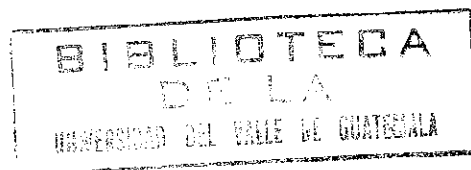


55557

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA  
Facultad de Ciencias y Humanidades

Distribución de Macromicetos a Tres Rangos  
Altitudinales en la parte Oeste de la Reserva de Cerro  
San Gil, Municipio de Santo Tomás, Departamento  
Izabal, Guatemala



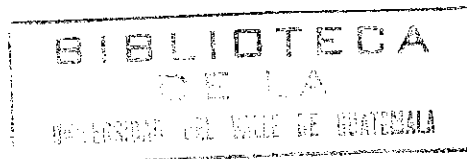
Trabajo de investigación presentado para optar al  
grado académico de  
Licenciatura en Biología

Guatemala 2,002

Distribución de Macromicetos a Tres Rangos  
Altitudinales en la parte Oeste de la Reserva de Cerro  
San Gil, Municipio de Santo Tomás, Departamento  
Izabal, Guatemala

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA  
Facultad de Ciencias y Humanidades  
Departamento de Biología

Distribución de Macromicetos a Tres Rangos  
Altitudinales en la parte Oeste de la Reserva de Cerro  
San Gil, Municipio de Santo Tomás, Departamento  
Izabal, Guatemala



por

María de los Angeles De la Roca Argueta

Guatemala 2,002

Vo. Bo.: Michael Dix  
Dr. Michael Dix  
Asesor principal

Tribunal:

Margaret Dix  
Dra. Margaret Dix  
Directora del Departamento de Biología

Michael G. Dix  
Dr. Michael Dix

Karin Herrera  
Lic. Karin Herrera

Guatemala 13 de marzo del 2,002

# CONTENIDO

	No. Página
PREFACIO.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
LISTA DE CUADROS.....	iv
LISTA DE FIGURAS Y GRÁFICAS.....	v
RESUMEN.....	vii
<b>Capítulos</b>	
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES.....	3
III. HIPÓTESIS.....	18
IV. OBJETIVOS.....	18
V. METODOLOGÍA.....	19
VI. RESULTADOS.....	23
VII. DISCUSIÓN.....	31
VIII. CONCLUSIONES.....	41
IX. RECOMENDACIONES.....	43
X. LITERATURA CITADA.....	44
XI. APÉNDICES.....	50

## PREFACIO

Dedico este trabajo a toda mi familia, por el amor y apoyo que me han brindado día a día. En especial a mi padre, Luis Fernando De la Roca, por la valiosa asesoría, motivación y apoyo que me brindó en la elaboración del presente, gracias a los cuales logré dar este paso tan importante en mi vida. A mi madre y abuelita, por enseñarme lo que no se aprende en la universidad y por su incondicional amor. A todos mis buenos amigos por su apoyo a lo largo de este trabajo.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco la valiosa asesoría del Dr. Gastón Guzmán, quien desde un principio apoyó mi trabajo y estuvo pendiente del desarrollo del mismo. Así mismo, agradezco la ayuda de su equipo de trabajo: Daniel Jarvio y Fidel Tapia quienes de forma incondicional compartieron sus conocimientos conmigo.

También agradezco a mi buen amigo, Luis Fernández, por su tiempo, ayuda y gran apoyo en el desarrollo de este trabajo.

A todo el personal de FUNDAECO por permitirme trabajar en la Reserva de Cerro San Gil y por su hospitalidad en las estaciones.

Agradezco la valiosa asesoría de: Dra. Margaret Dix, Dr. Michael Dix y de Lic. Karin Herrera, a lo largo del desarrollo del presente trabajo.

Por último, un agradecimiento muy especial a las personas que tomaron parte de su tiempo para acompañarme en los viajes al campo y ayudarme a llevar a cabo las colectas: Luis Berger, Salvador Montenegro y Miguel Ramírez.

## LISTA DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Arreglo sistemático del Reino Fungi.....	64
2. Coordenadas de las estaciones en cada rango altitudinal en Carboneras, Cerro San Gil (CSG), Izabal.....	65
3. Elevaciones de los puntos de muestreo de macromicetos.....	22
4. Resultados del análisis de suelos en Carboneras, CSG.....	65
5. Lista de especies de macromicetos encontrados en la ladera oeste de CSG, su distribución y función trófica.....	66
6. Resultados de los índices de similitud de Jaccard, Sorensen y Simpson.....	28

6. Valores de similitud obtenidos a partir de la comparación de los tres rangos altitudinales estudiados, según Jaccard, Sorensen y Simpson.....	28
7. Dendrograma del Análisis de Cluster según el índice de Jaccard.....	29
8. Curva de acumulación de especies para el tiempo total de muestreo.....	29

## RESUMEN

Se presenta la primera información sobre la composición de especies de macromicetos en La Reserva Ecológica Cerro San Gil (CSG), ubicada en el Departamento de Izabal. Dicha reserva representa una zona de alta biodiversidad, incluyendo especies endémicas. El estudio se limitó al declive Oeste de la reserva y se obtuvieron muestras en tres rangos de altitud. El Rango I, denominado Estación, abarcó de 400-600 metros sobre el nivel del mar (msnm) y constituyó un bosque húmedo tropical. El Rango II, denominado Hospital, abarcó de 700-900 msnm y constituyó un bosque premontano muy húmedo trópic. El Rango III, denominado Samaria, abarcó de 1,100-1,267 msnm y constituyó un bosque premontano pluvial.

El listado final presenta la función trófica y la distribución altitudinal de las 104 especies de macromicetos encontradas. El mayor número de especies se encontró en la Estación, 47 especies (spp), seguido por Hospital (38 spp) y por último Samaria (34 spp). Del total de especies, 78 se citaron por primera vez para el Departamento de Izabal y 55 para la República de Guatemala.

De acuerdo a la función trófica que los macromicetos presentaron en el bosque, los saprobiontes fueron los más abundantes con 85 especies, seguidos por los micorrízicos con 13 especies y por último los parásitos con 6 especies. También con relación a los hongos saprobiontes, se encontró 54 especies lignícolas, 23 especies humícolas, 8 especies terrícolas y ninguna fimícola.

Los valores de similitud más altos, de acuerdo a los tres índices utilizados (Jaccard, Sorensen y Simpson), se encontraron entre Estación y Hospital, los cuales fueron menores que el 60%, lo que indica poca similitud entre los rangos altitudinales. La curva de acumulación de especies nunca alcanzó un punto de saturación, lo que sugiere que, debido a la riqueza de especies en el área, se debió colectar por más tiempo para lograr un muestreo exhaustivo.

# I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo es un estudio introductorio a la micobiota de la Reserva Ecológica Cerro San Gil (CSG). Su finalidad es que los resultados que se presentan constituyan un aporte al conocimiento de la composición de especies de macromicetos en la reserva y en el ámbito nacional. También se pretende que sea un antecedente que ilustre las dificultades técnicas y metodológicas que deberán superarse en aquellos estudios relacionados con diversidad de macromicetos.

Cerro San Gil es una de las 44 áreas de protección especial establecidas por la Ley Nacional de Areas Protegidas de la República de Guatemala. Se encuentra ubicada en el departamento de Izabal y es de gran importancia por ser el único remanente de Bosque Muy Húmedo Tropical en todo el país (FUNDAECO 1990).

La riqueza en biodiversidad es otra característica de gran importancia del CSG. Los cambios de altitud, que van desde el nivel del mar hasta los 1,300 m en menos de diez kilómetros, producen diferentes gradientes de altura, humedad, temperatura y vegetación. Estos factores permiten la coexistencia de una gran variedad de especies en el cerro (FUNDAECO 1990). Estudios previos que se han llevado a cabo en el área han demostrado un alto grado de diversidad y endemismo para las especies de fauna y flora (Campbell y Vinnini 1989, Curdts 1989, Fión 1993, FUNDAECO 1990, Rivas 1990, Standley y Williams 1970, Standley y Williams 1975, Rodríguez et al. 2001), pero no existe ningún estudio documentado que trate las especies de hongos en el área.

Los hongos son muy importantes para mantener el equilibrio ecológico de un ecosistema tropical, ya que la mayor parte de ellos son degradadores de desechos orgánicos. Otros establecen relaciones simbióticas con las raíces de las plantas, dando lugar a las micorrizas. Según Phillips (1991), tales relaciones existen en más de 90% de todas las familias de las plantas y se ha demostrado que son indispensables para que éstas se desarrollen. Guzmán (1994) menciona que algunos hongos pueden utilizarse como indicadores ecológicos para valorar un ecosistema o lugar determinado, debido a su fácil reconocimiento y alta adaptación a ciertas condiciones ecológicas.

Las enzimas hidrolíticas de muchos hongos se utilizan en la elaboración de varios productos comerciales, tales como quesos, pegamentos, tintes, alcohol etílico, etc. Otros hongos constituyen la materia prima para muchos procesos de la industria farmacéutica de donde se obtienen valiosos productos, tales como antibióticos y hormonas. También son importantes por el efecto directo que tienen en la agricultura, al ser capaces de inducir cambios que aumentan la fertilidad de los suelos (Zoberi 1980).

Otra gran importancia radica en que los cuerpos fructíferos de algunos hongos son comestibles, y aunque se ha comprobado que su valor nutritivo es limitado, se sabe que son una buena fuente de proteínas (Argueta 1983). Existen también hongos tóxicos y alucinógenos, que han jugado a través de la historia y en muchas culturas un papel muy importante en las ceremonias místico-religiosas.

No obstante, algunos hongos son parásitos. Tales hongos causan enfermedades en el hombre o en los animales, y son los principales organismos patógenos para las plantas. Su actividad cuesta millones de dólares al año por daños a la agricultura (Zoberi 1980).

Según Hawksworth (1991) solamente se conocen 69,000 especies de hongos de los 1.5 millones que estima para todo el mundo (equivalente al 4.6%), y asegura que ese 95.4% de hongos que falta por conocer está confinado principalmente en los ecosistemas tropicales. Guzmán (1998) calculó que en México crecen 200,000 especies de hongos y sugiere que para cualquier país en la zona tropical la cifra debe ser similar.

Para la región guatemalteca, desde el año 1976 hasta el presente, se han citado 308 especies de macromicetos (Bran et al 2,001). La mayoría de las especies citadas provienen de colectas realizadas en las zonas templadas del país, a diferencia del presente estudio, el cual cita especies para un Bosque Muy Húmedo Tropical por primera vez en la región guatemalteca.

## II. ANTECEDENTES

### A. Generalidades

#### 1. El Reino de los Hongos

Los hongos se han adscrito tradicionalmente al Reino Vegetal, a pesar de que no tienen clorofila, tejidos especializados, ni flores. No fue sino hasta, apenas unos treinta años, cuando se empezó a aceptar la idea de que los hongos son organismos independientes de las plantas y que aunque químicamente están muy relacionados con los animales, forman un grupo aparte, el llamado Reino Fungi como lo hizo ver Whittaker (1969) y recientemente Herrera y Ulloa (1990).

La pared celular de los hongos generalmente está compuesta de *quitina* como la de los animales y no de *lignina* o *celulosa* como en los vegetales. Al igual que los animales, los hongos también almacenan glucógeno, y no almidón como lo hacen las plantas. Además, la nutrición de los hongos se realiza por absorción, a diferencia de ambos, los animales y vegetales, quienes se nutren por ingestión y fotosíntesis respectivamente. El hecho de que los hongos formen un reino independiente, se basa en que tienen características propias y a su vez una mezcla curiosa de vegetales y animales.

