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

López, R. Quezada, M.
Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacias.

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 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 $5m^2$, 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 m^2, 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 m^2, 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 mts^2 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 1 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 m^2 (figura 1), dentro de la cual se colectaron el total de macrohongos encontrados.

Tabla 1: clasificación de los remanentes de bosque en base a la geometría y tamaño.

Código	Lugar	Tamaño[1]		Area [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

Fuente: datos experimentales

[1] Medidas en Metros lineales
[2] Medidas en Metros cuadrados

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, dónde 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 ≥ 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.

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 especimenes, distribuidos en 170 morfoespecies de macrohongos de la clase Agaricomycetes distribuido en siete órdenes.

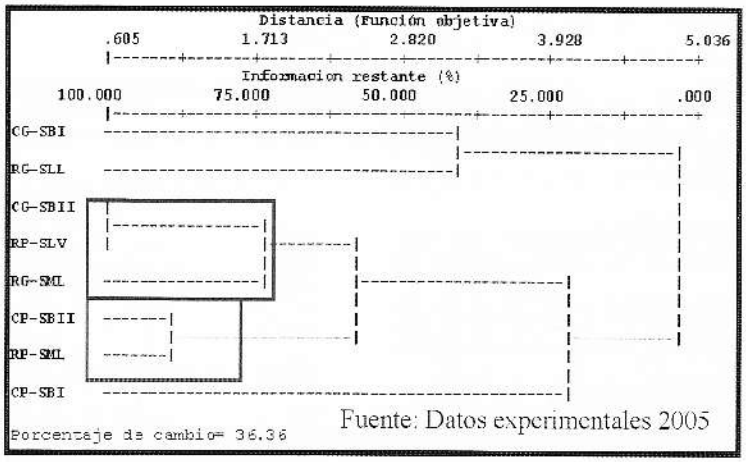
Tabla 2: Total de morfoespecies colectadas por remanente

Remanente	Total
C G-SB I	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 especimenes 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.



Fuente: Datos experimentales 2005

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

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.

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

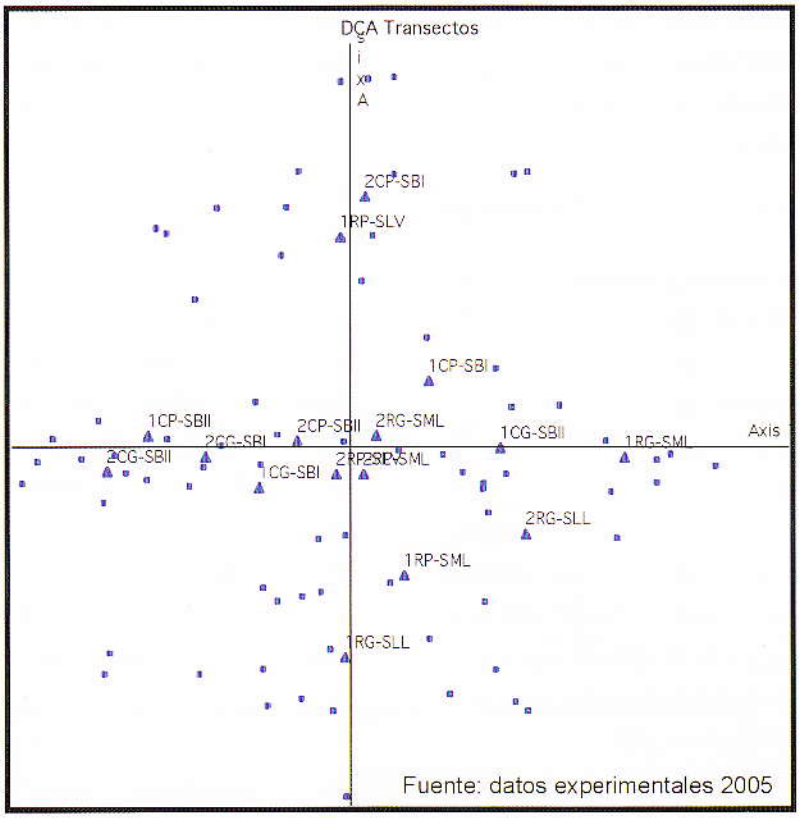


Gráfico 2: DCA distribución de macrohongos en transectos

4.2.1 Distribución de macrohongos en los transectos.

Gráfico 2: DCA distribución de macrohongos en transectos

Fuente: datos experimentales 2005

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 1. 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.

