señala la necesidad de realizar estudios que permitan comprender su distribución, composición, fenología, usos y función ecosistémica. Y en este proceso es determinante distinguir especies indicadoras, para fortalecer el desarrollo de estrategias de conservación especialmente en regiones con alto grado de fragmentación. los estudios acerca de la composición de las comunidades de macrohongos demuestran una correlación con parámetros ambientales, tales como factores climáticos y edáficos (Mueller *et al* 2004)

Esta tesis de investigación contribuye en la construcción del conocimiento referente a la influencia de la geometría y tamaño de los remanentes de bosque de la Zona de Influencia de la Ecorregión Lachuá sobre la distribución de macronogos. Este conocimiento es valioso para planes locales y regionales de conservación, en paisajes en donde las influencias humanas juegan un papel determinante. Además esta tesis contribuye al fortalecimiento de la taxonomía y diversidad de macrohongos de Guatemala.

5. OBJETIVOS

5.1 General:

Analizar la distribución de macrohongos en los remanentes de bosques de la zona de influencia -ZI- de la Ecorregión del Parque Nacional Laguna Lachuá -PNLL-, Cobán, Alta Verapaz.

10 Específicos:

5.2.1 Determinar la influencia del tamaño y geometría de remanente de bosque sobre la distribución de macrohongos.

5.2.2 Analizar la influencia del “efecto de borde”, sobre la distribución de macrohongos en los remanentes de bosque.

5.2.3 Identificar las relaciones específicas entre planta-hongo, en los remanentes de bosque de la ZI del PNLL.

HIPÓTESIS

La distribución de macrohongos en los remanentes de bosque de la zona de influencia -ZI- del Parque Nacional Laguna Lachuá -PNLL- está determinada por la geometría y el tamaño del remanente, a nivel de paisaje.

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1 Localidad

7.1.1 Generalidades del PNLL y su Zona de Influencia

El Parque Nacional Laguna Lachuá –PNLL- y su zona de influencia -ZI- están localizados en el municipio de Cobán departamento de Alta Verapaz, tiene una extensión total de 42,000 Ha. De éstas, 27,500 pertenecen a la zona de influencia compuesta por todas las comunidades adyacentes al PNLL. La zona está delimitada por los ríos Chixoy e Icbolay al Oeste, Norte y Este; y al Sur por las montañas de la Sultana. Se encuentra dentro de las coordenadas 15°46'54', 15°59'11' y 15°57'19' Latitud Norte; 90°45'14', 90°34'38' y 90°45'26' Longitud Oeste. (CONAP 2004, Monzón 1999) (Ver anexo 13.1 pág 51)

El área está comprendida por dos zonas de vida (con base en el sistema de clasificación de Holdridge): Bosque muy húmedo Subtropical Cálido (bmh-s) y Bosque Subtropical Pluvial (bp-s) (Monzón 1999). El promedio de precipitación anual es de 3,300 mm, con 91.02% de humedad relativa y una temperatura de 25.3°C. Según el sistema de Thornthwaite, el clima predominante es el cálido y húmedo, con una época lluviosa que va de junio a octubre y un época seca entre febrero y abril (CONAP 2004, Monzón 1999).

El PNLL y su área de influencia tienen una gran variedad de humedales (ecosistemas acuáticos y planicies inundadas). Su principal cuerpo de agua es la Laguna Lachuá, que tiene una extensión de 400 Ha y una profundidad máxima estimada de 222 m y 8 km de perímetro. El lecho de la laguna es cárstico, con alto contenido de azufre y altas concentraciones de sales de calcio. El afluente superficial que la abastece está conformado por el río Peyan y temporalmente por el río Escondido; drena hacia el río Chixoy por el río Lachuá y río el Altar. Todo este sistema pertenece a 3 subcuencas: la del río Chixoy, Icbolay e Ixloc; formadas por 14 microcuencas (CONAP 2004).

Los suelos están desarrollados a partir de materiales calcáreos a elevaciones bajas y medianas, son poco profundos, moderadamente bien drenados, con un pH de 6.5 a 7, y muy susceptibles a la erosión (Monzón 1999). El 76.58% es de vocación forestal y conservación (CONAP 2004).

7.1.2 Características del paisaje en la zona de influencia del PNLL

En el PNLL y su zona de influencia (zona de amortiguamiento) se encuentran los siguientes elementos: cuerpos de agua (0.3%), zonas pobladas (1.2%), agricultura y pastos (25.4%), arbustos (incluye regeneración natural) (8.5%), bosque inundado (2.5%), bosque abierto (18.93%), bosque de densidad media (33%) y bosque cerrado (10.52%) (CONAP, 2004). A una escala más fina éstas han sido definidas de acuerdo con los usos antropogénicos, en ocho clases vegetales producto del uso y manejo de la tierra (ver cuadro 1), las que además varían continuamente a través del tiempo, existiendo por períodos cortos o bien siendo abandonadas hasta convertirse en áreas homogéneas (Ávila, 2004).

Cuadro 1: Clases vegetales de la zona de influencia PNLL

Clase vegetal	Características
Bosque	Dominancia del estrato arbóreo, escaso sotobosque. Incluye las regiones de bosque quemadas por incendios y que poseen árboles de crecimiento secundario
Bosque con Cardamomo	Presencia de árboles altos y gruesos que brindan sombra a plantaciones de cardamomo. Sotobosque ausente
Guamil rango I	Incluye milpa luego de la cosecha, herbáceas y algunos arbustos. Altura entre 0.1 a 3 mts.
Guamil rango II	Dominancia de árboles delgados como el <i>Cecropia</i> y <i>Schizolobium</i> . Arbustos de 0 a 4 mts
Guamil rango III	Dominancia de árboles y arbustos con mayor altura y diámetro. Altura mayor a los siete metros, pocas herbáceas.
Cultivo	Complejo de cultivos de maíz, frijol, ayote, etc. Ausencia de árboles, escasos o ningún arbusto, presencia de herbáceas pioneras.
Potrero	Con o sin la presencia de árboles, utilizados para sombra del ganado. Palmas como <i>Orbignya</i> y algunos arbustos. Predominancia de gramínea
Potrero con guamil	Potrero con al menos un año de abandono, herbáceas y algunos arbustos altos.

Fuente: Ávila 2004

La distribución vegetal depende en cierto grado del manejo local de la región. La diversidad florística puede deberse a dos factores: el mantenimiento de la región como una unidad de paisaje y la continuidad de las prácticas espaciales y temporales del uso de la tierra (Backes 2000 citado por Ávila 2003).

García (2002) concluyó que el mosaico de hábitats en la región se debe a la transformación de remanentes de bosque en parches de guamil, por la dinámica rotacional de cultivos y uso del suelo, lo que provoca mayor impacto antropogénico sobre procesos naturales.

7.2 Universo y Muestra

El universo de estudio comprendió todos los ejemplares de macrohongos pertenecientes a la clase Agaricomycetes que se encontraron en los remanentes de bosque de la ZI del PNLL. La muestra se definió por los macrohongos colectados en los 8 remanentes de bosque ubicados en la ZI del PNLL durante los meses de julio a septiembre de 2005, tres colectas en total.

7.3 Recursos materiales y suministros*

- | | | |
|----------------------------|---|----------------------------|
| ▪ Brújula | ▪ Películas fotográficas | ▪ Estufa eléctrica * |
| ▪ GPS* | ▪ Cajas | ▪ Guías de identificación* |
| ▪ Cinta de marcaje* | ▪ Bolsas | ▪ Computadora |
| ▪ Cinta métrica * | ▪ Marcadores | ▪ Impresora |
| ▪ Densitómetro* | ▪ Machete | ▪ Hojas de papel bond |
| ▪ Bolsas de polipapel | ▪ Cajas plásticas | ▪ Lapiceros y lápices |
| ▪ Lapiceros | ▪ Cámara fotográfica | ▪ Guías de macrohongos* |
| ▪ Hojas | ▪ Microscopio* | ▪ Discos compacto |
| ▪ Hojas de descripciones | ▪ Estereoscopio* | ▪ Diskettes |
| ▪ Hojas de afeitar | ▪ Porta objetos | |
| ▪ Reactivos.*: KOH, Melzer | ▪ Cubreobjetos | |
| ▪ Libreta de campo | ▪ Reactivos* (KOH, Melzer, | |
| ▪ Papel encerado | H ₂ O destilada, Floxina, Azul | |
| ▪ Guías de campo* | de crisol, aceite de inmersión) | |
| ▪ Lupa | ▪ Ocular micrométrico* | |
| ▪ Secadora | ▪ Platina* | |

* Materiales y suministros facilitados por el herbario USCG y escuela de Biología USAC

7.4 Método

7.4.1 Diseño experimental

- **Tratamientos:** remanentes con geometrías cuadrada de tamaño grande y pequeño; y remanentes con geometría rectangular de tamaño grande y pequeño.
- **Unidad Experimental:** un remanente con cada geometría y tamaño, y una réplica de cada uno.
- **Unidad muestral:** parcelas circulares de 5 m², sobre los transectos perpendiculares que atravesaron cada remanente.
- **Temporalidad:** 3 muestreos en julio, agosto y septiembre de 2005
- **Análisis estadístico:** Análisis de agrupamiento jerárquico, análisis de correspondencia rectificado y análisis canónico de correspondencia.
- **Variable Respuesta:** Morfoespecies de macrohongos.
- **Variabes independientes:** densidad de luz en el dosel, composición fisicoquímica del suelo y materia orgánica composición de especies arbóreas

7.4.2 Procedimiento

A partir de la imagen satelital de la República de Guatemala (Landsat 2001), se realizó una clasificación de la vegetación para identificar remanentes de bosque. Con esta información se construyó un histograma de frecuencias para clasificar los remanentes de bosque con respecto a su tamaño y geometría.

Para determinar el área mínima de un remanente pequeño o grande se utilizó un factor obtenido de la clasificación supervisada de la imagen satelital del área. Se rodeó el remanente midiendo todos sus lados y se aproximó el área de cobertura vegetal; si el remanente tuvo un área máxima de 10,000 mts² se consideró como un remanente “pequeño” y si el área era mayor el remanente se ubicó en la categoría “grande”. (ver cuadro 2)

El segundo paso fue determinar la geometría del remanente, para esto se idealizó la forma de cada remanente a un polígono cuadrangular; se midió el largo y el ancho obteniendo de estos datos un cociente de la división de largo/ancho, si el cociente fue mayor a 0.6 el remanente se clasificó como cuadrado, si el cociente fue menor que 0.6 se ubicó al remanente en la categoría rectángulo. El cuadro 2 resume toda la información.

Con la información anterior se seleccionó a los más representativos y se clasificaron en 4 tratamientos, según las combinaciones de geometría y tamaño: 1. remanente grande-rectangular, 2. remanente grande-cuadrado, 3. remanente pequeño-rectangular y 4. remanente pequeño-cuadrado. De cada tratamiento se obtuvieron dos réplicas (remanentes). Cada remanente de bosque se localizó y georreferenció.

Cuadro 2: clasificación de geometría y forma de los remanentes

Código	Lugar	Tamaño ¹		Área ²	Factor largo/ancho	Tamaño	Geometría
		Largo	Ancho				
CG-SBI	San Benito I	200	170	34,000	0.85	Grande	Cuadrado
CG-SBII	San Benito II	185	115	21,275	0.62	Grande	Cuadrado
RG-SLL	Santa Lucía L	310	160	49,600	0.51	Grande	Rectangular
RG-SML	San Marcos L	335	160	53,600	0.47	Grande	Rectangular
CP-SBI	San Benito I	65	65	4,225	1	Pequeño	Cuadrado
CP-SBII	San Benito II	115	115	5,175	1	Pequeño	Cuadrado
RP-SML	San Marcos L	100	55	5,500	0.55	Pequeño	Rectangular
RP-SLV	San Luis Vist.	115	45	5,175	0.39	Pequeño	Rectangular

Se marcaron dos transectos lineales perpendiculares con orientación norte-sur, este-oeste (ver figura 1) en el remanente, para un total de 16 transectos, dos por cada remanente; para identificar los transectos se les asignó los números 1 al transecto más largo del remanente y 2 al transecto corto. Sobre los transectos perpendiculares, cada 5 metros, se marcó una parcela circular de 5 m² (figura 1), dentro de la cual se colectaron el total de macrohongos encontrados.