Según Bessey (1950), la palabra *fungi* (singular de *fungus*) aplicada por Tournefort en el siglo XVII, significa "*floreCIMIENTO de la tierra*", la que a su vez concuerda con la denominación de la etnia Kaqchiquel que habitan en el altiplano de Guatemala, "*okosh*" que quiere decir "*nacido de la tierra*".

Los especialistas calculan que hay más de un millón de especies diferentes de hongos en la tierra. La clasificación de los organismos que integran el Reino Fungi, ha motivado discrepancia y discusión entre los especialistas debido a la complejidad y heterogeneidad del grupo. En el Cuadro 1 del Apéndice C, se presenta el arreglo sistemático más reciente para el Reino Fungi.

Es importante mencionar que los macromicetos solamente se encuentran incluidos en las Clases Ascomycetes y Basidiomycetes. Esto es porque estos grupos

están constituidos por los hongos superiores o más evolucionados. El carácter principal que distingue a los Ascomycetes de los demás hongos es la estructura productora de esporas, el asco, en el cual típicamente se producen ocho esporas (ascosporas). Los Basidiomycetes presentan una estructura productora de esporas diferente, el basidio, el cual típicamente contiene cuatro esporas (basidiosporas) que se encuentran proyectadas hacia el exterior.

## 2. Nutrición y crecimiento de los hongos

“Debido al simple método de nutrición de los hongos, por absorción a través de la superficie de sus membranas y con la ayuda de sus enzimas extracelulares, éstos viven de la materia orgánica, ya sea viva o muerta, a la cual degradan para alimentarse. Las especies que se desarrollan sobre materia viva pueden ser *parásitas* o *simbióticas* y las que se desarrollan sobre materia muerta se conocen como *saprófitas*” (Guzmán et al 1993).

Los hongos parásitos son los que se desarrollan dentro de las células vegetales o animales (incluyendo al hombre), provocando la muerte de las mismas y a veces de todo el organismo según la intensidad del parasitismo. Las especies simbióticas son las que viven en un equilibrio biológico con el organismo al cual aparentemente están parasitando, asociación en la que ambos organismos sacan mutuo beneficio. Este es el caso de las micorrizas, en donde el hongo se asocia con las raíces de los árboles; el hongo recibe nutrimentos de las células del árbol y el árbol a su vez recibirá sustancias de crecimiento elaboradas por el hongo.

“Los hongos saprófitos conforman el último nivel trófico de los ecosistemas, ya que se encargan de romper los desechos orgánicos en nutrientes que pueden volver a ser utilizados por otros organismos” (Moore-Landecker 1990). Estos hongos degradan dicha materia orgánica para su propio crecimiento, y por esta propiedad se ha desarrollado toda una industria sobre el cultivo artificial de los mismos. Los hongos micorrícicos no se pueden cultivar comercialmente, debido a que es muy difícil y costoso imitar las condiciones ecológicas en las que crecen en el bosque, no así los hongos saprófitos que crecen en el suelo, troncos o sobre desechos agrícolas.

A diferencia de las bacterias, los hongos prefieren un medio ácido para su crecimiento, siendo el óptimo alrededor del pH 6 para la mayoría de las especies investigadas. Aunque la luz no es necesaria para el crecimiento, resulta esencial para la esporulación de muchas especies y la mayoría de los hongos crecen entre 20°C y 30°C.

Además, para el buen crecimiento de un hongo es necesario que, en el substrato en donde se desarrolla, se encuentren todas las sustancias que necesita, como son fuentes de carbono y nitrógeno, además de otros minerales esenciales que absorbe con la degradación del substrato en donde crece. "El hongo utiliza carbono como fuente de energía y para la elaboración de sustancias estructurales de la célula. El nitrógeno lo necesita para la elaboración de sus proteínas, y la principal fuente la obtiene a partir de aminoácidos. Entre los minerales más importantes para el crecimiento de los hongos están el hierro, cobre, magnesio, sodio, potasio, calcio y fósforo" (Guzmán et al 1993).

### **3. Morfología y estructura de los hongos**

Existe una clasificación sencilla de los hongos que los agrupa en microscópicos y macroscópicos (*micromicetos* y *macromicetos*, respectivamente), la cual se basa en si presentan o no cuerpos fructíferos grandes, es decir macroscópicos, que los definan a simple vista. Los macromicetos siempre presentan fructificaciones macroscópicas.

El verdadero hongo es lo que técnicamente se conoce como micelio. El micelio es una masa algodonosa, generalmente blanca, la cual vive y se desarrolla dentro del substrato en donde crece el cuerpo fructífero. Esta masa crece radialmente y cuando fructifica lo hace generalmente en las partes más jóvenes, en donde se encuentran las nuevas células en pleno crecimiento. A esto se debe que podamos encontrar en el bosque o en los jardines las fructificaciones formadas en círculo, a las cuales se les conoce como anillos de brujas o tejamanileras. Es precisamente a partir del micelio por donde se alimenta un hongo, a través de la absorción de las sustancias nutritivas del substrato.

“La unidad microscópica fundamental de un hongo es un filamento tubular llamado hifa. El conjunto de estos largos filamentos ramificados de células conforman el micelio así como el cuerpo fructífero. En algunas hifas, paredes transversales llamadas septos separan las células individuales que contienen uno o más núcleos. Otras hifas no están divididas por septos, y parecen una célula gigante multinucleada alargada. La carne de los hongos, llamada técnicamente contexto, está constituida por hifas que poseen ciertas características según la especie de que se trate, lo cual es un elemento importante para la identificación” (Herrera y Ulloa 1990).

En la Figura 1 del Apéndice B, se muestran las tres partes fundamentales del cuerpo fructífero de un hongo. La primera (1) es el sombrero o píleo que sirve para proteger la parte fértil del hongo. Esta parte fértil (2) se refiere a la superficie o estructura que produce las esporas y se conoce como himenio. En la mayoría de las especies de hongos, las dos estructuras anteriores se encuentran sostenidas por el pie o estípote (3), pero éste puede faltar en algunas especies. En esta estructura, a veces, se encuentran el anillo y la volva. “El anillo es el resto de un velo que cubría a las láminas en el estado juvenil del hongo y la volva es el resto de una membrana que envolvía la fructificación cuando inmadura” (Guzmán et al. 1993).

Los cuerpos fructíferos de los hongos macromicetos, además de su importancia en la reproducción del organismo, son la base de la identificación macroscópica de las especies. Al describir correctamente un cuerpo fructífero, es posible determinar el género al que pertenece o inclusive la especie. Otra herramienta para esto son las esporadas, es decir, cuando las esporas se depositan en una superficie (e.g. papel), y forman grandes manchas polvorosas que son de diferentes colores según la especie que se trate.

#### 4. Reproducción de los hongos

Las fructificaciones de los hongos son el resultado de los procesos de la reproducción sexual del hongo. Dichas fructificaciones las forma el hongo para producir esporas y así perpetuar la especie; estas esporas son de origen sexual, pero un hongo también puede formar esporas asexuales o incluso estructuras asexuales micro o macroscópicas.

Las esporas sexuales del hongo, al caer sobre un substrato adecuado, germinan produciendo hifas y éstas un micelio (ver figura 2 del Apéndice B). Las células de este micelio son uninucleadas, como son también las esporas. Un micelio uninucleado, llamado también micelio primario, se fusiona con otro de otro individuo, para producir un micelio binucleado o secundario. Esta unión sexual se llama plasmogamia y constituye el primer paso en la reproducción sexual del hongo. Es importante aclarar que hasta este punto no ha habido fusión nuclear. "El hecho de que no se lleve a cabo la fusión nuclear en la unión gametangial de un hongo, constituye otra gran diferencia de los hongos respecto a las plantas y a los animales, en donde al fusionarse los gametos se fusionan también los núcleos" (Guzmán et al. 1993).

El micelio secundario tiene la peculiaridad de desarrollarse abundantemente y esta masa es la que constituye el verdadero hongo, de la cual se forman uno o muchos cuerpos fructíferos, en los cuales, en su himenio terminará la reproducción sexual, que es la formación de las esporas.

En los macromicetos, las esporas se formarán en los basidios o ascos, en los que antes de madurar, se lleva a cabo la definitiva fusión nuclear de aquellos dos individuos que aparentemente se unieron en la plasmogamia antes citada. La fusión nuclear recibe el nombre de cariogamia y da como resultado la formación de, según sea el caso, ascosporas o basidiosporas.

La reproducción sexual de los hongos está integrada, en resumen, por dos fases: plasmogamia y cariogamia; la primera en el micelio y la segunda en el himenio del cuerpo fructífero. Es importante recalcar que los hongos son haploides en todo su micelio y fructificaciones, contrario a los vegetales y animales que son diploides,

excepto en sus gametos. Los hongos son diploides únicamente en la célula producto de la cariogamia, estado muy efímero, ya que dicha célula divide inmediatamente su núcleo diploide, formando cuatro (o dos) haploides.

Paralelamente a los procesos sexuales, el hongo puede reproducirse asexualmente, a través de esporas especiales, tanto en el micelio primario como en el secundario. A estas esporas se les llama conidiosporas, artrosporas o clamidiosporas, según su forma y el grosor de la pared.

Las esporas asexuales las forma el micelio en determinadas circunstancias ambientales hostiles para poder sobrevivir. "La fase asexual en cualquier hongo se denomina anamorfo, la sexual telemorfo y a las dos juntas en el mismo hongo se le conoce como holomorfo" (Hirata y Guzmán 1985).

## B. Ecología de macromicetos y su conocimiento en los trópicos

La ecología de los hongos tropicales es un tema muy importante para entender su comportamiento, acción y distribución en la naturaleza, sin embargo es muy poco lo que se ha desarrollado en este campo. "La falta de taxónomos dedicados a la micología provoca que el conocimiento de la diversidad de macromicetos en las regiones tropicales tenga un progreso lento, lo que en consecuencia afecta la comprensión de la ecología de hongos, ya que para poder profundizar en este aspecto, primero debe conocerse lo que existe" (Ovrebo, 1996).

Muchos de los géneros encontrados en los trópicos aún no han sido documentados. En los escasos géneros monografiados, existen grandes rupturas de conocimiento en las regiones sin coleccionar, lo que implica realizar programas de colección intensivos en esas áreas.

Ya que los micólogos se apoyan exclusivamente en la presencia de cuerpos fructíferos para confirmar la presencia de macromicetos, una región debe ser coleccionada intensivamente y por varios años para poder asegurar que se tiene una muestra representativa de lo que existe en ella. Ovrebo (1996) indica que por esta razón el

conocimiento y comprensión de la diversidad y distribución de macromicetos en el trópico está muy lejos de ser completa. Un claro ejemplo de lo anterior se encuentra en el documento de Bran et al. (2002), en el cual indica que para la República de Guatemala, desde el año 1,976 hasta el presente, solamente se han citado 235 especies de macromicetos.

De acuerdo a Guzmán (1994), los factores que favorecen o controlan el crecimiento de los hongos son físicos (temperatura, humedad y pH), químicos (composición química del suelo) y biológicos (vegetación, abundancia de sustrato, parasitismo, competencia y micofagia). “Específicamente, la altitud y la latitud son factores que marcan características en los hongos y rigen la distribución de varias especies” (Guzmán 1994). Entre las diferencias más importantes que se han encontrado entre hongos de altas montañas y los de zonas tropicales, se encuentra que en los géneros Psilocybe y Scleroderma el tamaño de las esporas se incrementa a medida que aumenta la altitud y la latitud.