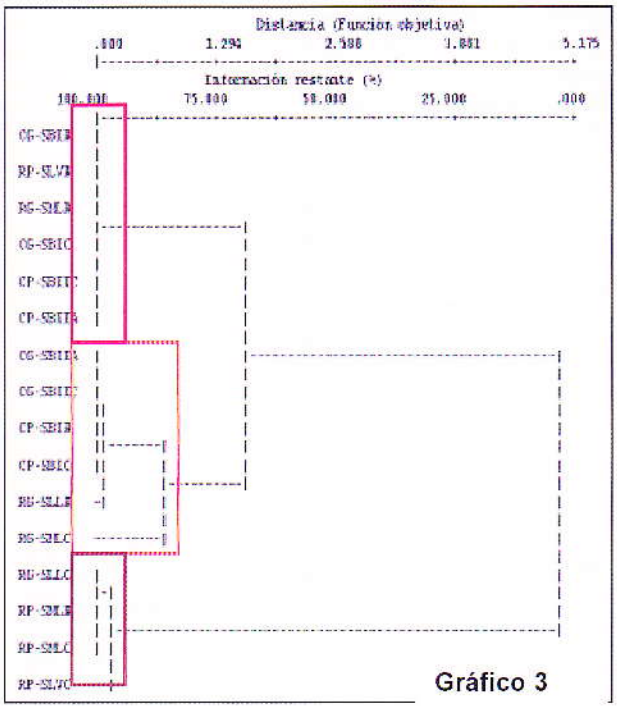


Gráfico 3

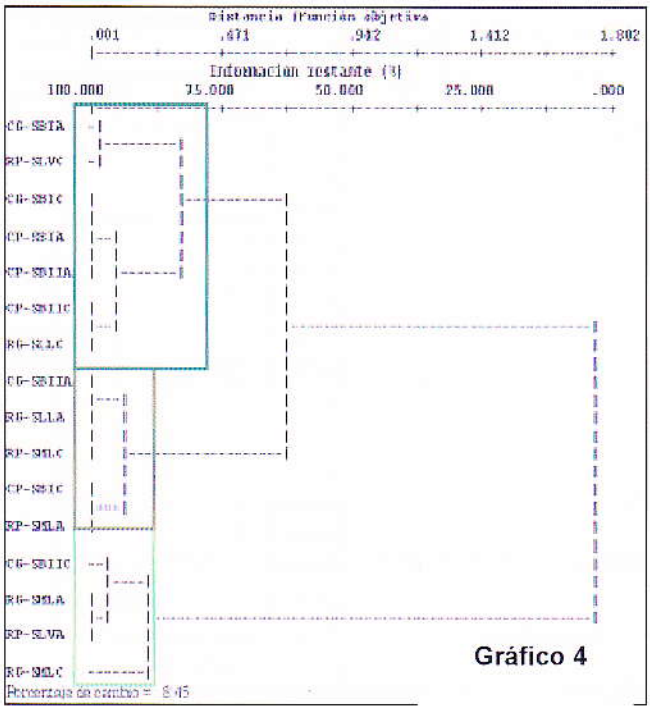


Gráfico 4

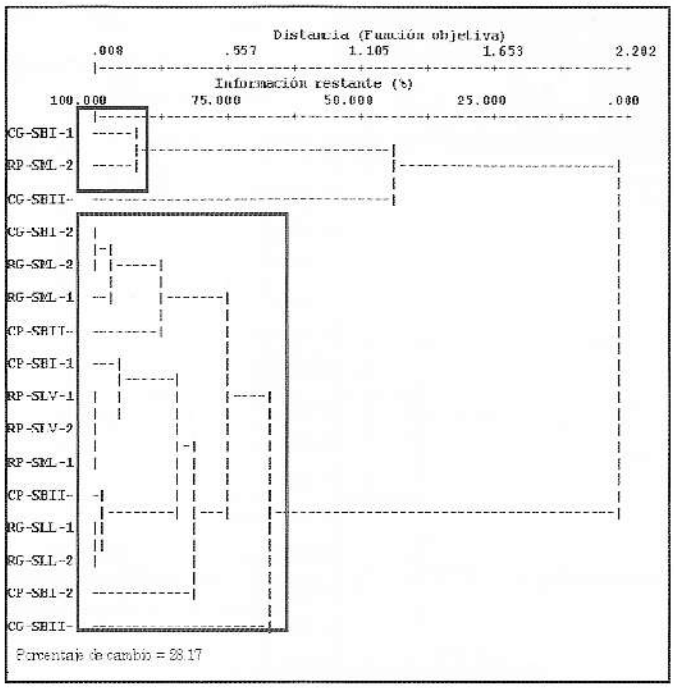
Fuente: Datos experimentales 2005

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

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.

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.



Fuente: Datos experimentales 2005

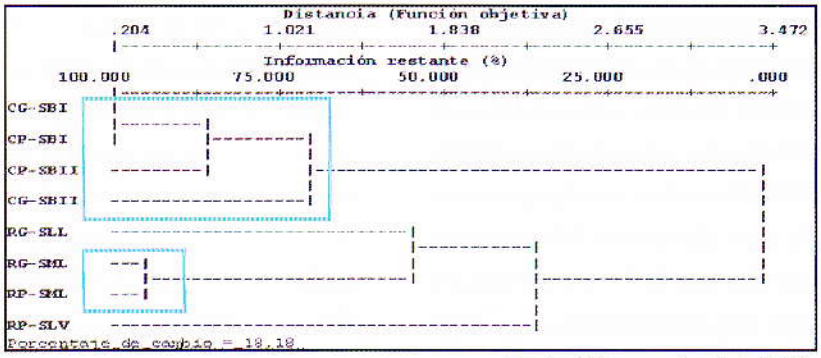
Gráfico 5: Dendrograma de análisis de agrupamiento de remanentes según la densidad de luz en el dosel, en cada remanente.

4.2.3 Densidad de luz en el dosel

El análisis de agrupamiento mostró la formación de dos grupos (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.

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.



Fuente: Datos experimentales 2005

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.

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 (61morfoespecies) (tabla 1), 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 (2005), 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 la distribución interna de macrohongos.

6. 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.

7. REFERENCIAS

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.

2. Bustamante R. y A. A. Grez. 1995. Consecuencias ecológicas de la fragmentación de los bosques nativos. Ambiente y Desarrollo 11(2): 58-63.

3 Forman R. y Godron M. 1986. Landscape Ecology. United States:John Wiley & sons, Inc. 619 pp.

4 Guzmán G. 2003. Hongos del El Edén Quintana Roo: Introducción a la micobiota tropical de México. Xapala, México: Instituto Nacional de Ecología. 316p.

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 Imagen Landsat 7 (I7-2049) 30 de Marzo 2001

7 INAB 2003. PLAN MAESTRO Parque Nacional Laguna Lachuá Cobán, Alta Verapaz 119p.

8 Jongman R, Ter Braak & O. Van Tongeren. 1995. Data Analysis in Community and Landscape Ecology. New York: Cambridge University Press. XXI+299 p.

9 Mueller G., Bills G. y Foster M. 2004. Biodiversity of Fungi: Inventory and Monitoring Methods. USA: Elsevier. 777pp.

10 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.