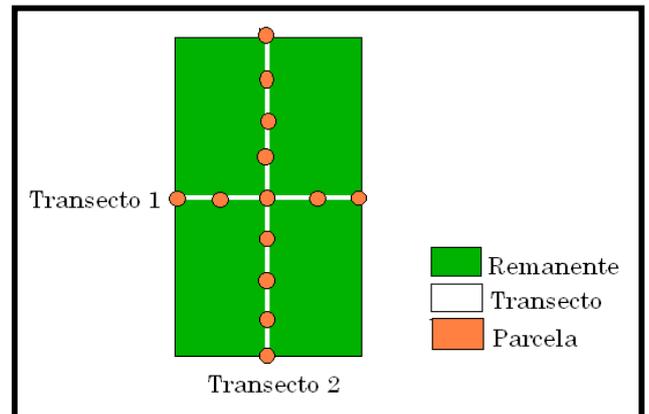


Figura 1: Marcaje de transectos en remanentes de bosque

¹ Medidas en Metros lineales

² Medidas en Metros cuadrados

7.4.3. Colecta y almacenamiento

Se realizaron tres colectas en cada remanente de bosque durante los meses de julio, agosto y septiembre de 2005. En el lugar en donde se encontró cada macrohongo se realizaron anotaciones de número de colecta, vegetación encontrada sobre el transecto (especies vegetales con DAP>10), hábito del macrohongo y ubicación en el transecto (distancia en metros desde el borde del remanente). Para la colecta del macrohongo se siguió el método tradicional que consiste en coleccionar el cuerpo fructífero del macrohongo desde la base y se tomó también una pequeña muestra del sustrato para su posterior descripción. (Guzmán 2004, Mata 2003) (ver anexo 13.2 pagina 52). Los macrohongos coleccionados fueron depositados en la sección de hongos del Herbario BIGU, Escuela de Biología de la Facultad de CCQQ y Farmacia, USAC.

7.4.4. Análisis de factores físico químicos

Para determinar el efecto de borde en los remanentes, los datos se separaron en los cuatro tratamientos mencionados en el inciso 7.3.2. Se prepararon cuadros de comparación por factor para categorizar los sitios según la presencia de especies y así verificar su establecimiento en cuanto a la relación entre geometría y tamaño. A continuación los factores tomados en cuenta.

a. Suelo y materia orgánica

En cada uno de los remanentes de bosque se tomaron muestras de suelo de la siguiente forma: primero se midió el largo y ancho total de cada remanente utilizando los transectos

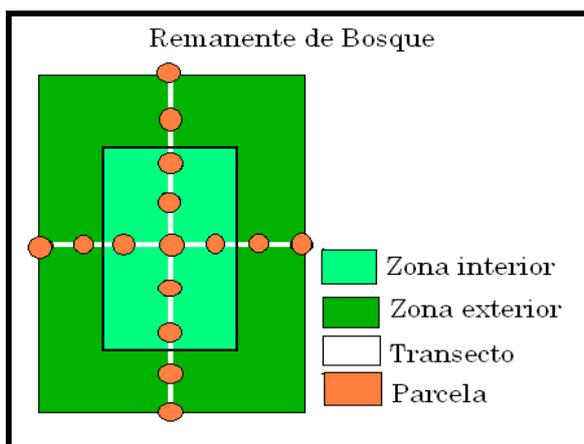


Figura 2: Zonificación remanentes para toma de muestras de suelo y materia orgánica

como guía, después se calculó el punto medio entre el interior y cada extremo; en ese punto se delimitaron dos categorías: 1. muestras obtenidas de la zona central del remanente o muestras del interior y 2. muestras obtenidas de la zona externa del remanente (ver figura 2).

En cada remanente se limpiaron los restos de materia orgánica de donde se obtuvo la muestra de suelo, y se tomaron 5 porciones diferentes de suelo de los primeros 10 cms de profundidad (horizonte A). Tomándose muestras en la zona interior como en la exterior, las 5 porciones de cada zona se unieron para formar

una sola muestra que incluyera la mayor variabilidad de los factores a evaluar, manteniendo las diferencias del interior y exterior. (ver cuadro 3)

Cuadro 3: Unidades muestrales para análisis de suelo y materia orgánica

No.	Nombre	Código	Tipo de muestra de suelo y materia orgánica en el remanente
1	CG-SBI	A	Del exterior
2	CG-SBI	C	Del interior
3	CG-SBII	A	Del exterior
4	CG-SBII	C	Del interior
5	RG-SLL	A	Del exterior
6	RG-SLL	C	Del interior
7	RG-SML	A	Del exterior
8	RG-SML	C	Del interior
9	CP-SBI	A	Del exterior
10	CP-SBI	C	Del interior
11	CP-SBII	A	Del exterior
12	CP-SBII	C	Del interior
13	RP-SML	A	Del exterior
14	RP-SML	C	Del interior
15	RP-SLV	A	Del exterior
16	RP-SLV	C	Del interior

Al igual que las muestras de suelo, la materia orgánica (MO) de cada remanente se separó en dos clases, MO del interior y MO del exterior del remanente, para coleccionar la muestra se tomó la materia en descomposición sobre el suelo teniendo cuidado de no incluir elementos ajenos a la vegetación del área como basura, y las porciones de materia orgánica encontradas se unieron en una sola muestra para su análisis posterior.

Los análisis de suelo y materia orgánica se realizaron en el laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía, donde a cada muestra se midió el pH, % de humedad relativa, contenido de macronutrientes como fósforo, potasio, calcio y algunos micronutrientes (anexo 13.3 pág 53).

b. Composición de la vegetación

Sobre los transectos se tomaron datos de todos los árboles con DAP ≥ 10 (diámetro a la altura del pecho), no se tomaron en cuenta datos de abundancia de especies arbóreas,

únicamente presencia-ausencia. Se realizó una tabla en donde se ubicaba la posición del árbol en metros lineales tomando como referencia el borde del remanente y se registraron las morfoespecies de hongos que se colectaron en ese punto, y una tabla general de presencia ausencia de especies arbóreas en los 8 remanentes.

Los datos analizaron desde dos perspectivas. 1) análisis de ordenamiento jerárquico, para observar las similitudes de la composición vegetal entre remanentes; y 2) análisis de ordenamiento jerárquico y de correspondencia canónica para observar si la distribución de macrohongos es o no dependiente de la vegetación presente en el remanente.

c. Densidad de luz en el dosel

Para la toma de datos se utilizó un densitómetro, que se emplea para medir la cantidad de luz que penetra el dosel del bosque. Un densiómetro es un artefacto que lleva dentro un espejo cóncavo con una rejilla que refleja el dosel en lo alto. Se contó el total de rejillas cubiertas por la sombra de los árboles y se sacó el porcentaje de cobertura. En cada parcela se tomaron cuatro mediciones en dirección norte, sur, este y oeste, y finalmente se obtuvo un promedio.

Como el número de parcelas fue muy variable debido a que los remanentes no presentaron las mismas medidas de largo y ancho, se realizó un cuadro en donde se incluyeron datos que permitían guardar la proporción de los remanentes, para comparar este factor. Se ubicaron tres puntos básicos en cada transecto, uno por cada uno de los extremos del transecto y el punto central. Luego entre el punto central y el punto extremo se marcaron nuevamente dos puntos equidistantes entre sí para obtener el gradiente de luz de exterior hacia adentro del remanente en siete puntos sobre el transecto. (Ver figura 3). En total se obtuvo una muestra de 16 transectos (dos por cada remanente), que se evaluaron independientemente para observar su similitud por la densidad de luz que penetra en el dosel.

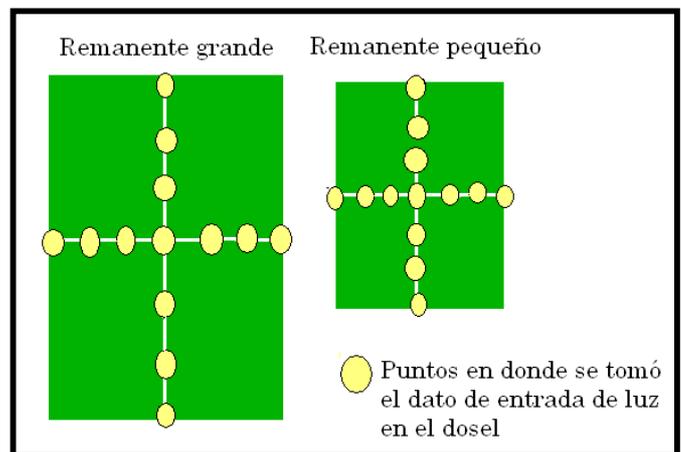


Figura 3: Puntos de referencia para toma de datos de densidad de luz en el dosel en remanentes de diferente tamaño.

7.4.5. Determinación de las muestras

La determinación de morfoespecies se realizó con apoyo de la caracterización macroscópica de cada ejemplar, en cada colecta (ver anexo 13.4 pág. 54). Al finalizar la descripción se secó cada ejemplar para eliminar el agua y evitar su descomposición. Luego se guardó en bolsas de polipapel con su descripción respectiva para facilitar la determinación de cada ejemplar. En el laboratorio se realizó una descripción microscópica (ver anexo 13.5 pág 55) de cada ejemplar colectado.

Con el apoyo de claves dicotómicas y ayuda de expertos en taxonomía se pudo determinar algunos macrohongos hasta especie o género cuando este fue posible, el resto se clasificó en morfoespecies por familias encontradas.

Las morfoespecies se determinaron haciendo una tabla general por géneros, en donde se conciliaron las características macroscópicas y microscópicas comunes y las diferencias entre muestras. Las muestras que coincidieron en la mayoría de las características se nombraron como la misma morfoespecie asignándoles un número al género ya conocido, y se continuó la numeración hasta completar el género examinado. Este procedimiento se realizó con todas las muestras incluyendo la totalidad de familias y géneros.

7.4.6 Análisis de datos:

Los datos se ingresaron al programa Excel (Microsoft 2000), para elaborar la base de datos binomial (presencia-ausencia) de especies (descriptores) y tipo de remanente (objetos).

Para determinar la relación existente entre las variables ambientales, distribución y composición de especies, se realizaron análisis jerárquicos de agrupamiento y de correspondencia rectificado (DCA), para ello se utilizaron datos de presencia-ausencia. Este tipo de pruebas permitió visualizar los remanentes similares en cuanto a la composición de especies y clasificarlos en grupos (Jongman *et al.* 1995) la diferencia entre las dos pruebas radica en que el análisis de correspondencia agrupa los elementos con base a un gradiente que se representa en un plano cartesiano y el análisis jerárquico solo en grupos ecológicos.

Para poder determinar la influencia de la geometría y tamaño (efecto de borde) sobre los individuos se realizaron análisis tomando en cuenta la presencia-ausencia de los individuos en los sitios con respecto a las variables físico-químicas evaluadas, utilizando análisis de

correspondencia rectificadora -DCA- para corroborar con los diagramas la asociación o formación de grupos entre remanentes que muestran características similares (tamaño y geometría). Los datos de suelo, materia orgánica, densidad de luz y vegetación se analizaron con -DCA- también para este fin.

Se estimó la influencia del tamaño y la geometría del remanente sobre la distribución de macrohongos, analizando los transectos y parcelas de cada remanente, evaluando su similitud en cuanto a composición de macrohongos utilizando como herramienta el análisis de correspondencia -DCA-. Finalmente se realizó un análisis de canónico de correspondencia -CCA-, para establecer relaciones específicas planta-hongo (Jongman *et al.* 1995).

8. RESULTADOS

8.1 Diversidad y distribución de macrohongos

Se colectó un total de 583 especímenes, distribuidos en 170 morfoespecies de macrohongos de la clase Agaricomycetes distribuido en siete órdenes (ver tabla 1).

Tabla 1: Total de morfoespecies colectadas

Subclase	Orden	Familia	Total ³	%
Agaricomycetes	Agaricales	Coprinaceae	5	2.94
		Cortinariaceae	1	0.59
		Entolomataceae	16	9.41
		Hygrophoraceae	5	2.94
		Lepiotaceae	3	1.76
		Morfoespecies	3	1.76
		Pleurotaceae	2	1.18
		Pluteaceae	5	2.94
		Tricholomataceae s. Sr.	88	51.18
		Schizophyllaceae	1	0.59
	Cantharellales	Hydnaceae	1	0.59
	Hymenochaetales	Hymenochaetaceae	2	1.18
	Polyporales	Ganodermataceae	1	0.59
		Coriolaceae	8	4.71
		Lentinaceae	1	0.59
		Polyporaceae	12	7.06
	Stereales	Podoscyphaceae	2	1.18
Steccherinaceae		1	0.59	
Stereaceae		7	4.12	
Gomphales	Ramariaceae	5	2.94	
Auriculariales	Auriculariaceae	1	0.59	

Fuente: Datos experimentales 2005

La tabla 2 detalla el total de morfoespecies colectadas por remanente, siendo el más diverso el remanente CG-SBI con 61 especímenes diferentes y el menos diverso RP-SML con

³ Total de morfoespecies

22; con una diferencia de 39 ejemplares entre los valores extremos, que se distribuyen entre el resto de remanentes. Los sitios con mayor tamaño presentaron mayor número de morfoespecies que los sitios de menor tamaño.

Tabla 2: Total de morfoespecies colectadas por remanente

Remanente	Total
CG-SBI	61
RG-SLL	42
RP-SLV	41
CG-SBII	40
CP-SBII	34
RG-SML	33
CP-SBI	30
RP-SML	22

Fuente: Datos experimentales 2005

Las morfoespecies presentes en siete de los ocho de los sitios fueron (sin importar la identidad del sitio): *Marasmius 2*, *Marasmius 20*, *Marasmius 31*, *Marasmius 5*, *Marasmius 55*; le siguen *Marasmiellus 6*, *Marasmius 1*, *Marasmius 15*, *Marasmius 16*, *Stereum 1* con presencia en 6 de los 8 remanentes. Un total de 55 morfoespecies aparecen en 2 o más sitios, el resto (115) solamente se encontraron en uno de los ocho remanentes (tabla 3).