En los macromicetos la fenología se valora a través de las fructificaciones del micelio. Según Guzmán (1994), estas fructificaciones las produce el hongo en la época de mayor humedad, que corresponde al período de las lluvias, en los meses de junio a noviembre. Por otro lado, la diseminación de las esporas en los hongos está favorecida por la baja humedad relativa del medio, las temperaturas cálidas (aprox. = 24°C), los períodos más secos y las horas más calientes del día, por consiguiente asoleadas.

La simbiosis mutualista que se lleva a cabo entre las raíces de las plantas superiores y los hongos es lo que se conoce como micorriza. Esta asociación posibilita mediante mecanismos bioquímicos, una mayor absorción de nutrientes, principalmente fósforo, y también permite tolerancia al estrés hídrico. Ferrera et. al. (1993) menciona dos tipos de micorriza: endomicorriza y ectomicorriza. La primera se caracteriza porque las hifas del micelio penetran las células corticales de la raíz y forman dentro de ellas sus estructuras, tales como vesículas, arbuscúlos, etc. Las ectomicorrizas se caracterizan por tener un manto compacto de hifas que cubre las raíces con una red micelial que crece entre las células corticales, sin penetrarlas. Todos los Basidiomycetes micorrícicos, siempre forman ectomicorrizas.

La adaptabilidad y constancia de los hongos a las condiciones del medio y, a su vez, la conspicuidad de las fructificaciones favorece a que estos se puedan usar como indicadores ecológicos para reconocer o interpretar determinado ecosistema, su naturaleza o grado de deterioro.

## C. Descripción del sitio de estudio

### 1. Ubicación geográfica y extensión

La Reserva Ecológica Cerro San Gil se encuentra en el Departamento de Izabal al Noreste del país. Ésta constituye la parte más alta de las Montañas del Mico, ubicadas en los municipios de Puerto Barrios, Livingston y Morales. Estas montañas se inician al nivel del mar y su elevación máxima la alcanzan a los 1,267 msnm. "La reserva presenta una extensión territorial de 190.07 kilómetros cuadrados, y se encuentra entre las coordenadas geográficas de 15 38' 30" -- 14 44' 00" latitud norte y 88 45' 00" -- 88 52' 00" longitud oeste, encontrándose la cima del cerro (1,267 msnm) a 15 40' 00" latitud norte y 88 47' 30" longitud oeste" (Robledo 1996). La Figura 3, presentada al final de este capítulo (pp. 17), es un mapa donde se visualiza la ubicación de la reserva.

### 2. Descripción del clima

Según Thornthwaite el clima es cálido, con invierno benigno muy húmedo sin estación seca bien definida. "La precipitación media anual oscila entre los 3,000 mm a los 3,500 mm de lluvia, distribuidos entre 200 y 220 días de lluvia al año. La temperatura media anual es de 25°C. La humedad ambiental relativa media anual es de 83% y la evapotranspiración media anual es de 1,668 mm" (Fión 1996).

### 3. Zona de vida y diversidad

Según Holdrige, la zona de vida definida para el área es Bosque Muy Húmedo Tropical, por lo que la mayor parte de las tierras son de vocación forestal. "La vegetación natural indicadora para esta zona está constituida por: Acacia cooki Safford,

Cordia gerascanthus L., Basiloxylum excelsa, Zanthoxylum belicense Lundell y Cordia spp" (Fión 1996 ).

Cerro San Gil ha sido clasificado como el único remanente de Bosque Muy Húmedo Tropical en el país. Según Cabrera (1990) en esta zona de vida se puede albergar más de 200 especies de árboles en comparación con 10 a 20 especies que pueden encontrarse en una muestra similar en bosques de clima templado.

"La diversidad de especies en Cerro San Gil es considerable: en el área se encuentran 360 especies de aves, muchas de ellas consideradas como raras o amenazadas. Existen también 30 especies de palmas, 56 especies de mamíferos y 102 especies de anfibios y reptiles. Además, es un área con un alto grado de endemismo; tres especies de palmas, tres especies de ranas, dos especies de salamandras y más de cuatro especies de árboles son encontradas únicamente en Cerro San Gil" (FUNDAECO 1990).

#### **4. Descripción de los rangos altitudinales**

El primer rango altitudinal va desde los 400 m - 600 msnm, y se denomina como "Estación". Este bosque se encuentra a elevaciones relativamente bajas (circa 300 msnm) y por lo mismo presenta algunas características de un bosque tropical bajo, tales como una gran cantidad de lianas y un sotobosque constituido por matorrales y palmas. Algunas de las especies de flora que conforman el sotobosque de este sitio son: Thelypteris poiteana (Bory) Proctor, Cionosicyos macranthus (Pittier) Jeffrey y Dorstenia drakena L. Las especies de árboles mejor representadas en este bosque son Manilkara zapota (Mill.) Fosberg, Lonchocarpus rugosus Benth., Pithecellobium arboreum Martius y Ceiba pentandra (L) Gert. Algunas de las especies de epífitas que se encuentran en este sitio son: Grammitis mitchellae (Baker) Szym. y de la familia Bromeliaceae están: Tillandsia chlorophylla L.B.Sm. y Tillandsia punctulata Schldt. & Cham. El suelo de este sitio es del tipo chacalté, el cual se caracteriza por ser poco profundo, con subsuelo bien definido, de color café oscuro y las pendientes con inclinaciones mayores del 50% son comunes.

El bosque localizado en este rango se encuentra bastante intervenido, pero los puntos de muestreo se seleccionaron en el área dentro de la zona núcleo en donde la intervención es menor y se esperaría encontrar mayor representatividad de la vegetación propia del ecosistema.

El segundo rango abarca una elevación intermedia (700 – 900 msnm), se denomina “Hospital” y se caracteriza por ser un bosque premontano muy húmedo. “En este bosque se diferencian dos estratos dominantes: los árboles de 25 - 40 m de alto y los de 50 – 60 m de alto. Algunos de los árboles más comunes del primer nivel son: Astrocaryum mexicanum Liebm., Annona scleroderma Saff., Blepharidium guatemalense Standl., Bumelia retusa Sw. e Inga belizensis Standl. Del segundo nivel los más comunes son: Manilkara chicle (Pittier) Gilly, Pouteria mammosa (L.) Cronquist, Ficus crassiuscula Warb. ex Standl., Virola koschnyi Warb y Cordia alliodora (R.&P.) Oken” (Rodríguez et al 2001). La mayoría de las especies de epífitas pertenecen a las familias Bromeliaceae y Orchideaceae. Existe una gran cantidad de especies de sotobosque, con distribuciones fragmentadas, las cuales están mejor representadas por las especies de las familias Heliconiaceae, Rubiaceae y Arecaceae (palmas). De la última familia es importante mencionar la especie Chamaedorea stenocarpa Standl.& Steyrem., la cual solamente se conoce para CSG en el ámbito nacional y que se distribuye de 650 – 900 msnm . En este sitio disminuye la presencia de lianas y existe una mayor humedad en comparación al primer punto. El suelo presenta una gruesa capa de humus y las pendientes alcanzan hasta el 70 %.

El tercer rango, denominado como “Samaría”, abarca la región más alta del CSG (1,100 – 1,267 msnm) y presenta características muy diferentes a las dos anteriores, por ser una asociación de bosque nuboso. Este tipo de asociaciones suelen encontrarse a alturas mayores de 2,000 en todo el país, y en CSG aparece a elevaciones relativamente bajas (circa 950 msnm). Esto se debe a la alta humedad que recibe de la evaporación del Atlántico, siendo el sitio que recibe mayor humedad de los tres rangos estudiados. Este sitio presenta un abundante sotobosque compuesto principalmente por helechos y herbáceas. Dentro de las especies de flora que conforman el sotobosque, existen cinco especies de plantas que solamente se conocen para el CSG: Justicia montana (Nees) Wall., Razisea spicata, Justicia silvicola Gibson, Drymonia psila Gibson y Euphorbia elata Brandegee.

“También existe una especie de epífita que solamente se conoce para el CSG Vriesia graminifolia Mez.&Werckle. Las especies de árboles indicadoras para este bosque son Quercus spp., Persea schiedeana Nees y Podocarpus guatemalensis Stan.” (Rodríguez et al 2001). El suelo es arcilloso de color anaranjado fuerte, altamente susceptible a la erosión y con pendientes mayores del 60%.

#### D. Estudios realizados en Guatemala

Sharp (1948) realizó las primeras exploraciones micoflorísticas en Guatemala. Colectó y observó algunos hongos y los comparó con los del Este de México y E.U.A. Posteriormente Lowy (1971), apoyado por investigadores guatemaltecos como Mayorga y Torres, publicó varios artículos haciendo referencia a los hongos de piedra y documentó las especies Amanita muscaria (L. ex Fr.) Pers., A. caesarea (Scop.: Fr.), Psilocybe mexicana Heim y P. cubensis (Earle) Singer, para la región guatemalteca. Unos años después, Lowy (1974) publicó un interesante artículo sobre la relación existente entre el trueno y la A. muscaria según los indígenas del altiplano guatemalteco, así como a su significado maligno o diabólico.

Argueta (1983) continuó con los trabajos micoflorísticos en Guatemala con un inventario de macromicetos en la ciudad de Guatemala y los municipios de Mixco y San Juan Sacatepéquez. Dicho trabajo dio lugar a la creación del herbario micológico de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Más tarde, Sommerkamp (1984) enriqueció este herbario con hongos procedentes del Biotopo Universitario “Lic. Mario Dary Rivera” situado en Purulhá, Baja Verapaz.

Torres (1984) publicó un trabajo sobre el uso de hongos alucinógenos en la cultura maya. En la compilación titulada “Etnomedicina en Guatemala” documentó detalladamente la relación de la etnomicología con el pueblo guatemalteco.

Guzmán (1984) describió el uso de los hongos en Mesoamérica. Un año después, Guzmán et al (1985) registró la nueva especie Morchella guatemalensis Guzmán, Torres & Logeman. Luego Guzmán (1987) documentó el primer registro de Pseudofistulina radicata Schw. en el país.

Sommerkamp (1990) continuó con los estudios etnomicológicos con una investigación sobre el uso de los hongos en el altiplano guatemalteco. Ese mismo año, Mayorga (1990) realizó un estudio sobre los coleópteros asociados con las fructificaciones de algunos Basidiomicetos, dentro de los cuales identificó a los géneros Favolus, Ganoderma, Polyporus, y Pleurotus.

En 1991, Herrera llevó a cabo un estudio etnomicológico en la región de Chipotón, Sacatepéquez. Aguilar (1994) y Fuentes (1994) realizaron una caracterización taxonómica de los macromicetos de la Finca San Luis, Departamento de Escuintla. Continuando con esta línea de estudio, Márquez (2,001) realizó un estudio de la taxonomía de los macromicetos encontrados en la Finca El Aprisco, Chiupachec, Totonicapán.

Actualmente en la Universidad de San Carlos de Guatemala, el Departamento de Microbiología se encuentra a cargo de varios proyectos relacionados con taxonomía de macromicetos y con otras aplicaciones, tales como el cultivo de los mismos.

## E. Carácter cualitativo del estudio

### 1. Indicadores de similitud

En los macromicetos es difícil establecer la delimitación de un individuo, ya que el micelio puede crecer en grandes áreas y llegar a formar un número considerable de fructificaciones. De esta manera, varias fructificaciones de una especie en un bosque, pueden pertenecer a un sólo individuo, a pesar de estar aparentemente en microhábitat diferentes. Esto presenta una dificultad para establecer datos de abundancia. Por esta razón, Guzmán recomienda que en el caso del presente estudio, información preliminar de macromicetos en un área específica, el tratamiento de datos debe realizarse de forma cualitativa.

Mueller (2,001) presenta diferentes protocolos para muestreo de macromicetos, y recomienda el protocolo de colecta oportunista para estudios introductorios a la

micobiota en un área específica. Aunque los resultados obtenidos con esta metodología no permiten obtener resultados cuantitativos, Mueller indica que el carácter cualitativo de la presente investigación es ineludible, debido a que el esfuerzo que se requiere para un análisis cuantitativo no se puede establecer hasta no tener una idea cualitativa de la diversidad de especies que existen en el área.

Esto también lo apoyan Krebs (1999) y Heyer et al. (1994), cuando indican que el inventario de un grupo taxonómico es la medida más simple y común de la riqueza de especies en un área estudiada, pero es el componente básico para cualquier estudio de diversidad biológica.

Según Krebs (1999), los indicadores recomendados para este tipo de datos son los índices de Jaccard, Sorensen (Dice) y Simpson. Las fórmulas y la descripción de cada uno de los indicadores se presentan en el Apéndice A.I del anexo. Con estos indicadores de similitud, es posible determinar la composición de especies de macromicetos en el área estudiada, lo que comprende diversidad alfa (riqueza de especies) y diversidad beta (grado de cambio de una muestra a otra).

## **2. Interpretación de los resultados de los coeficientes de similitud**

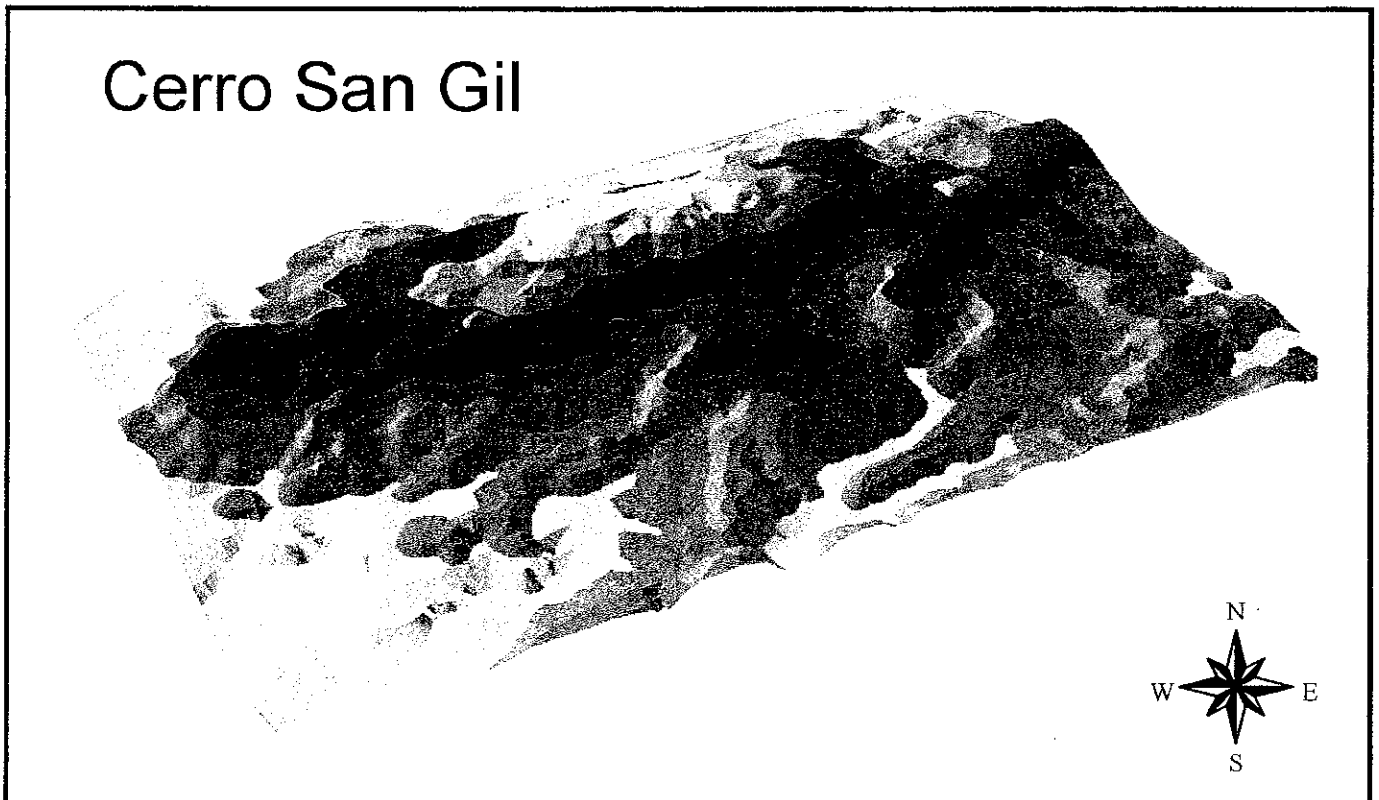
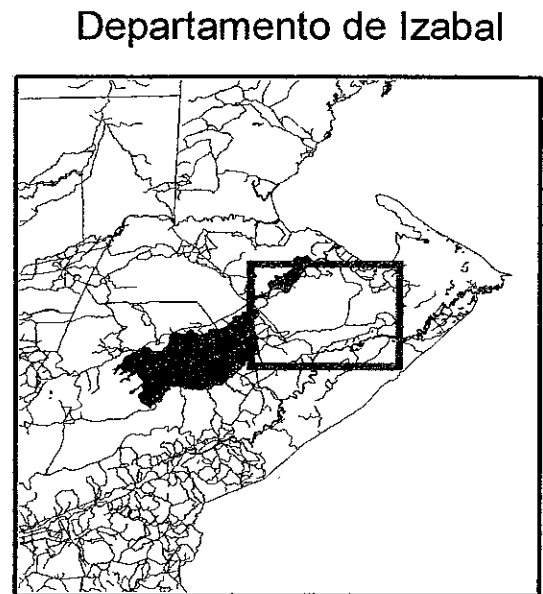
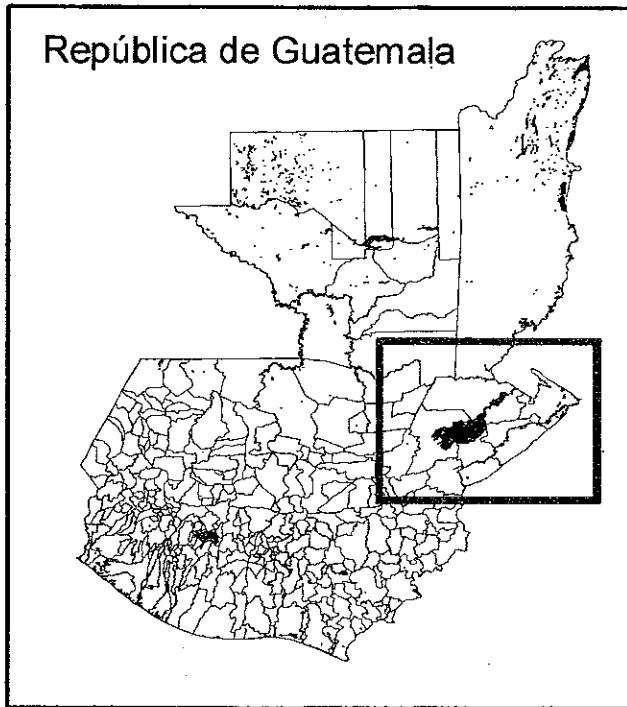
Se supone que el rango para los coeficientes binarios de similitud va desde 0.00 (nada de similitud) hasta 1.00 (total similitud), pero esto no es verdad para todos los coeficientes. Wolda (citado en Krebs 1999) encontró que el tamaño de la muestra y la riqueza de especies poseen un gran efecto sobre el valor teórico máximo que se podría obtener con los coeficientes de similitud, el cual usualmente se espera que sea 1.00.

Wolda determinó una serie de fórmulas, con las cuales se puede obtener numéricamente y gráficamente el valor correspondiente al 100% de similitud, según el tamaño de la muestra y la riqueza de especies encontradas en un lugar. Este autor recomienda que se reescalen los valores obtenidos con los coeficientes al valor máximo teórico (o 100% teórico) encontrado con sus fórmulas. También indica que, aunque este procedimiento no lo recomendaría un estadístico, para un ecólogo práctico esta aproximación explica con mayor precisión lo que sucede en el campo.

En el presente trabajo se siguió el criterio que Wolda (1981) recomienda. El valor máximo esperado para el coeficiente de similitud de Sorensen, de acuerdo con las curvas de Wolda, para una diversidad cercana a 150 especies (104 spp) y un tamaño de muestra de menos de 200 individuos (135), es de 0.7 y no de 1.00 como se hubiera pensado. El criterio se aplicó por extensión a los indicadores de Jaccard y Sorensen.

El valor de los índices de similitud binaria debe ser mayor del 60% para poder establecer que las muestras son similares, todos los valores bajo este porcentaje se consideran como indicadores de una baja similitud.

# Figura 3: Ubicación de la Reserva CSG



### III. HIPÓTESIS

La composición de muestras de hongos de tres rangos altitudinales del Cerro San Gil: 400-600 mSNM, 700-900 mSNM y 1,100-1,267 mSNM tienen poca similitud entre ellas.

### IV. OBJETIVOS

#### A. Objetivo General

Aportar conocimiento de la composición de especies de macromicetos en un Área Protegida de Guatemala.

#### B. Objetivos Específicos

- a. Elaborar una lista preliminar con la distribución de las especies de macromicetos en el lado Oeste de la Reserva del Cerro San Gil.
- b. Clasificar las especies encontradas según el criterio ecológico de Guzmán (1997): saprofitos, parásitos o micorrizas.
- c. Documentar el estudio con material depositado en el Herbario Micológico del Departamento de Biología de la Universidad del Valle de Guatemala.
- d. Establecer si existen diferencias cualitativas en la composición de especies de macromicetos entre los diferentes rangos altitudinales.
- e. Determinar si las especies identificadas en Cerro San Gil son de amplia distribución.

## V. METODOLOGÍA

Se realizó un muestreo e identificación de especies de macromicetos en la Reserva de Cerro San Gil, Departamento de Izabal. El área de estudio se limitó al lado Oeste de la reserva (Carboneras) y las colectas se llevaron a cabo en tres diferentes rangos altitudinales.

El Rango I abarcó de 400-600 msnm (**Estación**), el Rango II de 700-900 msnm (**Hospital**), y el Rango III de 1,100-1,267 msnm (**Samaria**). En los tres rangos se contó con estaciones para instalar el equipo de trabajo, lo cual es necesario por el delicado manejo que requieren las muestras. Las coordenadas de cada estación se incluyen en el Cuadro 2 del Apéndice C.

Se llevaron a cabo tres viajes de colecta al campo, el primero en julio del año 2,000, el segundo en julio del año 2,001 y el último en octubre del año 2,001. En cada viaje se hizo una colecta por rango, obteniéndose, al final de los tres viajes un total de tres muestras en cada rango. En el Cuadro 3 (al final de este capítulo) se presentan las elevaciones de los nueve puntos estudiados. En el segundo y tercer viaje, las colectas se realizaron a elevaciones muy cercanas a las de los muestreos de suelo realizados por Ponce (2,001), por lo que se utilizó sus resultados como referencia de la composición del suelo en la discusión (ver Cuadro 4 del Apéndice C).

La Figura 4 que se muestra después del presente capítulo, es un mapa que presenta una ubicación aproximada de cada uno de los puntos de muestreo dentro de cada rango. El número 1 identifica la primera exploración, el número 2 identifica a la segunda y el número 3 a la tercera. La línea amarilla continua, representa el sendero recorrido. Los puntos de muestreo fueron seleccionados con base a ciertas características (ubicación dentro del rango deseado, accesibilidad, presencia de macromicetos, altura relativamente uniforme e indicaciones de guardarecursos conocedores del lugar). Al defecto de no contar con instrumentos para localización geográfica, tales como el "Global Positioning System" (GPS), la ubicación de estos puntos fue estimada con del Sistema de Información Geográfica de GEOSISTEC, a partir del dato de elevación que sí fue posible obtener, con un alímetro.