Tabla 3: Total de sitios en los que se encontró cada ejemplar

Familia	Morfoespecie	Total de sitios por especie
Ticholomataceae	<i>Marasmius 2</i>	7
	<i>Marasmius 20</i>	7
	<i>Marasmius 31</i>	7
	<i>Marasmius 5</i>	7
	<i>Marasmius 55</i>	7
	<i>Marasmiellus 6</i>	6
	<i>Marasmius 1</i>	6
	<i>Marasmius 15</i>	6
	<i>Marasmius 16</i>	6
	Stereaceae	<i>Stereum 1</i>

Continúa en siguiente página...

...Continúa Tabla 3 página anterior

Familia	Morfoespecie	Total de sitios por especie
Tricholomataceae	<i>Marasmius 36</i>	5
	<i>Marasmius 7</i>	5
	<i>Tetrapyrgos nigripes (Schwein.) E. Horak</i>	5
	<i>Tricholomataceae 8</i>	5
	<i>Trogia cantharelloides (Berk.) Singer</i>	5
Entolomataceae	<i>Ento 60</i>	4
Tricholomataceae	<i>Marasmius 10</i>	4
	<i>Marasmius 51</i>	4
	<i>Tricholomataceae 12</i>	4
Coriolaceae	<i>Datronia caperata (Berk.) Ryvarden</i>	3
Pleurotaceae	<i>Lentinus crinitus (L.) Fr.</i>	3
Tricholomataceae	<i>Marasmiellus 2</i>	3
	<i>Marasmiellus 20</i>	3
	<i>Marasmiellus volvatus Singer</i>	3
	<i>Marasmius 17</i>	3
Polyporaceae	<i>Polyborus 1</i>	3
	<i>Rigidoporus 1</i>	3
Tricholomataceae	<i>Tricholomataceae 11</i>	3
	<i>Tricholomataceae 91</i>	3
	<i>Tricholomataceae 94</i>	3
	<i>Caripia montagneii</i>	2
	<i>Collybia 5</i>	2
Coprinaceae	<i>Coprinus 7</i>	2
Podoscyphaceae	<i>Cotylidia 2</i>	2
Entolomataceae	<i>Entoloma 2</i>	2
	<i>Entotoloma 52</i>	2
	<i>Entoloma 54</i>	2
Hygrophoraceae	<i>Hygrocybe 4</i>	2
Hymenochaetaceae	<i>Hymenochaete 1</i>	2
Tricholomataceae	<i>Marasmiellus 1</i>	2
	<i>Marasmiellus 19</i>	2
	<i>Marasmiellus 21</i>	2
	<i>Marasmiellus 22</i>	2
	<i>Marasmius 23</i>	2
	<i>Marasmius 57</i>	2
	<i>Marasmius 60</i>	2
	<i>Marasmius 61</i>	2

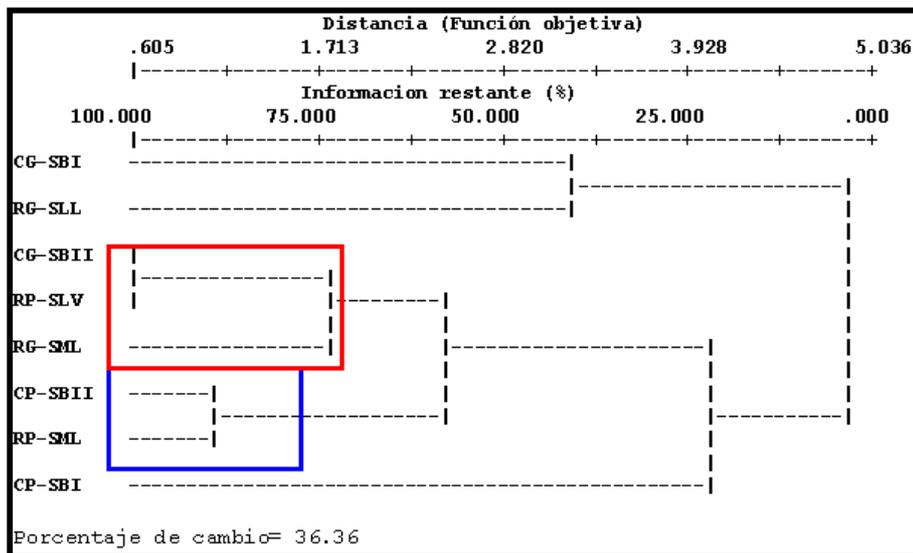
Continúa en siguiente página...

...Continúa Tabla 3 página anterior

	<i>Polyporus</i> 31	2
	<i>Pseudofavolus cucullatus</i> (Mont.) Pat.	2
	<i>Ramaria</i> 3	2
Stereaceae	<i>Stereum</i> 4	2
Coriolaceae	<i>Trametes villosa</i> (Sw.) Kreisel.	2
	<i>Tricholomataceae</i> 23	2
Tricholomataceae	<i>Tricholomataceae</i> 68	2
	<i>Tricholomataceae</i> 71	2

Fuente: Datos experimentales 2005

El análisis de agrupación jerárquica (gráfico 1), según la composición de macrohongos de los remanentes de bosque, muestra la formación de dos grupos muy cercanos (porcentaje de similitud mayor a 70%) debido a la composición de macrohongos: 1. **CG-SBII, RP-SLV, RG-SML** y 2 **CP-SBII, RP-SML**. En el grupo 1 se incluyen a remanentes de diferentes características de tamaño y geometría, mientras que en el segundo grupo se unen remanentes que poseen el tamaño como común denominador. El resto de remanentes (**CG-SBI, RG-SLL y CP-SBI**) se encuentra totalmente separado, es decir no hay ninguna similitud entre ellos.



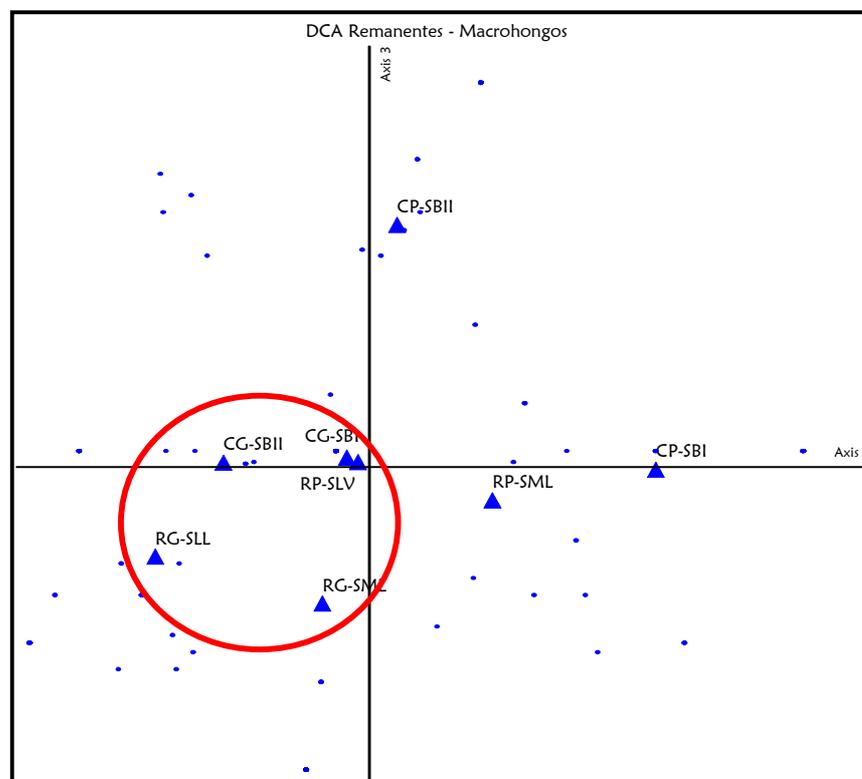
Fuente: Datos experimentales 2005

Gráfico 1: Dendrograma del análisis de agrupamiento según la composición de morfoespecies en los remanentes de bosque.

El análisis de correspondencia rectificada (DCA) (gráfico 2), evidencia la formación de grupo correspondiente a remanentes de tamaño grande. En el gráfico se observa la cercanía

entre remanentes grandes, con lo que se infiere que existen algunas morfoespecies de macrohongos que se desarrollan en condiciones específicas que se favorecen en remanentes de este tamaño. Estas especies permiten agruparlos y diferenciarlos del resto, que no guarda ninguna coincidencia o relación pues se ubican en posición contraria en el diagrama.

Los análisis de agrupamiento y de ordenación mostraron la tendencia de los remanentes del mismo tamaño a ser homogéneos por la composición de macrohongos. La geometría no fue un factor determinante en esta agrupación.



Fuente: Datos experimentales 2005

Gráfico 2: DCA composición de macrohongos en remanentes. (Ejes 2 y 3).

8.2 Influencia del efecto de borde sobre la distribución de macrohongos (tamaño y la geometría del remanente)

8.2.1 Distribución de macrohongos dentro de las parcelas de los remanentes

La respuesta de las parcelas de remanentes grandes (177 parcelas) al análisis de correspondencia rectificado, fue la separación en dos grupos: uno con aproximadamente 30 parcelas, en su mayoría parcelas del exterior del remanente, que además se caracterizaron por tener morfoespecies únicas o poco abundantes. El otro grupo formado por parcelas con

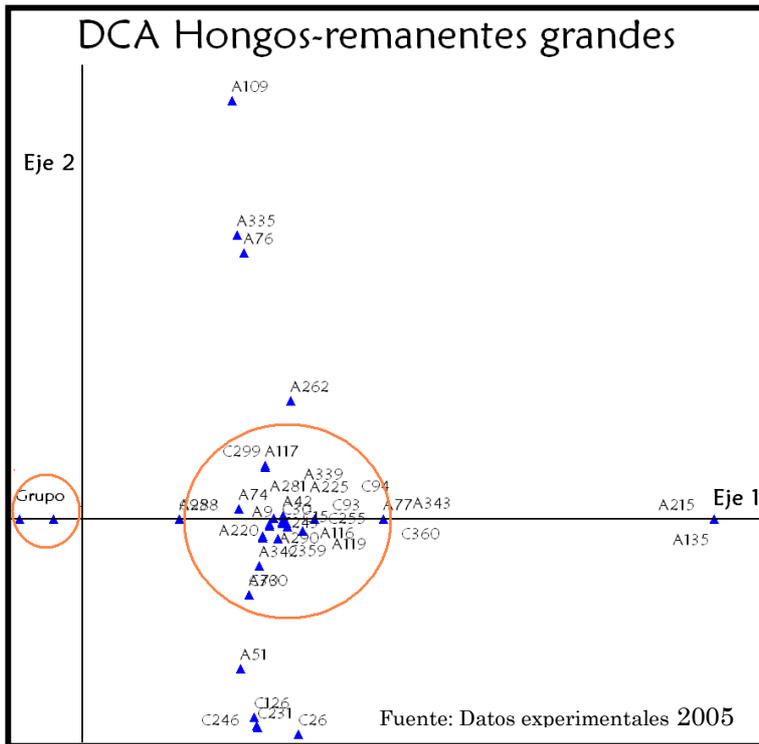


Gráfico 3: composición de macrohongos en remanentes grandes

morfoespecies comunes y de mayor abundancia (gráfico 3). La distancia entre los grupos y las parcelas muestra la disimilitud en cuanto a la composición de macrohongos entre parcelas del interior y del exterior.

Los remanentes pequeños mostraron un patrón similar al anterior (gráfico 4), un grupo grande que incluyó a la mayoría de parcelas y el resto se dispersó en el diagrama en posición contraria, es decir que estos grupos difieren totalmente en cuanto a composición

de macrohongos. La mayoría de estas parcelas dispersas se ubican en el exterior de los remanentes, y no forman un grupo debido a que poseen morfoespecies raras o poco abundantes. El grupo de parcelas del interior coincide con especies abundantes que se desarrollan únicamente en el interior de los remanentes.

De 143 parcelas de los remanentes cuadrados (gráfico 5), 112 se unieron en un grupo en donde predominaron parcelas del exterior, caracterizadas por poseer morfoespecies poco abundantes y raras; y el otro grupo contiene en su mayoría parcelas del interior con especies abundantes y comunes.

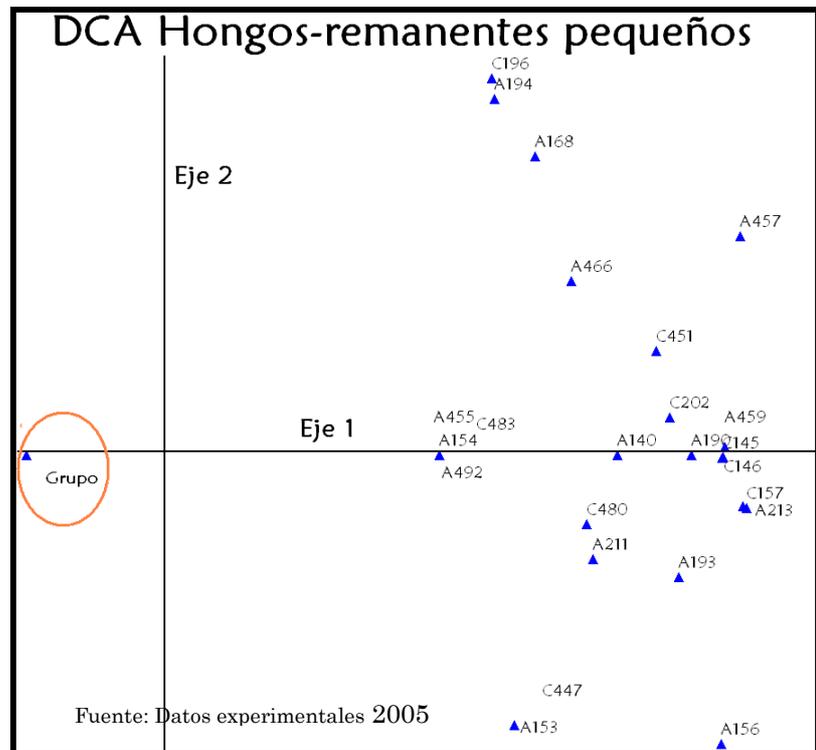


Gráfico 4: DCA composición de macrohongos en remanentes pequeños

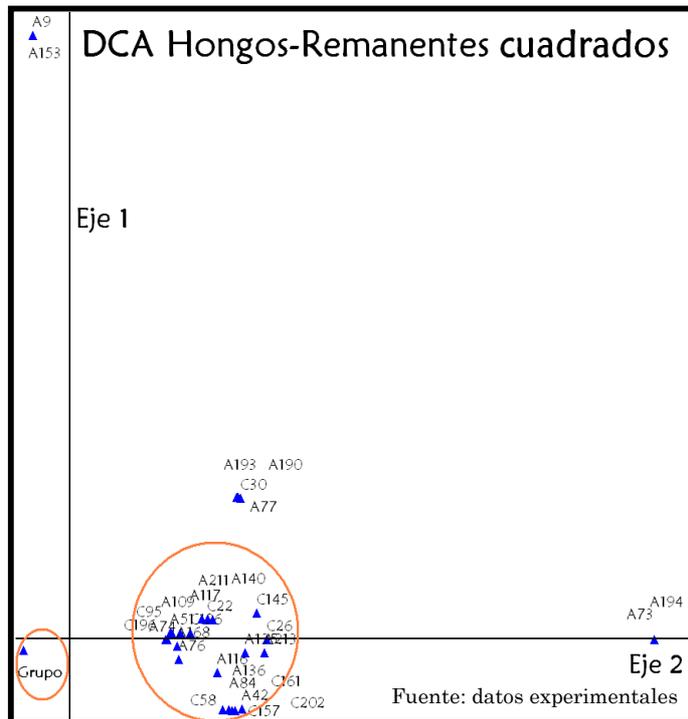


Gráfico 5: DCA composición de macrohongos en remanentes cuadrados

En general, en remanentes de tamaño grande y con geometría cuadrangular, las morfoespecies de macrohongos del interior son similares. En remanentes rectangulares las morfoespecies del interior son disímiles y las del exterior son similares.

Tres grupos se separan claramente en el diagrama de ordenamiento (gráfico 6) de las parcelas rectangulares. El grupo principal, a diferencia de los anteriores, contiene básicamente parcelas del exterior con especies raras y poco abundantes como predominantes en este tipo de remanentes. Las parcelas del interior evidenciaron una fuerte divergencia en cuanto a la composición de morfoespecies por la formación de dos grupos alejados en el diagrama, demostrando su disimilitud en composición de macrohongos.

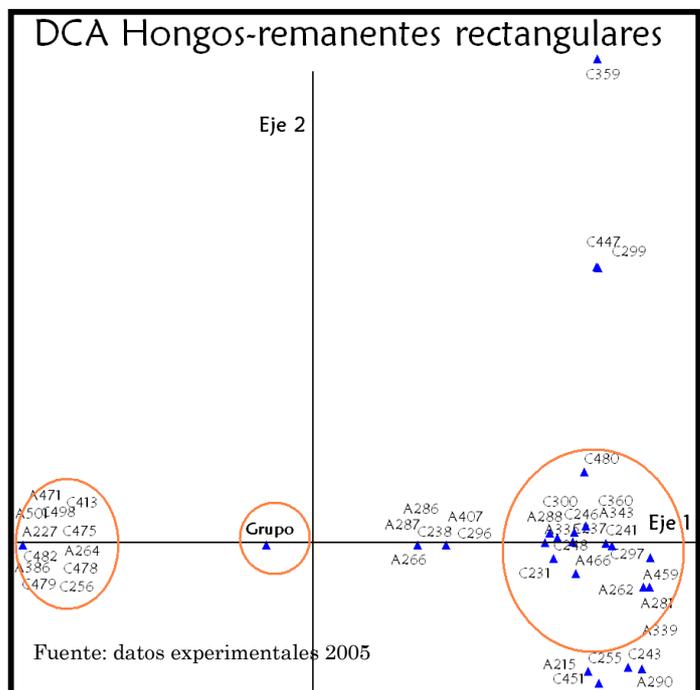


Gráfico 5: DCA composición de macrohongos en remanentes rectangulares

8.2.2 Distribución de macrohongos en los transectos.

Al someter todos los transectos a un análisis de correspondencia (gráficos 7 y 8) se

observa la semejanza entre los 16 transectos. De ellos 12 transectos se distribuyeron principalmente sobre el eje uno, y 4 transectos se distribuyeron sobre el segundo eje.

Esta distribución sobre los ejes, refleja la semejanza en cuanto a composición de macrohongos, los transectos disímiles pertenecen principalmente a remanentes rectangulares en donde abundan las morfoespecies raras y poco abundantes; estas les alejan del grupo principal distribuido a lo largo del eje 1.

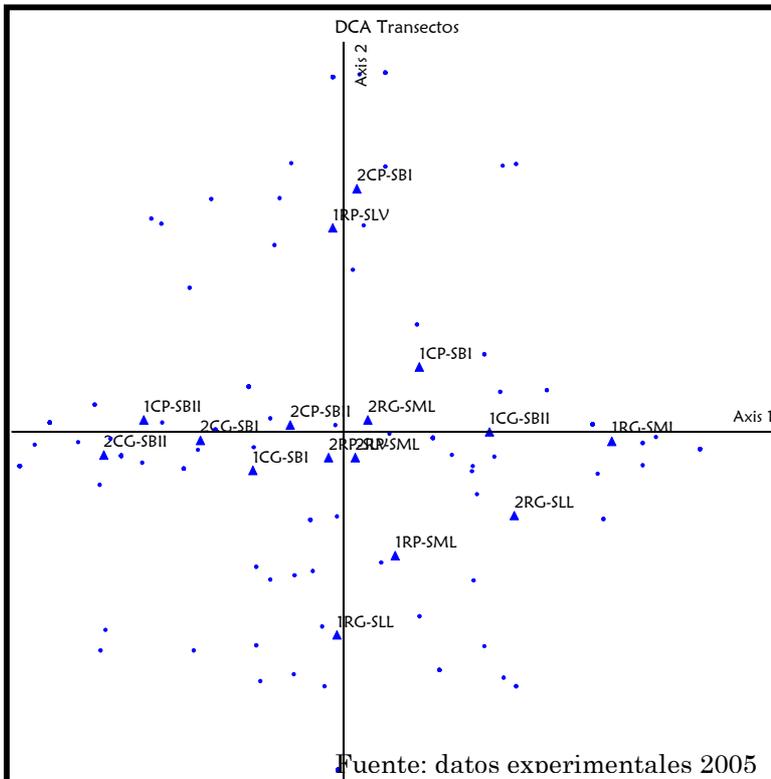


Gráfico 7: DCA distribución de macrohongos en transectos

Los transectos más homogéneos por su composición de macrohongos son los que se encuentran dentro de los remanentes cuadrados sin importar su tamaño. El diagrama también muestra que los transectos pertenecientes a remanentes con geometría rectangular son más disímiles entre sí, que los remanentes con geometría cuadrada.

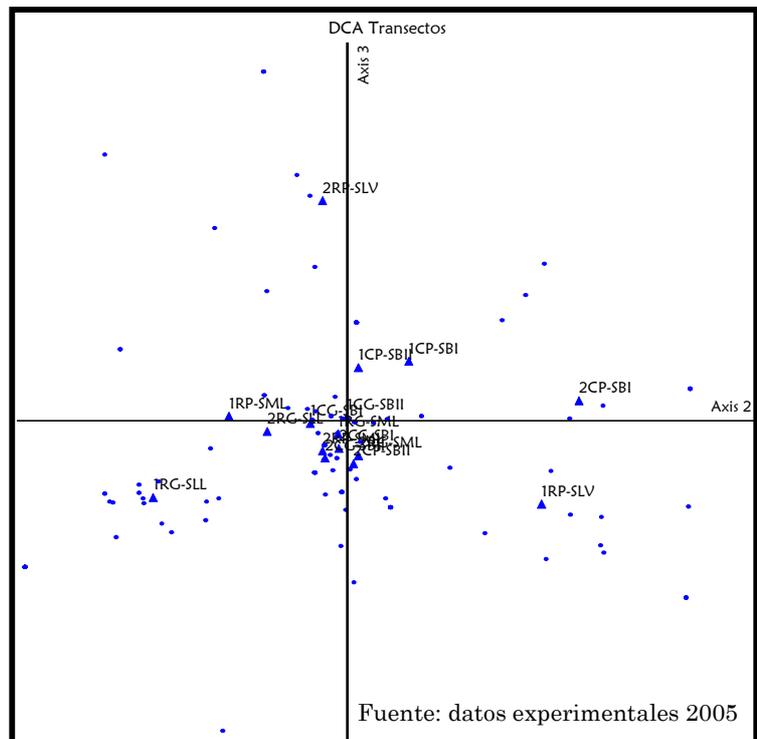


Gráfico 8: DCA distribución de macrohongos en transectos

8.3 Comportamiento de los factores fisicoquímicos

Para conocer la influencia directa de los factores fisicoquímicos sobre la geometría y tamaño de los remanentes, se analizó cada uno de ellos en forma independiente, para observar la influencia de la geometría y el tamaño del remanente sobre estas variables.

8.3.1 Composición físico química del suelo y materia orgánica

El análisis de agrupamiento produjo 3 grupos (75% de similitud) (gráficos 9 y 10), según las características de pH, macro y micronutrientes del suelo y materia orgánica (anexo 13.6 pág 56).