Al estar ubicados en cada punto de muestreo, se tomó nota de la elevación y la temperatura, así como observaciones acerca del clima. Cada exploración consistió en una caminata de tres horas, de acuerdo a la opinión de especialistas en el tema. Estas se llevaron a cabo durante el día, adentrándose en la vegetación.

Durante la exploración, cada vez que se encontró un cuerpo fructífero diferente, se le tomó una fotografía y también se anotaron todas sus características morfológicas particulares en la hoja de datos de colecta (ver Figura 5 del Apéndice B). Luego se extrajo el cuerpo fructífero con una cuchilla, sin destruir el micelio, y cada ejemplar colectado se etiquetó con su respectivo número de colecta.

Los cuerpos fructíferos colectados se secaron con ayuda de un dispositivo que se suele utilizar cuando no se dispone de electricidad, como fue el caso de las instalaciones en Carboneras. El dispositivo para el secado consistió en una rejilla de tela de alambre colocada sobre ladrillos y un quinqué debajo de ésta (ver Figura 6 del Apéndice B). Se colocó a los hongos sobre la rejilla durante 12 horas para obtener un secado apropiado. Una vez secos, los hongos se depositaron en cajas de cartón para transportarlos a la ciudad.

Siempre que fue posible, se colectaron dos o más cuerpos fructíferos de la misma especie. Algunos de los especímenes duplicados se utilizaron para obtener esporadas. Para esto, el sombrillo del hongo se fijó a un pedazo de cartón durante 24 horas. Después de removerlo, se anotó el color de las esporas que cayeron. Los otros especímenes duplicados podrán ser depositados en otros herbarios micológicos.

Es importante señalar que el estudio obtuvo información a nivel de especie porque éste es el mínimo nivel de identificación que los especialistas recomiendan para que este tipo de estudios tenga utilidad.

Al regresar a la ciudad, la identificación de las especies se llevó a cabo en el laboratorio de la Universidad del Valle de Guatemala y en la Universidad de San Carlos de Guatemala. Se utilizó como referencia principal la guía del Dr. Guzmán (1977) "Identificación de los Hongos: comestibles, venenosos y alucinógenos". También se

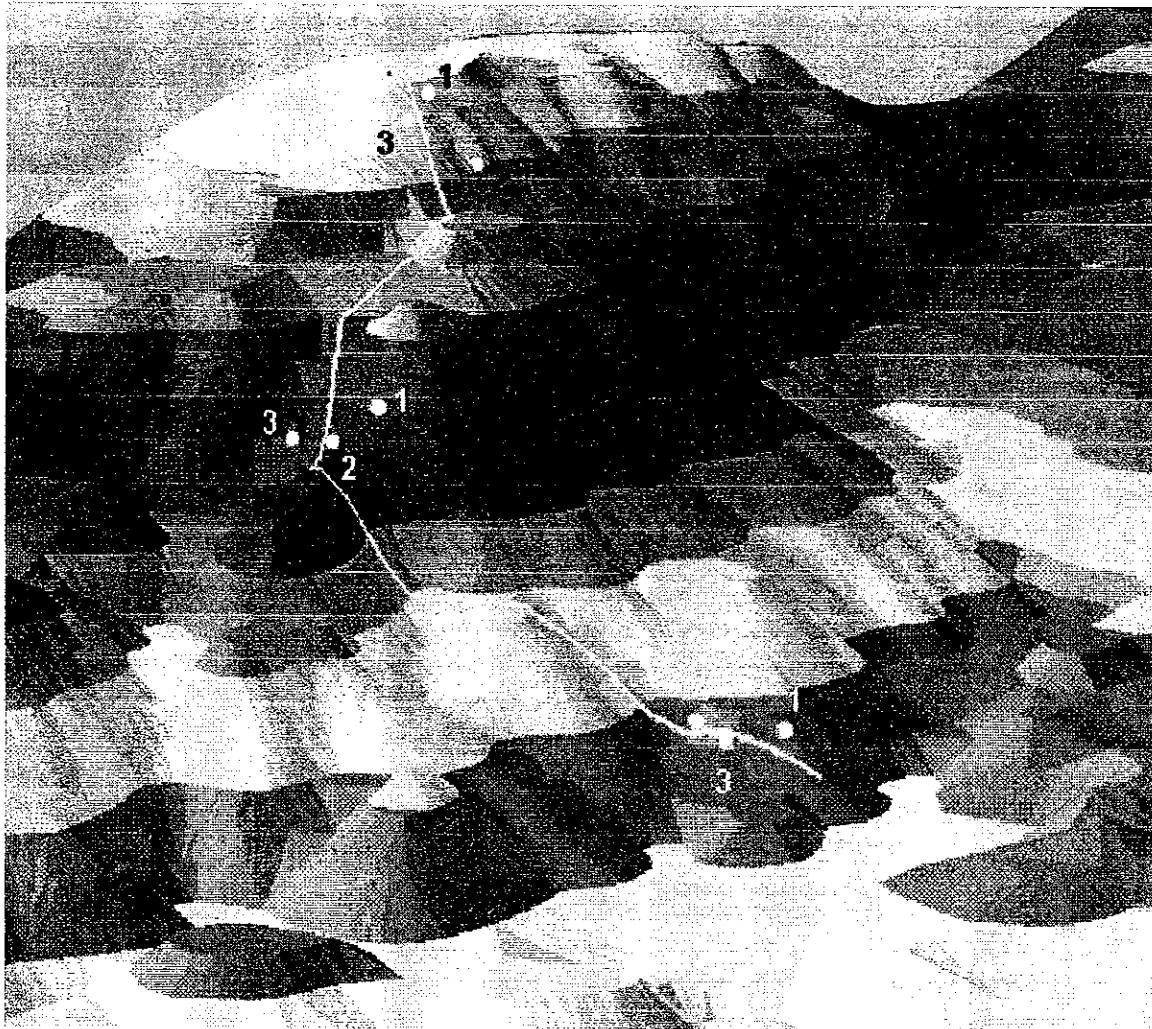
contó con el apoyo de la Lic. Karin Herrera especialista en taxonomía de hongos y revisora del presente trabajo.

Se elaboró el listado de especies y de su distribución altitudinal. De acuerdo a la función trófica (Guzmán 1997) que cada una presentó, se clasificaron en saprobiontes, simbioses (micorrízicas) y parásitas. Este listado se comparó con el trabajo realizado por Bran et. al. (2002), en donde enumera todas las especies que se han citado para Guatemala hasta el año 2,001. Esto se hizo con el objetivo de poder determinar cuántas especies encontradas en este estudio nunca antes se habían citado para el país. También se comparó las especies identificadas de Cerro San Gil, con listados de especies citadas de México y Costa Rica para determinar si eran de amplia distribución. Finalmente, todos los cuerpos fructíferos debidamente etiquetados se depositaron en el Herbario Micológico de la Universidad del Valle.

El análisis de datos consistió en aplicar técnicas de medición de similitud binaria (Krebs 1999), a partir de las muestras representativas de cada rango altitudinal (es decir, el número total de especies de las tres colectas dentro de cada rango). Se trabajó con tres índices de similitud: Jaccard (J), Sorensen (D) y Simpson (S) (en el Apéndice A.1 se detalla la construcción de estos índices). A partir de los valores obtenidos con los índices, se realizó el análisis de Cluster, utilizando el programa MVSP (Multivariate Statistical Package for PCs).

Por último se realizó una curva de acumulación de especies para evaluar la exhaustividad del muestreo. En esta curva fue posible comparar el número de especies encontradas en relación con el número de horas total de las caminatas de colecta.

**Figura No. 4**  
**Ubicación de los puntos de muestreo de macromicetos en la ladera oeste**  
**de la Reserva Cerro San Gil**



**Cuadro 3: Elevaciones de los puntos de muestreo**

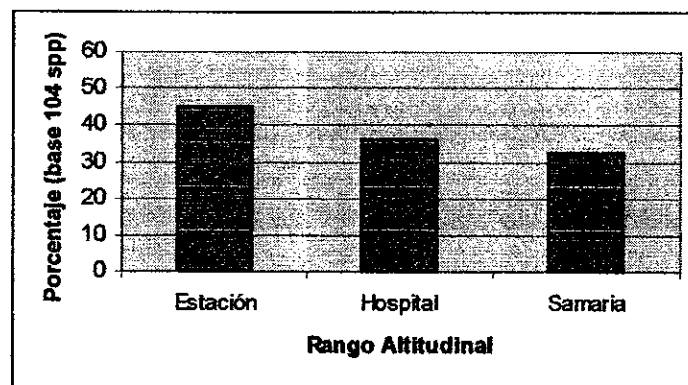
Muestra	Elevación (msnm)
1 <sup>a</sup> Colecta, Estación	410
2 <sup>a</sup> Colecta, Estación	420
3 <sup>a</sup> Colecta, Estación	405
1 <sup>a</sup> Colecta, Hospital	850
2 <sup>a</sup> Colecta, Hospital	700
3 <sup>a</sup> Colecta, Hospital	730
1 <sup>a</sup> Colecta, Samaria	1,220
2 <sup>a</sup> Colecta Samaria	1,115
3 <sup>a</sup> Colecta, Samaria	1,190

## VI. RESULTADOS

Como resultado de las tres colectas realizadas en los tres rangos altitudinales: Estación (400-600 msnm), Hospital (700-900 msnm) y Samaria (1100-1200 msnm), se encontró un total de 104 morfotipos de macromicetos. Se identificaron 81 especies pertenecientes a 27 familias, y las restantes 23 formas morfológicas distintas se encuentran pendientes de identificar (ver Cuadro 5 del Apéndice C).

Del total (104 spp), ocho especies pertenecieron a la Clase Ascomycetes (7%) y 96 especies a la Clase Basidiomycetes (93%). La familia Tricholomataceae fue la mejor representada con 28 especies, seguida por las familias Polyporaceae y Coriolaceae con cinco especies cada una. En el Cuadro 5 del Apéndice C se presenta el listado de especies de macromicetos encontrados, agrupados alfabéticamente y en familias. 78 especies fueron nuevos registros para el Departamento de Izabal, mientras que 55 especies fueron nuevos registros para la República de Guatemala.

La distribución de las especies de hongos según el rango altitudinal, estableció que el mayor número de ellas se encontró en la Estación (47 spp), seguido por Hospital (38 spp) y por último Samaria (34 spp) (ver Cuadro 5 del Apéndice C). Esta distribución en términos porcentuales respecto del total de especies equivale al 45.2%, 36.5% y 32.6% respectivamente, como se observa en la Gráfica 1.



Gráfica No. 1:

Porcentaje del total de especies encontradas según rango altitudinal

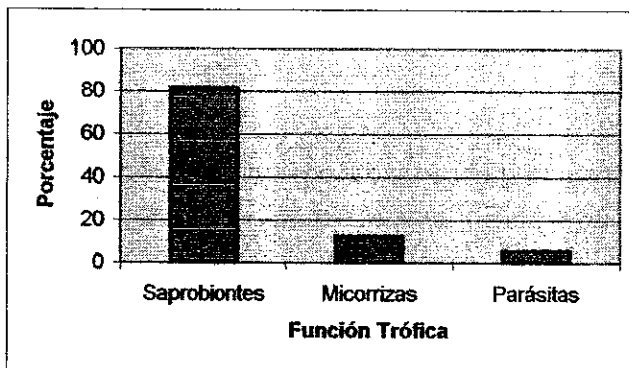
Para evaluar cuán significativo fue el porcentaje de especies encontradas en cada rango, se utilizó el test de *chi cuadrado* ( $\chi^2$ ). El valor calculado fue de  $\chi^2 = 2.23$ , el cual fue menor al valor crítico  $\chi^2_{0.10} = 4.60$ . En el Apéndice A se muestra detalladamente el cálculo del test estadístico.