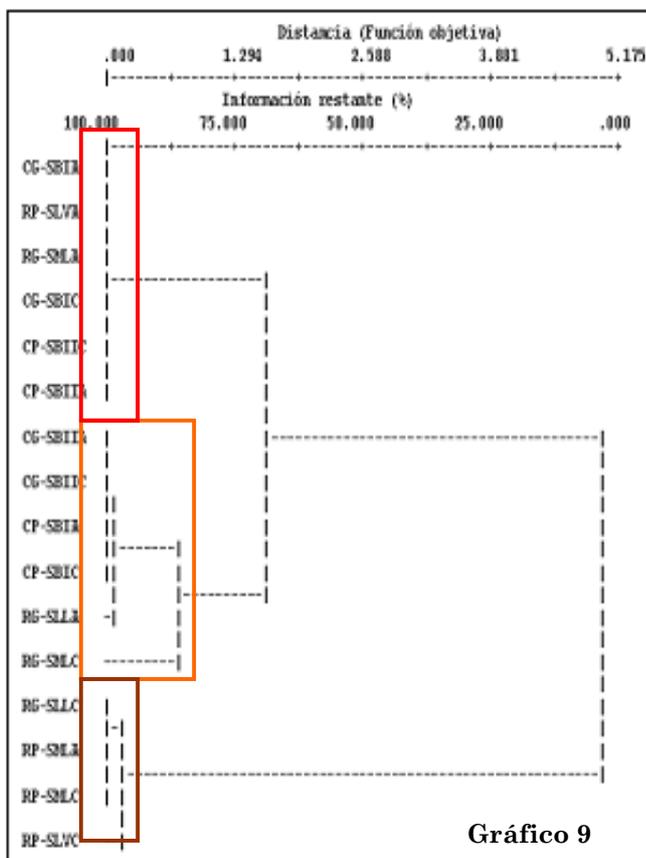


Gráfico 9

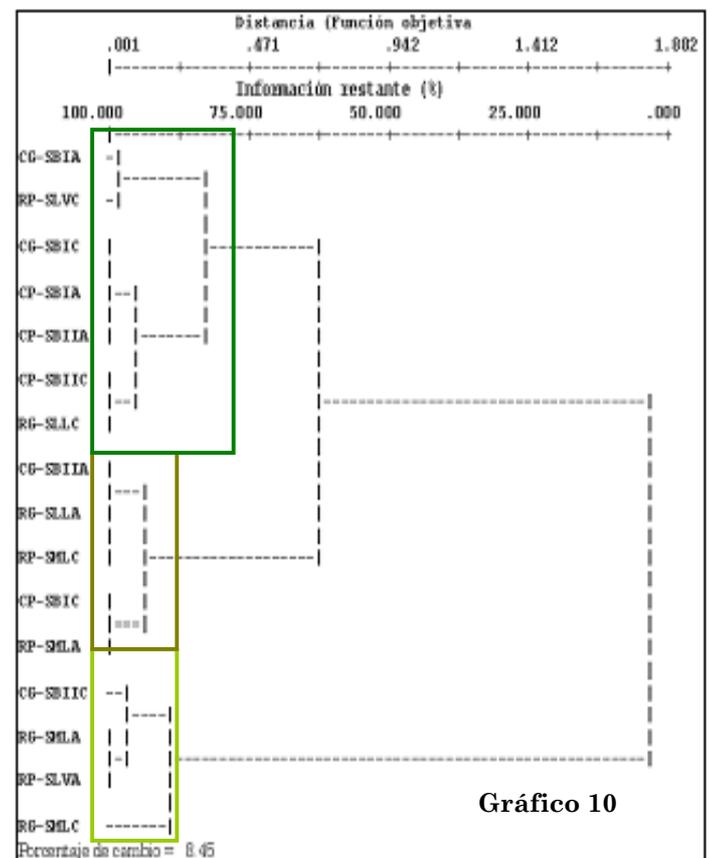


Gráfico 10

Fuente: Datos experimentales 2005

Gráficos 9 y 10: Dendrograma de análisis de agrupamiento según la composición de suelo muestras del interior (C) y el exterior (A) (gráfico 9) y materia orgánica muestras del interior (C) y el exterior (gráfico 10), de los remanentes

El análisis de agrupamiento jerárquico muestra que según la composición del suelo (pH, macro y micronutrientes) no hay ninguna similitud originada por la geometría o tamaño del remanente, las proporciones de pH, macronutrientes y micronutrientes no se ve afectada por éstas. La mayoría de las muestras se agrupó dentro del mismo conjunto sin importar si procedía del exterior o interior del remanente, tal es el caso de los remanentes **CP-SBII**, **CP-**

SBI, CG-SBII, CG-SBI, RG-SML y RP-SML; la excepción fueron las muestras de suelo de los remanentes de **RP-SLV y RG-SML** que se agruparon en diferentes conjuntos.

En general la composición fisicoquímica del suelo dentro de los remanentes es similar; los remanentes con mayores diferencias son los remanentes con geometrías rectangulares que se separaron en un grupo totalmente alejado del resto.

El dendrograma de la composición fisicoquímica de la materia orgánica (gráfico 10), muestra tres grupos con similitud mayor al 75%. Estos grupos incluyen los siguientes remanentes: 1. **CG-SBI (interior y exterior), CP-SBII (interior y exterior), RG-SLL y RG-SLV (interior) y CP-SBI (exterior)**; 2. **RP-SML (interior y exterior), RG-SLL, CG-SBII (exterior) y CP-SBI (interior)**; y 3. **RG-SML (interior y exterior), CG-SBII (interior) y RP-SLV (exterior)**.

Al igual que el en suelo, la geometría y el tamaño no afectan las proporciones internas de componentes de la materia orgánica. Sin embargo es evidente, que los remanentes rectangulares son mucho más variables en su composición de suelo y materia orgánica que los de geometría cuadrada que se aprecian como homogéneos en su composición de suelo y materia orgánica.

8.3.2. Densidad de luz en el dosel

El análisis de agrupamiento mostró la formación de dos grupos (ver gráfico 11) uno que contiene a la mayoría de los transectos con una similitud mayor al 60% y el otro grupo con solo dos transectos similares.

Los grupos son: 1. **CP-SBI transectos 1 y 2, RG-SML transectos 1 y 2, CP-SBII transectos 1 y 2, RP-SLV transectos 1 y 2, RP-SML, transecto 1, RG-SLL transectos 1 y 2 y CP-SBI transecto 2**. El segundo grupo lo forman: **CG-SBI transecto 1 y RP-SML transecto 1**.

Los transectos fueron evaluados de forma independiente (16 en total), sin embargo no hay evidencia que la cantidad de luz que penetra en el dosel sea variable, influenciada por la geometría y el tamaño de los remanentes. El segundo grupo que se formó no contiene a transectos del mismo remanente, ni de la misma forma o geometría; por lo que esta agrupación puede ser resultado de datos extremos de los transectos que les alejaron del grupo principal.

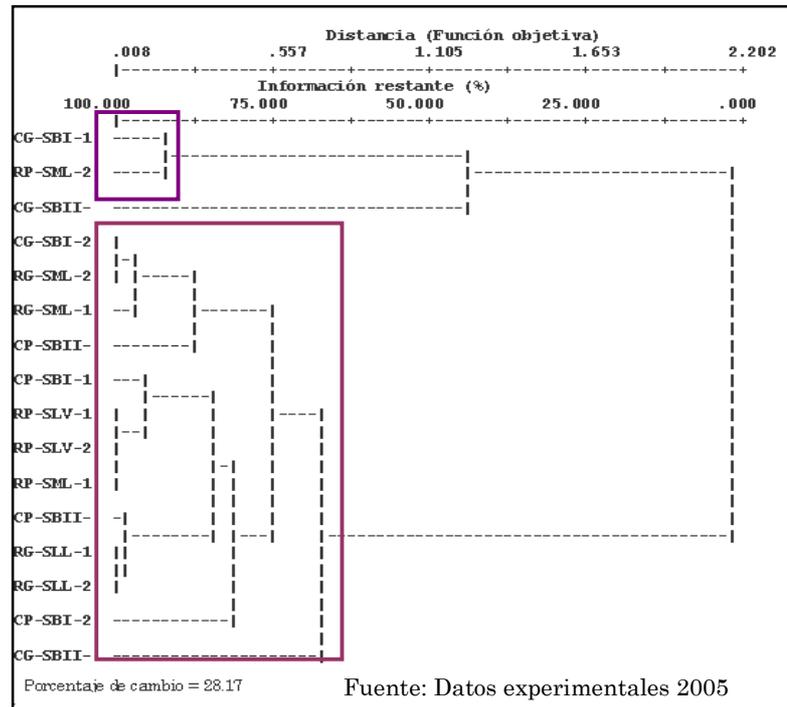


Gráfico 11: Dendrograma de análisis de agrupamiento de remanentes según la densidad de luz en el dosel, en cada remanente.

8.3.3. Vegetación

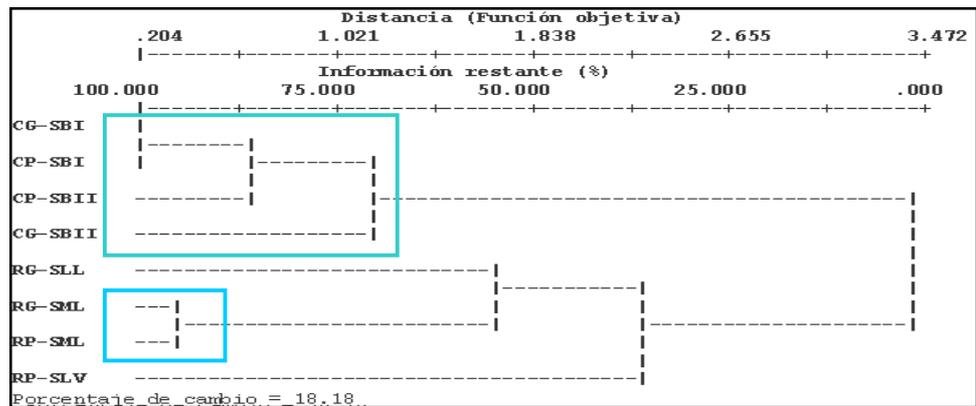
Algunos de los atributos que definen el paisaje son la geometría y el tamaño de los remanentes (Bennett 1999), si un área boscosa fue reducida a remanentes boscosos estos deberían conservar características similares ya que se originaron de un elemento común. Para observar la similitud de los remanentes en cuanto a la geometría y el tamaño, se utilizó como comparador la composición de especies arbóreas dentro de los remanentes y las relaciones específica planta-hongo (anexo 13.6 Pág. 56),

a. Composición de especies arbóreas dentro de los remanentes

El análisis de agrupamiento jerárquico según la composición de árboles en los remanentes (gráfico 12) definió dos grupos con una similitud mayor al 65%: 1. **CG-SBI, CP-SBI, CP-SBII y CG-SBII**; 2. **RP-SML y RG-SML**. El resto se encontró de forma aislada.

El gráfico muestra que según la composición de la vegetación, los remanentes se agruparon en dos secciones definidas por su localización geográfica y geometría: 1. remanentes cuadrados localizados en San Benito I y San Benito II y 2. remanentes rectangulares localizados en San Marcos Lachuá. Dos remanentes de geometría rectangular quedaron fuera

de los grupos anteriores, sin embargo, en cuanto a su composición vegetal tienen una similitud aproximadamente del 30% con remanentes de la misma geometría.



Fuente: Datos experimentales 2005

Gráfico 12: Dendrograma de análisis de agrupamiento de remanentes usando como elemento de agrupación la vegetación

b. Relaciones específicas planta hongo

Para establecer relaciones entre los macrohongos y los árboles presentes en los transectos se realizaron dos análisis, uno de correspondencia rectificada (DCA) y el otro canónico de correspondencia (CCA).

El primer análisis (DCA) muestra las relaciones o agrupaciones de los árboles por la presencia de macrohongos en un remanente. En el gráfico 13, se muestra el diagrama de ordenamiento en donde las morfoespecies de árboles forman un aglomerado en la intersección de los ejes 1 y 2, también algunas de ellos se alejan de este gran grupo, tales como: corozo (*Orbignya cohune* (Mart.) Dahlgren), izote de montaña (*Dracaena americana* Donn. Sm.), guarumo (*Cecropia obtusifolia* Bertoloni) y san juan (*Vochysia guatemalensis* Donn. Sm.). Además las morfoespecies de macrohongos se distribuyen en el plano sin formar grupos evidentes, tanto las especies de árboles como las morfoespecies de macrohongos se distribuyen aleatoriamente.

El análisis de correspondencia (gráficos 14 y 15) representa la influencia de la vegetación en la distribución de macrohongos en los remanentes. Los vectores indican la especie vegetales (variables) que posiblemente determinan esta distribución, siendo estas: *Orbignya cohune* (Mart.) Dahlgren (corozo), *Cecropia obtusifolia* Bertoloni (guarumo) y *Bursera simaruba* (L.) Sarg. (Palo Jiote), aunque al ser vectores con una longitud pequeña,

demuestra que la vegetación podría no tener un gran peso sobre la distribución de macrohongos.

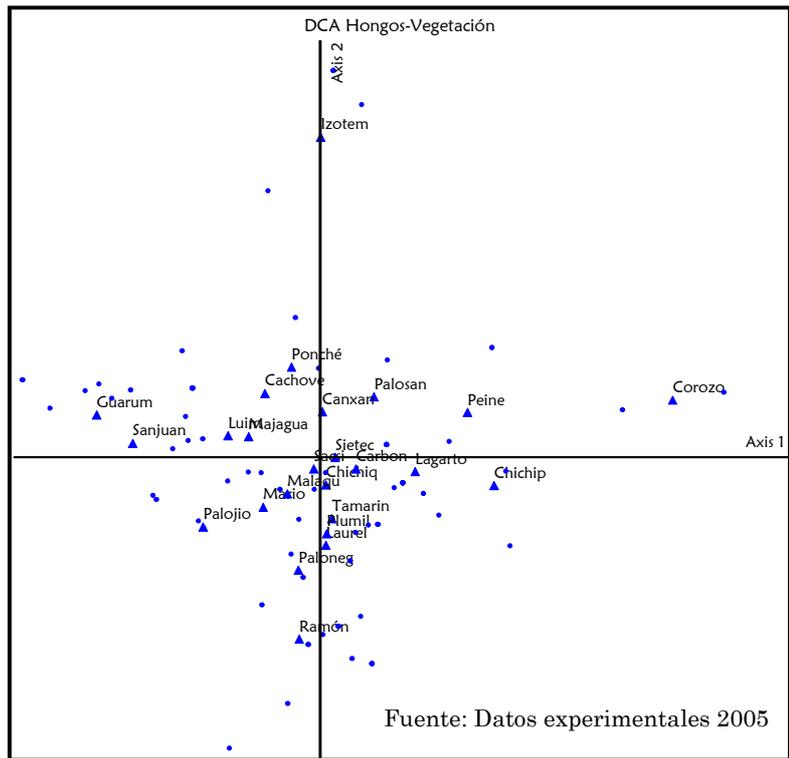
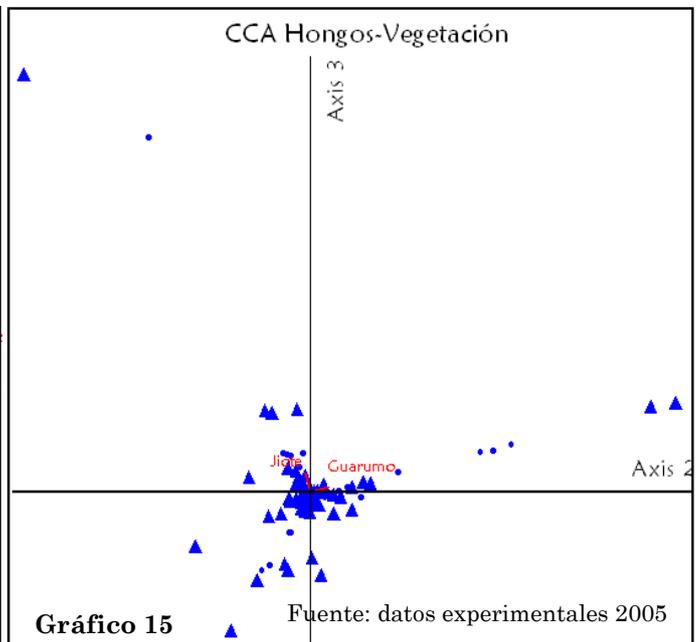
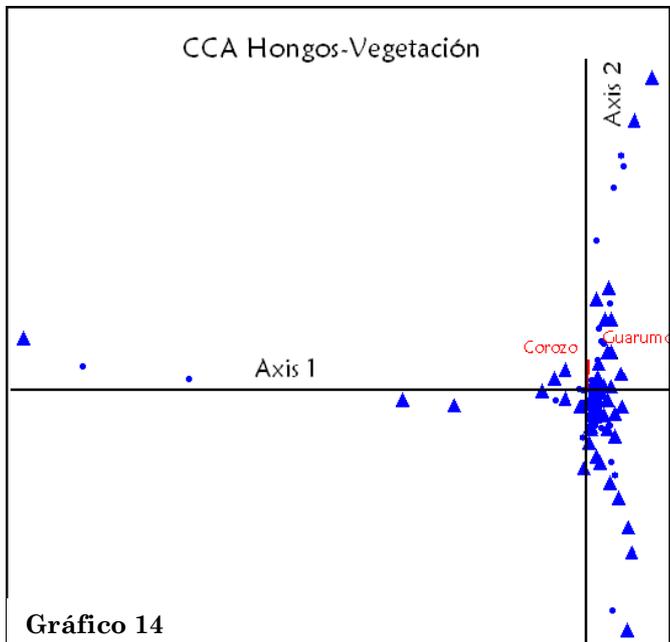


Gráfico 13: DCA Vegetación vrs macrohongos de los remanentes



Gráficos 14 y 15: CCA Macrohongos- Parcelas, en relación a la vegetación presente.

Ejes 1 y 2 (Gráfico 14), ejes 2 y 3 (gráfico 15)

9. DISCUSION

Ningún individuo, población o grupo de especies, se encuentra aislado ecológicamente, libre de las interacciones con otros organismos o poblaciones. Al contrario, todos los organismos están integrados en complejos ecológicos, con dinámicas complejas y ordenadas, que surgen de la relación entre componentes abióticos y bióticos. Para detectar estos patrones o relaciones es necesario conocer además de la diversidad, los factores que influyen (Mueller *et al* 2004).

Aunque la peculiaridad de los macrohongos hace difícil conocer sus dimensiones, (Arnolds 1992, Harley 1971); los cuerpos fructíferos facilitan su identificación en el campo. Y aunque no reflejan la masa total del micelio y son estructuras que permiten observar y comparar las variables que podrían determinar su fructificación dentro del remanente boscoso.

9.1 Diversidad y distribución de macrohongos en los remanentes

Los órdenes Agaricales y Poriales fueron los más abundantes en los remanentes de bosque en la zona de influencia del PNLL y la familia *Tricholomataceae sensu lato* fue la que tuvo un mayor representación en cuanto a morfoespecies (51.8%). Estos datos son congruentes con el estudio realizado por Quezada (2005) en la zona de influencia del PNLL, en donde la familia *Tricholomataceae sensu lato* se desarrolla principalmente en sitios con abundante cobertura vegetal.

Con respecto a la abundancia de macrohongos en remanentes con mayor tamaño presentaron un mayor número de morfoespecies (61 morfoespecies) (ver tabla 2 Pág. 25), y los remanentes de menor tamaño presentan una reducción notoria en el número de morfoespecies colectadas (22 morfoespecies). Bennet (1999), Forman & Godron (1986) apuntan que los remanentes con un mayor tamaño tienen mayor número de especies que las de menor tamaño, los remanentes evaluados mantienen esta relación, no obstante solamente el remanente RP-SLV que es de menor tamaño presenta un mayor número de especies (41); y de igual modo el RG-SML que es un remanente de grandes proporciones posee un menor número de especies que otros remanentes pequeños (33); esto indica que 25% de los remanentes no guardó esta relación.

Otro aspecto a observar es que el único remanente que presentó un número de especies bajo fue RP-SML, con un total de 22 morfoespecies. Lo peculiar de este remanente es la matriz; pues estaba rodeado en su totalidad por la clase vegetal “potrero”. Esta característica puede ser

un factor determinante en la cantidad de morfoespecies encontradas, ya que la influencia de la matriz sobre los remanentes es directa (Bennett 1999, Bustamante & Grez, 1995, Forman y Godron 1986). En este caso el remanente se encuentra rodeado por una matriz homogénea, factor que puede estar limitando la diversidad de macrohongos presentes en el remanente.

En el análisis de agrupamiento jerárquico se esperaba según la geometría y el tamaño que los remanentes presentaran un alto índice de similitud (con respecto a diversidad de macrohongos) (gráfico 1 pág 27). No obstante los dos grupos formados se relacionan por diferentes características; uno debido al tamaño y el otro por la geometría; el resto de remanentes (37%) no tuvo ninguna similitud. El análisis de ordenamiento (grafico 2 Pág. 28) confirma que la diversidad de macrohongos presentes en los remanentes permite hacer una separación, aunque no tan obvia, debido al tamaño.

En resumen, los remanentes cuadrados sin importar el tamaño son similares en cuanto a la distribución de macrohongos y los rectangulares son disímiles, es decir que la geometría de los remanentes si tiene influencia en la distribución de macrohongos.

9.2 Influencia del efecto de borde sobre la distribución de macrohongos, influencia del tamaño y la geometría.

9.2.1 Composición físico química del suelo y materia orgánica

El análisis de agrupamiento jerárquico mostró en el dendrograma tres grupos en cuanto a la composición del suelo (pH, macro y micronutrientes). En los primeros dos grupos se observó que solamente tres de los remanentes evaluados tienen iguales característica de suelo en el interior y el exterior tal como se muestra en el gráfico 9 (página 32).

Las características del suelo son similares dentro de los remanentes, aunque se forman tres grupos, la similitud entre dos de los grupos evidente (> 60%); es decir que el 75% de los remanentes son similares en cuanto a composición del suelo. El único remanente disímil con el fue RP-SML, este remanente se caracterizó por tener la influencia directa de una matriz homogénea (clase vegetal “potrero”) (Forman & Godron 1989). El resto de remanentes tuvieron influencia dos o más clases vegetales.

Esta diferencia podría estar determinada por las desigualdades en la composición vegetal, la edad del remanente y/o la influencia de la matriz, ya que si el tiempo de permanecer como remanente boscoso es mayor o menor comparado con el resto, marcaría una diferencia notoria en la composición del suelo; y aún más compleja, podría ser la estructura propia del suelo del área.

El análisis jerárquico de la composición de materia orgánica confirma la similitud entre remanentes que poseen la misma geometría (gráfico 10 Pág. 32). Estos grupos se relacionan directamente con la vegetación presente en ellos, que también es afectada por la geometría. Esta información complementa el hecho que la materia orgánica de un remanente va a depender del tipo de vegetación presente en el mismo.

Si el suelo es una característica que determina la distribución de los macrohongos, y en la Zona de Influencia de la Ecorregión el suelo no es un factor que varía dentro de los remanentes de bosque, se infiere que este no tiene una influencia directa en la diversidad y distribución de macrohongos. Aunque el suelo es un elemento natural bastante estable, el efecto de borde podría verse reflejado en cualidades como temperatura y evaporación; y no en la composición fisicoquímica del suelo.

9.2.2 Densidad de luz en el dosel

En el dendrograma (gráfico 11 página 33) se observó que a excepción de cuatro transectos (16 en total), el porcentaje de similitud es mayor al 75%, debido al promedio de densidad de luz en el dosel. Por lo anterior se manifiesta que los remanentes boscosos son similares en cuanto a la cantidad de luz disponible bajo el dosel, consecuentemente esta característica no es variable por el tamaño o geometría del remanente. Y los hongos no se ven afectados, a esta escala en su distribución dentro de los remanentes.

Estos datos difieren de los encontrados por Quezada (2006), en la misma área de estudio, en donde la densidad de luz tiene una influencia directa sobre la distribución de hongos, en las clases vegetales; por lo que deberán hacerse estudios utilizando una escala más fina para poder determinar en que punto la luz influye directamente en la distribución de macrohongos dentro de los remanentes.

9.2.3 Vegetación

Teniendo en cuenta que el análisis se realizó en base a datos cualitativos, se observa que las diferencias en cuanto a la composición vegetal se originan por la ubicación geográfica de los remanentes.

También la geometría influyó en la composición vegetal, esto confirma el argumento donde el efecto de borde sobre las comunidades vegetales es mayor en remanentes de geometrías alargadas o rectangulares, debido a factores como mayor exposición a la luz y al viento entre otros (Forman & Gordón 1986). Por lo tanto, la geometría influye en el desarrollo de la vegetación interna, lo que promueve que los remanentes con diferentes geometrías difieran en su composición vegetal.

En cuanto a la relaciones planta-hongo (gráfico 13 pág. 35), muestra que morfoespecies de hongos no tienen una distribución restringida influenciada por las especies arbóreas presentes. Los vectores que expresan estas asociaciones poseen poca magnitud, por lo que no se puede ser concluyente al respecto de las relaciones de especificidad; pero es notorio que algunas morfoespecies de macrohongos se desarrollan junto a *Orbigyia cohune* (Mart.) Dahlgren (corozo), *Cecropia obtusifolia* Bertoloni (guarumo) y *Bursera simaruba* (L.) Sarg. (Palo Jiote). Sin embargo, se deben realizar análisis más detallados para puntualizar sobre estas relaciones.

En general se determina que el tamaño y la geometría de los remanentes tienen implicaciones en la diversidad de macrohongos; los de mayor tamaño albergan un mayor número de morfoespecies al igual que los de geometría cuadrada; de estas dos variables la geometría es el factor más influyente. De los factores fisicoquímicos evaluados los que determinan la distribución de macrohongos son: la vegetación y en consecuencia la materia orgánica que esta íntimamente ligada con la vegetación. La composición del suelo y la densidad de luz en el dosel no varían entre los remanentes, y no afectan la distribución de macrohongos. Se manifiesta también que la influencia de la matriz sobre los remanentes rectangulares puede modificar las características internas del remanente, al tener un mayor efecto de borde, por lo tanto logra alterar en cierta proporción las condiciones fisicoquímicas y les hace más variables en cuanto la distribución interna de macrohongos.

10. CONCLUSIONES

- 10.1 Los órdenes más abundantes en los remanentes de bosque son Agaricales y Polyporales, de los que las familias más abundantes son: Tricholomataceae con un 48.82% y Polyporaceae con 7.06%
- 10.2 Las morfoespecies que estuvieron presentes en la mayoría de los sitios fueron: *Marasmius 2*, *Marasmius 20*, *Marasmius 31*, *Marasmius 5*, *Marasmius 55*; que se encontraron en siete de los ocho remanentes y le siguen *Marasmiellus 6*, *Marasmius 1*, *Marasmiellus 15*, *Marasmiellus 16* y *Stereum 1* presentes en seis de ocho remanentes.
- 10.3 Los remanentes de bosque de mayor tamaño presentaron un mayor número de morfoespecies de macrohongos que los pequeños. Siendo el remanente CG-SBI el más diverso con 61 morfoespecies, seguido de RG-SLL con 42 y RP-SLV con 41. Y el sitio menos diverso fue RP-SML con 22 morfoespecies.
- 10.4 Los macrohongos se distribuyen de forma semejante en remanentes cuadrados sin importar su tamaño; empero en los remanentes rectangulares esta distribución es muy variable.
- 10.5 Se percibe el efecto de borde en los remanentes de bosque, hay una separación perceptible en cuanto a la composición de macrohongos y la geometría de los remanentes; los remanentes cuadrados son más homogéneos en su composición interna mientras que los rectangulares son variables aún entre ellos mismos.
- 10.6 La matriz que rodea a los remanentes es un elemento que influye directamente en la distribución de macrohongos.
- 10.7 La vegetación también es sensible al efecto de borde, se hizo una separación evidente de remanentes debido a la geometría. Los remanentes cuadrados son similares en su composición de árboles y se diferencian de los remanentes rectangulares. Se observa la misma tendencia para la composición de materia orgánica en los remanentes.