Las especies encontradas en La Estación pertenecieron a 24 géneros. Estos géneros fueron: Auricularia, Bolbitus, Collybia, Coltricia, Cookeina, Coprinus, Cotylidia, Cyclomyces, Eariella, Filoboletus, Fistulina, Fomes, Geastrum, Hydnum, Lenzites, Lepiota, Leucocoprinus, Marasmiellus, Marasmius, Phillipsia, Pleurotus, Polyporus, Xeromphalina, y Xylaria. De los anteriores, Marasmius fue el más abundante con cuatro especies.

En Hospital, las especies pertenecieron a los siguientes 22 géneros: Amanita, Auricularia, Chiodecton, Clavulinopsis, Collybia, Coltricia, Cookeina, Coprinus, Geastrum, Hydnum, Hygrocybe, Hygrophorus, Inocybe, Inonotus, Lactarius, Leccinum, Lentinellus, Lycoperdon, Marasmius, Mycena, Polyporus y Xylaria. El más abundante fue Collybia con cinco especies.

En Samaria se encontró un total de 21 géneros. Estos géneros fueron: Auricularia, Collybia, Coprinus, Cortinarius, Cyathus, Flammulina, Ganoderma, Hygrocybe, Laetiporus, Marasmius, Mycena, Nothopanus, Oudemansiella, Polyporus, Psathyrella, Psilocybe, Sparassis, Stereum, Tremella, Tricholoma y Xylaria. Al igual que en la Estación, el género Marasmius fue el más abundante con seis especies.

De acuerdo con la función trófica que presentaron los hongos en el bosque (Cuadro 5 del Apéndice C), los saprobiontes fueron los más abundantes con 85 especies (81.7%), seguidos por los micorrízicos con 13 especies (12.5%) y por último los parásitos con 6 especies (5.7%), como se puede observar en la Gráfica No. 2.

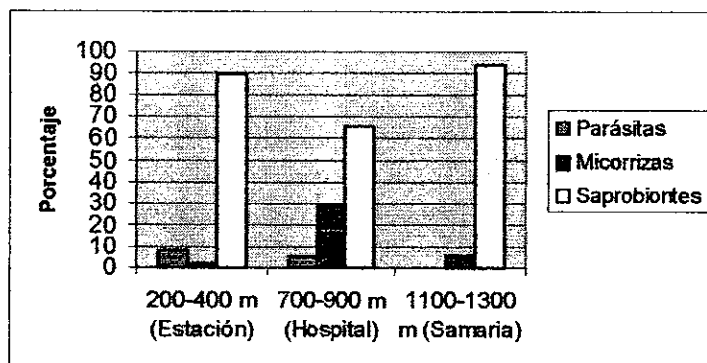


**Gráfica No. 2:**  
**Porcentaje de especies según su función trófica**

Con relación a la anterior distribución de los hongos saprobiontes, la familia Tricholomataceae fue la más abundante con 16 especies pertenecientes a los géneros Collybia, Filoboletus, Lentinellus, Marasmiellus, Marasmius, Mycena, Oudemansiella, Tricholoma y Xeromphalina. En el caso de las 13 especies micorrízicas, la familia Hygrophoraceae fue la más abundante con tres especies, seguida por la familia Cortinariaceae con dos especies. Las restantes siete especies pertenecieron a los géneros Amanita, Collybia, Clavulinopsis, Lactarius y Lepiota. Por último, de las seis especies parásitas, se identificaron las siguientes cuatro: Coltricia perennis (L.) Murr., Coltricia spp., Inonotus spp., y Marasmiellus spp.

La distribución de los hongos según su función trófica en cada rango altitudinal, indicó que del total de especies colectadas en la Estación, 42 fueron saprobiontes (89%), una especie fue micorrízica (2%) y cuatro especies fueron parásitas (8%).

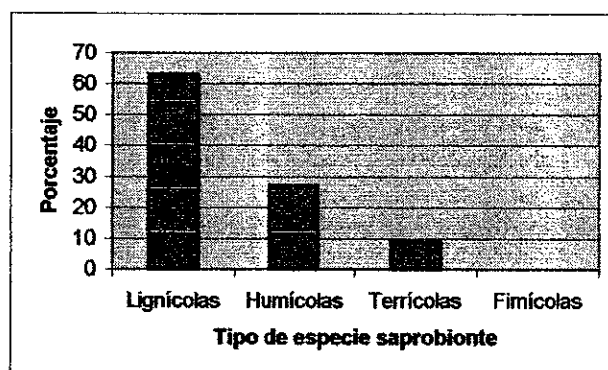
Del total de hongos colectados en Hospital, se encontraron 25 especies saprobiontes (66%), 11 especies micorrícicas (29%), y 2 especies parásitas (5%). En el caso del total de hongos colectados en Samaria, se encontraron 32 especies saprobiontes (94%), dos especies micorrícicas (6%) y ninguna especie parásita (0%), como se observa en la Gráfica No. 3.



**Gráfica No. 3:**

**Distribución de especies según su función trófica en los rangos de colecta**

También en relación a los hongos saprobiontes, se encontraron 54 especies lignícolas, 23 especies humícolas, ocho especies terrícolas y ninguna fimícola, lo que equivale al 63%, 27% , 9% y 0% respectivamente, como se observa en la Gráfica No. 4.



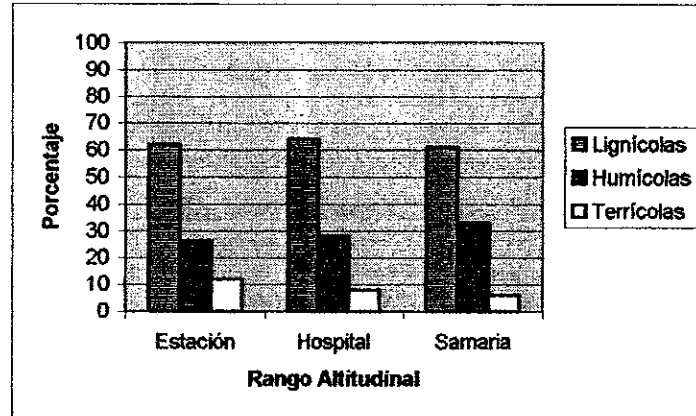
**Gráfica No. 4:**

**Porcentaje de especies saprobiontes de acuerdo al sustrato**

Las especies lignícolas pertenecieron a 15 familias y 41 géneros. La familia Tricholomataceae presentó el mayor número de géneros lignícolas: Collybia, Lentinellus, Marasmius, Nothopanus, Oudemansiella y Tricholoma. Por otro lado, los géneros más abundantes fueron Polyporus, Auricularia y Cookeina, con tres especies cada uno.

Las especies humícolas pertenecieron a nueve géneros, de los cuales Marasmius fue el más abundante con nueve especies. Las especies terrícolas pertenecieron a los géneros Amauroderma, Hydnum, Sparassis, Fistulina, Bolbitus, Mycena y Psilocybe.

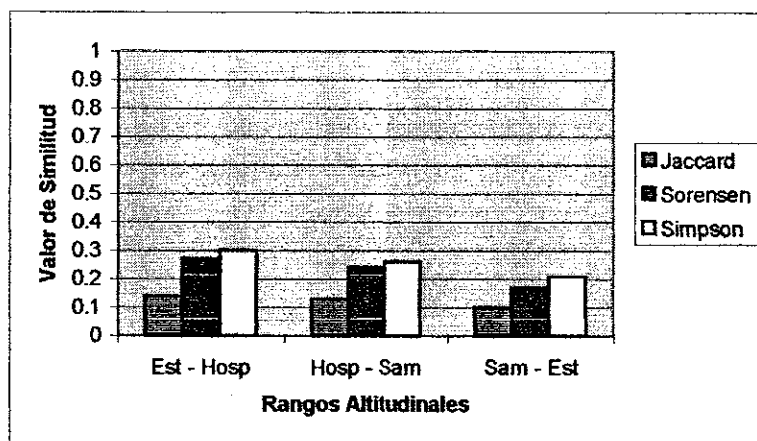
En la Gráfica No. 5 se puede observar que las especies lignícolas predominaron en los tres rangos con porcentajes muy parecidos: 62%, 64% y 61% para el Rango I, Rango II y Rango III respectivamente. El porcentaje de especies humícolas fue creciendo junto con la altura (26%, 28% y 33%), mientras que el porcentaje de especies terrícolas disminuyó (12%, 8% y 6%).



**Gráfica No. 5**

**Distribución de especies saprobiontas según Rango Altitudinal**

Con relación a la similitud entre rangos, la Gráfica No. 6 presenta los valores de los indicadores (Jaccard, Sorensen, y Simpson) con su reescalamiento del valor teórico máximo. Los valores más altos de similitud se encontraron entre la Estación y Hospital (Simpson =0.30), mientras que los valores más bajos se encontraron entre la Estación y Samaria (Simpson =0.21).



Gráfica No. 6

Valores de similitud obtenidos a partir de la comparación de los tres rangos altitudinales estudiados, según Jaccard, Sorensen y Simpson

El Cuadro No. 6 presenta ambos valores, los normales y los reescalados, de los tres índices de similitud .

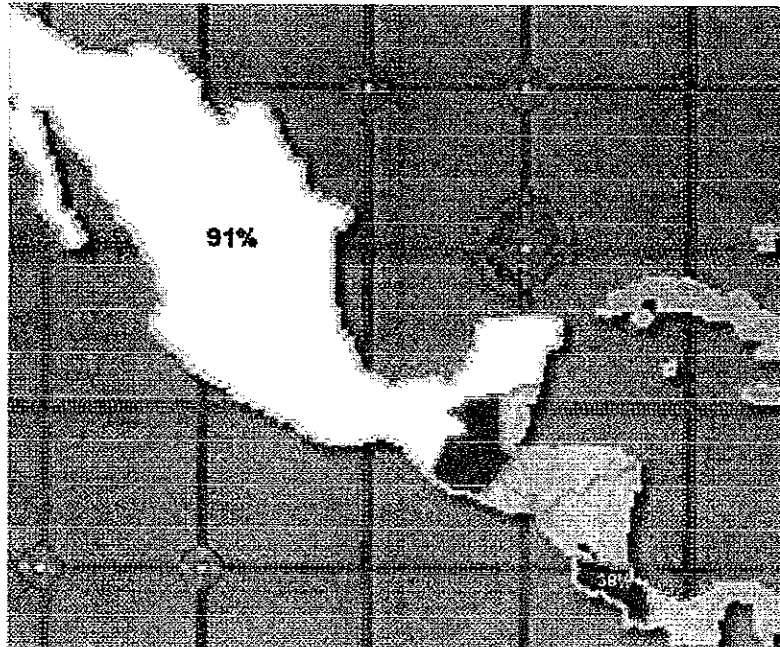
Cuadro No. 6

Resultados de los índices de similitud de Jaccard, Sorensen y Simpson

	Valor Máx. Teórico = 1.00			Valor Máx. Teórico = 0.70		
	Jaccard	Sorensen	Simpson	Jaccard	Sorensen	Simpson
Est-Hosp	0.10	0.19	0.21	0.14	0.27	0.30
Hosp-Sam	0.09	0.17	0.18	0.13	0.24	0.26
Est-Sam	0.07	0.12	0.15	0.1	0.17	0.21

Se determinó si las especies citadas e identificadas en el trabajo eran de amplia distribución. México compartió el 91% de las especies del listado, mientras que Costa Rica compartió el 38% (ver Figura No. 7).