- 10.8 Las principales especies vegetales que se relacionan con la distribución de los macrohongos son: *Orbignya cohune* (Mart.) Dahlgren (corozo), *Cecropia obtusifolia* Bertoloni (guarumo) y *Bursera simaruba* (L.) Sarg. (Palo Jiote).
- 10.9 La composición fisicoquímica del suelo no marcó ninguna diferencia entre remanentes, al igual que la intensidad de luz que penetra en el dosel.

11. RECOMENDACIONES

- 11.1 En los próximos estudios en remanentes evaluar también la influencia de la matriz sobre los mismos.
- 11.2 Establecer programas de monitoreo que faciliten la obtención de datos y la toma de decisiones en el ámbito de la conservación de sitios fragmentados.
- 11.3 Aumentar el esfuerzo de muestreo en los estudios futuros para que este no sea un elemento que limite la certeza de los resultados.
- 11.4 Fortalecer taxonomía de macrohongos en el país a través de capacitaciones para obtener resultados mucho más precisos de los aspectos que influyen en la distribución de macrohongos.

12. REFERENCIAS

- 12.1 Aguilar M. 1994. Estudio de los macromicetos encontrados en la finca "San Luis" departamento de Escuintla. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. (Tesis Licenciatura, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia), 39p.
- 12.2 Argueta J. 1983. Estudio de los Macromicetos de la Ciudad de Guatemala, Mixco y San Juan Sacatepéquez. Guatemala. Guatemala: Universidad de San Carlos (Tesis Licenciatura, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia). 86p.
- 12.3 Arnolds E. 1992 mapping and monitoring of macromycetes in relation to nature conservation. *McIlvainea* 10:4-27p.
- 12.4 Ávila R. 2003. Diversidad de Flora y Usos en Paisajes no Protegidos de la Ecorregión Lachuá: Etnobotánica y Conocimiento Local Q'eqchí. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala (Informe final de Ejercicio Profesional Supervisado, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) 118p.
- 12.5 Ávila R. 2004. Establecimiento de la base del programa de monitoreo en el área de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala (Tesis Licenciatura, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia). 75p.
- 12.6 Bennet A. 1999. Enlazando el Paisaje: El papel de los corredores y la conectividad en la conservación de la vida Silvestre. Blanch (Trad). Reino Unido: UICN. Gland Suiza y Cambridge. 276p.
- 12.7 Bran MC., Morales O., Cáceres R., Flores R., Ariza J., Rodríguez E. y Alarcón D. 2001. Hongos Comestibles de Guatemala: Diversidad, Cultivo y Nomenclatura Vernácula (Fase I) Guatemala: Dirección General de Investigación, USAC. 73p.
- 12.8 Bran MC., Morales O., Cáceres R., Flores R. Rodríguez E., Ariza J., Rodríguez E., García F., y Alarcón D. 2002. Hongos Comestibles de Guatemala: Diversidad, Cultivo y Nomenclatura Vernácula (Fase II) Guatemala: Dirección General de Investigación, USAC. 52p.

- 12.9 Bran M., O. Morales, R. Cáceres. y R. Flores. 2003. Contribución al Conocimiento de los hongos comestibles de Guatemala. Guatemala: Dirección General de Investigación, USAC. Revista científica (edición especial) 1(1): 5-24p.
- 12.10 Bustamante R. y A. A. Grez. 1995. Consecuencias ecológicas de la fragmentación de los bosques nativos. Ambiente y Desarrollo 11(2): 58-63.
- 12.11 Cadenasso M., T. Steward, A. Pickett, K.C. Weathers y C.G. Jones. 2003. A framework for a theory of ecological boundaries. Bioscience 53 (8). 750-758 p.
- 12.12 CONAP. 2004. Plan maestro: Parque Nacional Laguna Lachuá 2004-2009. Guatemala: Proyecto Nacional Laguna Lachuá, INAB, UICN y Embajada Real de los Países Bajos. 113p.
- 12.13 Flores A, R. y Simonini, G. 2000. Contributo alla conoscenza delle Boletales del Guatemala. Riv. Di Micol 2: 121-145.
- 12.14 Flores R. M Bran. E. Rodríguez. O. Morales. E. Berdúo y L. Montes. 2002. Hongos Micorrícicos de bosques de Pino y Pinabete de Guatemala. Guatemala: Dirección General de Investigación, USAC. 50pp.
- 12.15 Forman R. y Godron M. 1986. Landscape Ecology. United States:John Wiley & sons, Inc. 619 pp.
- 12.16 Fuentes G. 1996. Caracterización Taxonómica de los Macromicetos que crecen en el Astillero Municipal de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala (Tesis Licenciatura, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia). 60p.
- 12.17 García M. 2002. Estructura y Composición florística de los estratos arbustivo y arbóreo en la zona de Influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, entre las comunidades Santa Lucía Lachuá y Río Tzetoc, Cobán, Alta Verapaz. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala (Informe Final Experiencia Docente con la Comunidad, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia).

- 12.18 Guzmán G. 1981. Descripción y distribución de hongos tropicales (Agaricales) no conocidos previamente en México. Bol. Soc. Mic. 16:35-61p
- 12.19 Guzmán G. 1985. Fungi from Guatemala, I new a species of *Morchella*. Mycol 1:451-456.
- 12.20 Guzmán G. 1986. Distribución de los hongos en la región del Caribe y zonas vecinas. Caldasia. XV: 71-75
- 12.21 Guzmán G. 1987. Distribución y Etnomicología de *Pseudofistulina radicata* en Mesoamérica, con nuevas localidades en México y su primer registro en Guatemala. Rev. Mex. Mic. 3:29-38
- 12.22 Guzmán G. 1997. Los nombres de los hongos y lo relacionado con ellos en América Latina. México:Instituto de Ecología, A.C. 356p.
- 12.23 Guzmán G. 1998. Análisis Cualitativo y Cuantitativo de la Diversidad de Los Hongos En México (Ensayo sobre el Inventario Fúngico del País) Halffter (comp.) La Diversidad Biológica de Iberoamérica II, Vol. Especial, Acta Zoológica Mexicana, Nueva Serie. 377p.
- 12.24 Guzmán G. 2003. Hongos del El Edén Quintana Roo: Introducción a la microbiota tropical de México. Xapala, México: Instituto Nacional de Ecología. 316p.
- 12.25 Haila Y. 2002. A conceptual genealogy of fragmentation research: From island biogeography to landscape ecology. Ecological applications Vol 12(2) 321-334
- 12.26 Halffter G. 1998. Una estrategia para medir la Biodiversidad a Nivel de Paisaje. Halffter (comp.) La Diversidad Biológica de Iberoamérica II, Vol. Especial, Acta Zoológica Mexicana, Nueva Serie. 377pp.
- 12.27 Harley J.L., 1971. Fungi in ecosystems. Journal of Applied ecology. 8:627-642 p.
- 12.28 Hawksworth D. 1991. The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance and conservation. Micol. Res 95(6): 641-655

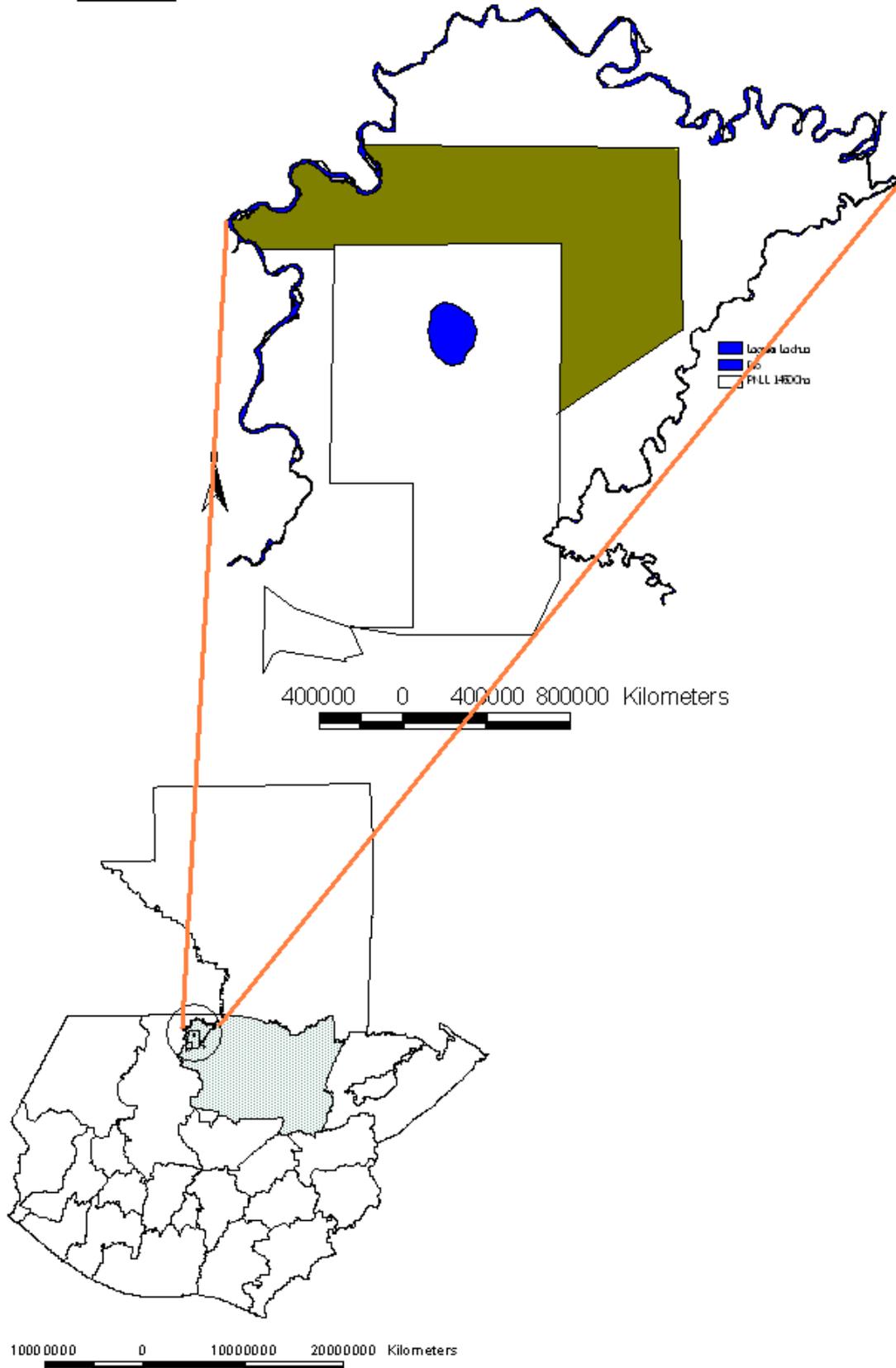
- 12.29 Herrera K. 1991. Estudio etnomicológico en la región de Chipotón, Sacatepéquez. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala (Tesis Licenciatura, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia). 92p.
- 12.30 Herrera T. y M. Ulloa 1998. El reino de los hongos. 2 ed. México: Fondo de Cultura Económica. 1998. 552 pp.
- 12.31 INAB 2003. PLAN MAESTRO Parque Nacional Laguna Lachuá Cobán, Alta Verapaz 119p.
- 12.32 Jongman R, Ter Braak & O. Van Tongeren. 1995. Data Analysis in Community and Landscape Ecology. New York: Cambridge University Press. XXI+299 p.
- 12.33 Logemann H. 1987. Envenenamiento mortal por hongos en Guatemala. Rev. Mex. Micol. 3:211-216.
- 12.34 Lord J. & D. Norton. 1990. Scale and the spatial concept of Fragmentation. Conservation Biology. 4(2):199-202.
- 12.35 Lowy B. 1968. Un hongo piedra preclásica de Mixco Viejo, Guatemala. Bol. Soc. Mex. Mic. 2:9-15.
- 12.36 Lowy B. 1971. New records of mushroom stones from Guatemala. Mycol. 63:983-993.
- 12.37 Lowy B. 1972. Mushroom symbolism in Maya codices. Mycol. 64: 817-821.
- 12.38 Lowy B. 1977. Hallucinogenic mushrooms in Guatemala. J Ppsyched Drugs 9: 123-125.
- 12.39 Márquez E. 2001. Taxonomía de los Macromicetos encontrados en la Finca El Aprisco, localizada en Chuipachec, Municipio de Totonicapán. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala (Tesis Licenciatura, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia).
- 12.40 Mata M. 2003. Macrohongos de Costa Rica Volumen 1. Costa Rica: Instituto Nacional de Biodiversidad. 256pp.