**Figura No. 7**  
**Distribución de las especies citadas**



## VII. DISCUSIÓN

### A. Riqueza de especies

El sitio de estudio presentó una riqueza de especies de macromicetos considerablemente alta, ya que se colectaron 135 especímenes y de éstos 104 fueron especies diferentes. Según Heyer et al. (1994), el inventario de un grupo taxonómico es la medida de la riqueza de especies en el área estudiada, pero también es un componente básico para cualquier estudio de diversidad biológica. Por lo tanto, la riqueza encontrada en el presente estudio es un marco de referencia para continuar la investigación en fases que contemplen aspectos cuantitativos y abundancia, para que así se pueda determinar la diversidad de macromicetos en el área.

El grupo de los Basidiomycetes predominó en los bosques de la ladera oeste de Cerro San Gil, constituyendo el 93% de la muestra. Este era el resultado esperado, ya que Alexopoulos (1962) indica que este grupo incluye cerca del 90% de todos los hongos que pueden ser encontrados en los bosques. La predominancia de este grupo en los bosques se debe a que es el más evolucionado del Reino Fungi por lo cual se encuentra muy bien adaptado a los trópicos.

Se encontró una riqueza de especies alta y similar en los tres sitios estudiados (Estación 45.2%, Hospital 36.5% y Samaria 32.6%). De acuerdo al valor calculado con el test de chi cuadrado:  $\chi^2 < \chi^2_{0.10}$ , (donde  $\chi^2 = 2.23$  y  $\chi^2_{0.10} = 4.60$ ), no existe evidencia estadística para concluir que las diferencias de los porcentajes encontrados en cada rango son significativas (ver Apéndice A.2 para detalles). Esto quiere decir se podría esperar encontrar una alta riqueza de especies en toda la reserva de CSG.

Para una mejor comprensión de la magnitud de la riqueza de hongos en CSG, ésta se puede comparar con otros sitios en los que se han llevado a cabo estudios similares: Sommerkamp (1984) citó 80 especies de macromicetos como resultado de dos años de colectas mensuales en el Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal (bosque pluvial montano bajo subtropical), ubicado en el Departamento de Baja Verapaz, Guatemala. Guzmán (1997) proporcionó un dato más completo al presentar

los resultados de 10 años de colectas en un bosque subtropical (Mesófilo de montaña: 1250 – 1300 m ), ubicado en Xalapa, Veracruz, México, para el cual citó 205 especies de macromicetos. Si se consideran estos resultados, y el hecho de que CSG presenta una extensión mucho mayor que ambos sitios, se puede esperar que la riqueza en este sitio sea aún mayor.

## B. Función Trófica de las especies

De acuerdo con la función trófica que presentaron los hongos en el bosque, los saprobiontes fueron los más abundantes con 85 especies (81.7%), seguidos por los micorrízicos con 13 especies (12.5%) y por último los parásitos con seis especies (5.7%). Estas proporciones coinciden con las que Guzmán (1997) encontró para el bosque subtropical de su estudio, en el cual también fueron más abundantes los hongos saprobiontes (58%), seguidos por las micomizas (37%) y por último las parásitas (6%) . Es importante mencionar que la vegetación predominante del bosque subtropical del estudio de Guzmán son los árboles de los géneros Liquidambar, Quercus, Carpinus, Prunus y Platanus , mientras que la vegetación representativa del Bosque Muy Húmedo Tropical es: Acacia cookii, Cordia gerascanthus, Basiloxylum excelsa, Zanthoxylum belicense y Cordia spp. Por esta razón los datos de un estudio a otro varían un poco, pero el estudio de Guzmán es una buena referencia para conocer lo que se podría esperar encontrar en un bosque tropical. En este caso, el resultado fue el mismo, ya que las especies saprobiontas predominaron sobre las micorrizas y las parásitas fueron igual de escasas.

La abundancia de hongos saprobiontes con más del 50%, demuestra la riqueza de materia orgánica en el área y la importancia de dichos organismos en la estabilidad del ecosistema. Se esperaba encontrar un número mucho mayor de especies micorrízicas, dado a que como indica Phillips (1991), éstas existen en relación con el 90% de las familias de plantas y juegan un papel muy importante en el mantenimiento de los bosques. Sin embargo, su ausencia en los resultados de este estudio no significa que no existan en el lugar, ya que para asegurar esto se necesitan numerosos muestreos a lo largo de un período prolongado de años, como lo hizo Guzmán (1997). El resultado del porcentaje de especies parásitas es el mismo que Guzmán encontró,

por lo que se puede esperar que estas especies sean escasas en los bosques tropicales.

### C. Distribución de las especies

En el bosque del rango más bajo (Estación, 400–600 msnm) fue donde se encontró el mayor número de especies (47 spp). Este resultado no se esperaba, ya que en estudios realizados con aves y orquídeas del mismo CSG, la diversidad ha aumentado junto con la altura, hasta cierta elevación (com pers. Dix 2002). Otra razón por la cual se esperaría encontrar mayor número de especies en los rangos más altos, es que en estos sitios se acumula mucho material orgánico debido a su lenta descomposición, lo que da lugar a que exista más sustrato para el desarrollo de hongos.

Pero en el caso de los macromicetos, este resultado no es del todo extraño, ya que Carranza (1996) estudió la distribución de hongos poriales de Costa Rica, y encontró que en los bosques tropicales bajos (0 – 640 m) se encontraba la mayor riqueza de especies.

Una explicación puede encontrarse en Guzmán (1994), donde se indica que mientras mayor sea la temperatura en el medio, la diseminación de las esporas se ve favorecida. Este fue el caso del bosque en la Estación, el cual presentó los valores más altos de temperatura ( $x = 23.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) en comparación a los tres rangos.

Es importante mencionar que solamente se encontró una especie micorrícica en este sitio, *Lepiota* sp., a pesar de que el suelo presentó un pH de 4.78 y 5.97, en dos de los puntos de colecta. Estos valores son muy cercanos al pH óptimo que Guzmán (1994) sugiere para el desarrollo de los hongos, pero la ausencia de especies micorrícicas puede deberse a los bajos niveles de nitrógeno y carbono que presentó el suelo para los mismos puntos de colecta (ver Tabla 4 del anexo). Otra razón pudo deberse a que probablemente la vegetación predominante del área tiende a formar asociaciones endomicorrícicas, en lugar de asociaciones ectomicorrícicas que corresponden a los Basidiomycetes.

(100-900 m) se encontró una riqueza alta, pero intermedia para la zona. También predominaron las especies saprobiontes, pero es importante señalar que en este sitio fue donde se encontró la mayoría de micorrizas (11 spp) del total de la muestra. Esto le brinda un carácter único a este sitio ya que también fue aquí donde se encontraron los hongos más vistosos y atractivos. Este sitio se caracteriza por ser un bosque premontano muy húmedo, con una temperatura promedio de 20.2 °C, y en el cual las especies de árboles más representativas pertenecen a los géneros: Astrocaryum (lancetillo), Trichilia (carboncillo), Rollinia (anonillo), Manilkara, Pouteria, Ficus, Virola (palo de sangre), y Cordia (laurel blanco). Probablemente esta diferencia se le deba atribuir a la vegetación del área y a la composición del suelo (Tabla 4 del anexo), ya que el pH en los dos últimos puntos de colecta era muy cercano al óptimo para el crecimiento de hongos (5.45 y 5.18 respectivamente).

Es importante mencionar que en este sitio se encontró la especie Pycnoporus sanguineus (L.:Fr.) Murr. Según Guzmán (1994), ésta es una especie indicadora de bosque premontano muy húmedo con un fuerte grado de perturbación. Como se pudo observar en la Figura 4, el acceso a este sitio es complicado, y se podría pensar que por esa razón no debería existir perturbación en el lugar. La presencia de este indicador ecológico se puede explicar, ya que algunas décadas atrás existió una construcción en este sitio, para la cual se intervino una porción del bosque. Ahora probablemente esa porción del bosque se está regenerando y se trate de un bosque secundario.

El bosque de Samaria se encuentra a una elevación altitudinal (1,100 – 1,265 m) en la cual según Guzmán (1997) y Herrera y Gómez (1993) corresponde a un bosque subtropical. Pero según Rodríguez (2001), este bosque es considerado una asociación de bosque nuboso (o bosque premontano pluvial) por la alta humedad que recibe del océano Atlántico y porque además presenta las especies de árboles indicadoras para un bosque nuboso: Quercus spp., Persea schiedeana y Podocarpus guatemalensis.

En este bosque se encontró el número de especies más bajo de los tres sitios estudiados (32%), pero aún así, presentó una riqueza muy alta para el tipo de

asociación boscosa. Carranza (1996) solamente encontró el 8% de especies de hongos con poros en los bosques nubosos de Costa Rica (con vegetación similar pero a mayor elevación: *circa 2,000 m*).

Es importante mencionar que en este bosque se encontraron Psilocybe yungensis Singer & Smith y Stereum sanguinolentum (Fr.) Pouz. Según Guzmán (1994) estas especies son indicadoras de bosques premontanos muy húmedos, y el hecho de encontrarlas a mayor elevación indica una influencia de este tipo de bosque. Esto significa que el bosque de Hospital tiene algún tipo de influencia o traslape con el bosque de Samaria, a lo que se le puede atribuir la riqueza encontrada.

Otro dato importante de resaltar es que los árboles del género Quercus por excelencia forman asociaciones ectomicorrícicas con basidiomycetes, sin embargo solamente se encontraron dos especies micorrícicas: Cortinarius sp., y Hygrocybe flavescens (Kauff.) A.H.S. & Hes. El pH del suelo en dos de los puntos de muestreo pareció indicar que éste era bastante apropiado para el desarrollo de macromicetos (5.16 y 5.34), pero aquí se encontraron los porcentajes de carbono y nitrógeno más altos para los tres sitios (ver Tabla 4 del apéndice). Esto puede estar afectando el adecuado crecimiento del micelio. La ausencia de especies parásitas en las colectas de este bosque probablemente se deba a la abundancia de palmas y árboles del género Ficus, ya que para las primeras no se conocen hongos parásitos y los segundos poseen un latex para su protección, lo que disminuye mucho la posibilidad de encontrar ese tipo de macromicetos.

Respecto a la perturbación de los sitios de muestreo, se esperaba encontrar especies indicadoras de disturbio dentro del bosque de Samaria, ya que éste se encuentra bastante intervenido y segmentado. Sin embargo, no se encontró ninguna en los puntos de muestreo, probablemente por la elevación del rango (1,100-1,267), la cual corresponde a la cresta del CSG, en donde la perturbación no es tan evidente. En el caso de la Estación, tampoco se encontró indicador ecológico de perturbación. Tampoco se observaron especies fimícolas a lo largo del estudio, esto indica la poca influencia ganadera en los sitios de colecta y probablemente una baja población de mamíferos silvestres.

Fue interesante observar que las especies lignícolas abundaron en todos los rangos, y con unos porcentajes bastante parecidos (62%, 64% y 61%). El hecho de que el material leñoso fuera un sustrato muy abundante en el área, fue una ventaja para la recolección de hongos, porque éste es más difícil de descomponer, lo que aumenta la posibilidad para el desarrollo de macromicetos y prolonga su tiempo de vida. El humus fue aumentando conforme la altura, esto se debe a que conforme la altura aumenta, la temperatura disminuye, por lo que este material orgánico se descompone más lentamente. Como consecuencia del aumento del volumen de la hojarasca conforme la altura, las especies terrícolas fueron disminuyendo.