- 12.41 Mateo R, J M. 2008, Geografía de los paisajes primera parte: paisajes naturales. Cuba: Universidad de la Habana. 194p.
- 12.42 Mendoza y Dirzo 1999. Deforestation in Lacandonia (Southeast Mexico): evidence for the declaration of the northern most tropical hot-spot. *Biodiversity and Conservation* 8:1621-1641.
- 12.43 McIntre S. y Hobbs R. 1999. A framework for conceptualizing human effects on landscapes and its relevance to management and research models. *Conservation Biology* 15(6): 1282-1292.
- 12.44 Monzón R. 1999. Estudio general de los recursos agua, suelo y del uso de la tierra en el Parque Nacional Laguna Lachuá y su zona de influencia, Coba, Alta Verapaz. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala (Tesis Ingeniería, Facultad de Agronomía) 97 p.
- 12.45 Morales O. 2001. Estudio Etnomicológico de la Cabecera municipal de Tecpán, Guatemala. Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala (Tesis Licenciatura, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia).
- 12.46 Morales O, Bran M. C., Flores R. y Cáceres R. 2005. Macrohongos de Guatemala: diversidad, distribución e importancia económica (En impresión)
- 12.47 Mueller G. 1996. Distribution and species composition of *Laccaria* (*Agaricales*) in tropical and subtropical America. *Rev. Biol.Trop.* 44 (Suppl 4.) 131-135p
- 12.48 Mueller G., Bills G. y Foster M. 2004. *Biodiversity of Fungi: Inventory and Monitoring Methods*. USA: Elsevier. 777pp.
- 12.49 Ohi K. 1994. Piedras-Hongo y arqueología Maya. Japón: Piedras Hongo, Museo de Tabaco y Sal.
- 12.50 Quezada M. 2003. Riqueza de Agaricales en la Ocho Clases Vegetales de la zona de influencia del PNL. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala (Informe final de Experiencia Docente con la Comunidad, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia).

- 12.51 Quezada M. 2005 Análisis de la distribución y riqueza del Orden Agaricales (Macrohongos) en relación con los paisajes antropogénicos en la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, Cobán, Alta Verapaz. Guatemala: Universidad de San Carlos (Tesis Licenciatura, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) 68p.
- 12.52 Rizzo E. 1999. Estudio Taxonómico de la Micobiota del Parque Arqueológico Tikal. Tesis Licenciado en Química Biológica. Guatemala. Guatemala: Universidad de San Carlos (Tesis Licenciatura, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia)
- 12.53 Saunders D., Hobbs R. & Margules C. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: A review. *Conservation –biology* Vol 5 (1): 18-32p.
- 12.54 Sharp A. 1948. Some fungi common to the highlands of México and Guatemala and Eastern United States. *Mycol* 1948. 560p.
- 12.55 Sommerkamp Y. 1984. Estudio de los Macromicetos del Biotopo Universitario “Licenciado Mario Dary Rivera” para la Conservación del Quetzal. Guatemala: Universidad de San Carlos (Tesis Licenciatura, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) 1984. 92p.
- 12.56 Sommerkamp Y. 1990, Hongos comestibles en los Mercados de Guatemala. . Guatemala: Dirección General de Investigación, USAC. Cuadernos de Investigación 3(90) 77pp.
- 12.57 Sommerkamp Y. Y Guzmán G. 1990. Hongos de Guatemala, II: Especies depositadas en el Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala. *Rev. Mex. Mic.* 6:179-197.
- 12.58 Torres M. 1994. Psicología, alucinógenos rituales Mayas y Piedras-Hongo. Japón: Piedras Hongo, Museo del Tabaco y Sal.

13 ANEXOS

13.1 Parque Nacional Laguna Lachuá y su Zona de Influencia



13.2 Metodología para realizar la colecta de macrohongos

Para coleccionar macrohongos se debe contar al menos con cuatro herramientas: (1) una navaja o cuchilla para corarlo, (2) un contenedor para cada espécimen, (3) un contenedor grande para transportar todos los especímenes colectados (4) una etiqueta para cada uno (Mueller et al 2004).

La navaja se introduce unos cuantos centímetros debajo de la base del macrohongo para no cortar el estípite, si lo hay. Cuando sea posible se debe remover el macrohongo con una pequeña porción de sustrato en su base, Hay que recolectar especímenes tanto jóvenes como maduros, dejando algunos cuerpos fructíferos sobre el sustrato (Mata 2003, Mueller et al 2004).

Para destacar las características más importantes del píleo, de la superficie fértil o himenio, del estípite, etc., se deben tomar fotografías (Mata 2003).

Los especímenes colectados recolectados se colocan sobre papel encerado (nunca en bolsas plásticas), de manera que se puedan cerrar los exteriores sin producirles daño; luego se ponen dentro de una canasta adecuada, para transportarlos (Mata 2003). También pueden utilizarse caja plásticas con divisiones para contener a los especímenes en lugar de papel encerado, especialmente las especies frágiles y pequeñas (Mueller et al 2004).

En el campo deben realizarse anotaciones de datos que pueden perderse durante el transporte, como el número de registro, fecha, localización, hábito, sustrato en dónde se encuentra el ejemplar (Mueller et al 2004).

Muchas características de los cuerpos fructíferos de los macrohongos son efímeras, por ello debe realizarse también una descripción macroscópica del ejemplar (antes de secar el ejemplar) (Mueller et al 2004).

13.3 Tabla general de datos fisicoquímicos

Suelo									
Remanente	pH	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	M.O
CG-SBI	4.95	0.22	217.50	5.00	0.58	1.00	2.50	10.50	5.76
CG-SBII	4.75	0.14	142.50	5.15	1.26	5.75	2.25	26.00	5.57
CP-SBI	5.35	0.29	131.50	6.71	1.08	0.50	1.75	8.50	5.05
CP-SBII	5.55	0.64	230.00	7.96	1.49	1.00	4.50	7.25	6.97
RG-SLL	5.15	1.03	80.50	13.88	4.06	0.50	3.00	5.25	12.46
RG-SML	4.75	0.29	132.50	5.93	1.29	1.00	3.50	61.75	7.52
RP-SLV	4.70	0.82	134.00	5.62	1.38	0.75	3.00	17.75	9.22
RP-SML	4.55	0.43	59.00	5.46	1.31	0.50	1.25	11.25	8.04

Remanente	Luz		Materia orgánica			
	Promedio	pH	N	P	K	Ca
CG-SBI	15.38	5.76	1.32	0.04	0.10	1.37
CG-SBII	16.50	5.57	1.31	0.04	0.12	1.56
CP-SBI	12.66	5.05	1.40	0.03	0.09	1.94
CP-SBII	11.93	6.97	1.54	0.03	0.17	1.88
RG-SLL	12.75	12.46	1.78	0.08	0.15	2.88
RG-SML	11.97	7.52	1.35	0.08	0.09	1.56
RP-SLV	14.20	9.22	0.99	0.03	0.10	1.07
RP-SML	14.29	8.04	1.50	0.04	0.09	1.81

13.4 Descripción Macroscópica de un macrohongo (Ver figura 18)

Se debe apuntar todas las características y medidas de la siguiente manera:

- A) Píleo: se mide el diámetro del ejemplar más pequeño y del más grande. Se anota la forma del píleo, interior, forma y tipo de margen, superficie y ornamentación, tipo de cutícula, desprendible o no, y el color del contexto bajo la cutícula.
- B) Himenio: si posee lámina, se anota el color, la textura, frecuencia, unión con el estípote, borde y forma. Si posee tubos, se anota la profundidad de éstos, midiendo el tamaño de los poros, número de poros por milímetro, forma de los poros, color y unión con el estípote. Si es dentado, se indica el tamaño de los dientes, forma y color de los mismos. Si es liso, se anota la coloración y textura, si cambia de color al maltratarse, o cualquier característica importante.
- C) Estípote: se mide la longitud de un ejemplar pequeño y de un grande, y se anota el intervalo en milímetros. Se describe la forma, el color, la textura, presencia de velo, tipo de anillo y tipo de volva.
- D) Contexto: se mide el grosor en milímetros, el color (cambio de coloración) y la consistencia (carnosa, cartilaginosa, gelatinosa, correosa, corchosa o leñosa).
- E) Olor y sabor: este factor es muy importante para la identificación taxonómica. La percepción de estas características puede variar de persona a persona y es aconsejable relacionar la sensación con aromas y sabores familiares.

- F) Pruebas químicas: se utilizan diversos reactivos para enfrentarlos a las diferentes partes del macrohongo, se anotan los cambios presentados en cada una de ellas. Los reactivos son: Melzer, KOH, NaOH, H₂SO₄ concentrado, NH₄OH al 10%, fenol al 40% y FeCl₃ al 2%. (Morales 2001)

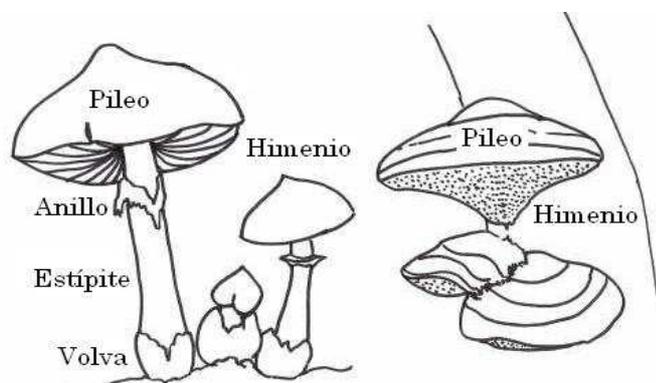


Figura 18: Cuerpo fructífero de un macrohongo

13.4 Descripción microscópica de un Macromiceto. (Ver figura 19)

- A) Esporas: se mide el largo y ancho, se describe la forma, características y ornamentación y se dibujan.
- B) Basidios y cistidios: se describen las características de las estructuras reproductivas, se mide el largo y ancho, se cuenta el número de esterigmas y se dibujan.
- C) Contexto: se describe el tipo de contexto y se anotan características como presencia de fíbulas, reacciones químicas.

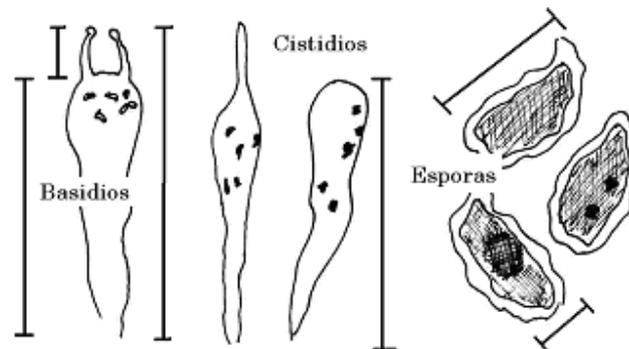


Figura 19: Estructuras microscópicas de un hongo

13.5 Listado de especies

Nombre Científico	Nombre Común
ND. ⁴	Palo Negro
ND.	Sacsi
<i>Aspidoseperma creuntum</i> Wodds.	Chichique
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Jocote Fraile
<i>Bauhinia</i> sp.	Pata de Venado
<i>Brosimum alicastrum</i> Swartz	Ramón
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Palo Jiote
<i>Bursera</i> sp.	Pomché
<i>Calophyllum brasiliense</i> var. <i>reko</i> Standl.	Mario
<i>Cecropia obtusifolia</i> Bertoloni	Guarumo
<i>Cordia</i> sp.	Laurel de Montaña
<i>Croton</i> sp.	Tem
<i>Cryosophyllum mexicanum</i> Brandegees ex. Standl.	Cacho de Venado
<i>Cupania guatemalensis</i> (Turez.) Radlk	Carboncillo
<i>Dialium guianensis</i> (Aubl.) Standl.	Tamarindo
<i>Dracaena americana</i> Donn. Sm.	Izote de Montaña
<i>Drypetes brownii</i> Standl.	Luin Macho
<i>Genipa americana</i>	Irayol
<i>Ledeburgia macrantha</i> Standl.	Siete Camisas
<i>Licania platypus</i> (Hemsl.) Fritsch.	Sunsa
ND.	Taxim
<i>Orgignya cohune</i> (Mart.) Dahlgren	Corozo
<i>Pterocarpus</i> sp.	Palo Sangre
<i>Schizolobium parahybum</i> (Vell.) Blake.	Plumillo
<i>Sloanea ampla</i> I.M. Johnston	Peine de Mico
<i>Sweetia panamensis</i> Benth.	Chichipate
<i>Terminalia amazonia</i> (Gmel.) Exell	Canxan
<i>Trichospermum grenwiaefolium</i> (Arish)	Majagua
<i>Vochysia guatemalensis</i> Donn. Sm.	San Juan
<i>Xanthoxylum</i> sp.	Lagarto
<i>Xylophia frutescens</i> Aubl.	Malaquete

⁴ Ejemplares no determinados

Roxanda Fabiola López Mayorga
Estudiante

Licda. Maura Quezada A.
Asesora

M Sc Carolina Rosales
Revisora

Licda. Rosalito Barrios
Directora de Escuela

Ph D Óscar Cobar Pinto
Decano