La predominancia de la familia Tricholomataceae se debe a que es el grupo de la Clase Basidiomycetes más grande y al mismo tiempo más complejo y con especies muy evolucionadas que se adaptan perfectamente a la zona de vida en que se trabajó. El género Marasmius fue el que presentó el mayor número de especies (9 spp) y aunque no se encontró información acerca de indicadores ecológicos pertenecientes a este género, Arora (1979) indica que estos hongos son típicos de bosques tropicales en estado saludable.

En un intento para poder determinar si las especies citadas en el presente trabajo eran de amplia distribución, se compararon las 81 especies identificadas en el listado general (Cuadro 5 del apéndice) con un país al Norte (México) y otro al Sur (Costa Rica) de la República de Guatemala.

Aunque el resultado fue preliminar, al defecto de no poder situar en el Norte y Sur las especies sin identificar, fue interesante encontrar que México compartió el 91% de las especies, mientras que Costa Rica compartió el 38% de ellas. Las especies Leucocoprinus fragilissimus (Rav.) Pat. y Marasmius candidus (Schw. ex Fr.) Cooke fueron las únicas que no estaban citadas para los otros dos países.

Lo anterior indica que todas las demás especies son de amplia distribución, y algunas de ellas parecen iniciar su distribución desde Guatemala hacia el Sur, ya que no se encontraban en México, pero sí en Costa Rica. La mayoría de las especies que México compartió ya no se encontraron en Costa Rica, por lo que su distribución

probablemente terminaba cerca de Guatemala, y también hubo especies citadas en los tres países (ver en detalle Cuadro 5 del apéndice).

#### D. Similitud

A partir de la distribución de las especies de hongos en cada rango altitudinal, se determinó la similitud en la composición de especies de macromicetos entre los sitios. Esto se conoce como diversidad beta y para determinarla se utilizaron los índices de similitud Jaccard, Sorensen y Simpson.

Es de gran importancia recordar que los resultados de los índices se corrigieron para eliminar en el mayor grado posible el efecto del tamaño de la muestra. Aunque los coeficientes de similaridad binaria son la medida más rústica para evaluar la similitud entre dos sitios, esta corrección, recomendada por Wolda (citado en Krebs 1999), aportó una interpretación más precisa (o aproximada) de lo que sucedía en el campo.

Los valores que se presentan a continuación son los que se reescalaron para el valor teórico 0.7 (100% de similitud), el cual corresponde al tamaño de la muestra del presente trabajo. De los tres indicadores, Simpson fue el que dio los resultados más altos (máximos), ya que éste le da más peso a las ocurrencias en común (la intersección *a*), mientras que Jaccard dio los valores más bajos (mínimos) porque éste le da más peso a las especies exclusivas de las muestras (ver cuadro 6 de resultados). Para el propósito de discusión solamente se mencionarán los valores máximos, otorgados por Simpson.

En los tres indicadores, el valor de similitud más alto entre los rangos se encontró para la Estación y Hospital (Simpson = 0.3), pero este todavía fue muy bajo. Esto significa que, a pesar de que ambos bosques son muy poco similares (comparten muy pocas especies), existe un leve traslape e influencia entre ambos bosques. Ejemplo de la influencia es la especie encontrada en la Estación, Phillipsia domingensis (Berk.) Berk., la cual según Guzmán (1997) al encontrarse a bajas elevaciones, indica la influencia de un bosque premontano muy húmedo (900m). Las especies que presentaron en común estos bosques fueron Geastrum saccatum Fr., Xylaria hypoxilon

(L. ex Hook) Grev., Xylaria polymorpha (Pers.:Fr.) Grev., Coltricia spp., Auricularia auricula (Hook.) Underw., Coriolus versicolor, Marasmius rotula (Scop. ex Fr.) Fr., y Collybia dryophila (Bull. ex Fr) P. Kumm.

El segundo valor más alto lo obtuvo Hospital – Samaria (Simpson= 0.26). Las especies en común fueron: Xylaria hypoxylon, Auricularia auricula, Xylaria polymorpha, Marasmius rotula, Coprinus niveus (Pers. ex Fr.) Fr., y Hygrocybe flavescens. El valor encontrado indica que los sitios son poco similares.

El valor más bajo se encontró entre Estación y Samaria (Simpson = 0.21). Estos bosques presentan muchas características físicas (temperatura, humedad, luz) y biológicas (vegetación, suelo, agua) muy distintas, y las pocas especies que compartieron fueron las típicas especies generalistas, tales como Xylaria hypoxylon, Xylaria polymorpha, Auricularia auricula, Marasmius rotula, y Coriolus tenuiculus (Beauv.) Fr. Estas también fueron compartidas por los demás rangos.

Al realizar el análisis de similitud para los tres puntos de colecta dentro de cada rango, se esperaba encontrar que fueran muy similares, por lo tanto, valores muy cercanos al 100%. Pero en ninguno de los casos, el valor del índice de Simpson sobrepasó el 20% (ver Apartado 1.3 para detalles). Esto significa que en cada viaje se encontraron muchas especies diferentes, lo que comprueba la riqueza de especies en el área, así como también apoya la hipótesis de baja similitud que se propuso al inicio del trabajo.

Si se considera el resultado del Análisis de Chi Cuadrado (al inicio del capítulo) y los resultados de similitud entre rangos, así como dentro de cada rango, es posible determinar que aunque la composición de especies en cada sitio fue muy diferente, la estructura de la riqueza de especies de CSG probablemente sea la misma para todo el cerro. Es decir, los tres rangos presentaron riquezas muy similares, pero también presentaron muchas especies exclusivas, lo que permite sugerir que se elaboren planes de manejo para todo el cerro, porque éste posee una gran importancia en su riqueza y diversidad de especies.

## E. Limitaciones del estudio

La curva de acumulación de especies se realizó para el número de horas total de colectas (27 horas), y de esta manera fue posible evaluar la exhaustividad del muestreo. El comportamiento de la curva que se esperaba era que al principio fuera creciendo hasta llegar a un punto de saturación, en el cual ya no se estaría acumulando más especies. Pero éste no fue el resultado, ya que la curva presentó un crecimiento continuo, es decir, nunca se alcanzó el punto de saturación.

En la gráfica se puede observar que la línea de tendencia que mejor ajustó los puntos de muestreo correspondió a una regresión de tipo lineal. Aunque no se cree que la curva crezca de una forma tan grosera, se sospecha que el punto de saturación de especies para la ladera oeste de la reserva se encontrará arriba de las 200 especies.

Esto sugiere que las tres horas de colecta en cada punto no fueron suficientes para lograr un muestreo exhaustivo debido a la gran riqueza de especies en la reserva, por lo que se recomienda que para futuros estudios se aplique el método de colecta oportunista por más tiempo. Debe tomarse en cuenta el tiempo de traslado de un punto a otro, el de secado y preparación de las muestras para planificar las colectas.

El presente estudio no abarcó el aspecto etnomicológico de las especies en el área, sin embargo es importante mencionar que se encontraron dos especies de hongos medicinales: Coriolus versicolor y Laetioporus sulphureus y una especie comestible: Auricularia auricula.

Por último, es importante mencionar los factores o limitaciones de carácter muestral que pudieron afectar en los resultados. Los viajes al campo se realizaron con mucho tiempo de intermedio, aunque siempre abarcaron la época lluviosa. La falta de equipo impidió que se tomaran datos muy importantes como humedad relativa (psicrómetro) y las coordenadas exactas de los sitios de muestreo (GPS).

El método de colecta oportunista es muy recomendable para este tipo de estudios. Al trabajar con cuadratos o transectos, se pierde mucha información porque los macromicetos no se encuentran distribuidos o agrupados en parches.

## F. Aporte del estudio

Los resultados de este estudio presentan aportes de aspecto taxonómico, ecológico, metodológico y de aplicación. Esto último se refiere a que a partir de esta tesis se pueden elaborar planes de manejo para optimizar la conservación de recursos en la Reserva Ecológica CSG. Otra aplicación puede ser el aprovechamiento de las especies medicinales y comestibles encontradas en el área. Una última aplicación práctica del presente trabajo es el uso de la colección de hongos como material de referencia para los estudiantes y demás interesados en el tema.

## VIII. CONCLUSIONES

1. Se encontraron un total de 104 morfotipos de macromicetos. Se identificaron 81 especies pertenecientes a 27 familias. Esto representa una riqueza muy alta de hongos en la parte oeste de Cerro San Gil.
2. 78 especies fueron nuevos registros para el Departamento de Izabal, y 55 de ellas fueron nuevos registros para la República de Guatemala.
3. Por ser el grupo más evolucionado del Reino Fungi, las especies pertenecientes a la Clase Basidiomycota fueron las predominantes en los bosques de la parte oeste del CSG, representando el 93% de la muestra, mientras que la Clase Ascomycota representó el 7% restante.
4. La Familia Tricholomataceae fue la mejor representada con 28 especies, seguida por las familias Polyporaceae y Coriolaceae con 5 especies cada una.
5. Los hongos saprobiontes fueron los más abundantes, representando el 82% de la muestra, seguidos por los micorrízicos con el 13%, y por último los parásitos con el 5% restante.
6. En relación a los hongos saprobiontes, la familia Tricholomataceae fue la más abundante con 16 especies pertenecientes a los géneros Collybia, Filoboletus, Lentinellus, Marasmiellus, Marasmius, Mycena, Oudemansiella, Tricholoma y Xeromphalina. El 63% de ellos fueron especies lignícolas, el 27% fueron especies húmicas, el 9% fueron especies terrícolas y no se encontró especies fimícolas.
7. El mayor número de especies (47 spp) se encontró en el Rango I (Estación, 400 – 600 m), seguido por el Rango II con 38 spp (Hospital, 700 – 900m) y por último el Rango III con 34 spp (Samaria, 1,100 – 1,200 m).

8. No se encontró evidencia estadística para concluir que la diferencia de la riqueza encontrada en los tres sitios de estudio sea significativa, lo cual indica que se puede esperar una alta riqueza de especies para todo el CSG.
9. Las especies encontradas en la Estación pertenecieron a 24 géneros. El género Marasmius fue el más abundante con cuatro especies. Del total de especies en este rango, el 89% fueron saprobiontes, el 8% parásitas y la única especie micorrícica que se encontró fue *Lepiota spp.*
10. En Hospital, las especies pertenecieron a 22 géneros. El género más abundante fue Collybia con cinco especies. En este rango se encontró el mayor número de micorrizas (11 sp) pertenecientes a los géneros Collybia, Clavulinopsis, Hygrocybe e Hygrophorus. Del total de especies en este rango, el 66% fueron saprobiontes, el 5% fueron parásitas, y el 29% fueron micorrícicas.
11. En Samaria se encontró un total de 21 géneros. El género Marasmius fue el más abundante con seis especies. Del total de especies en este rango, el 94% fueron saprobiontes, no se encontró especies parásitas y las únicas dos especies micorrícicas fueron Cortinarius spp. e Hygrocybe flavescens.
12. Según los valores de similitud entre rangos: Estación-Hospital (Simpson =0.30), Hospital-Samaria y Estación-Samaria (Simpson =0.21), los sitios fueron muy poco similares en su composición de especies de macromicetos.
13. Los tres sitios estudiados presentaron riquezas similares, pero su composición de especies fue muy distinta. Esto significa que es muy importante conservar todo el área de la reserva, ya que presenta un gran valor de riqueza y diversidad de especies.
14. La única especie indicadora de perturbación, Pycnoporus sanguineus, se encontró en el Rango II (Hospital), probablemente porque parte de este bosque es secundario en proceso de regeneración.

15. La ausencia de especies fimícolas dentro de los bosques del área, indica una baja población de mamíferos silvestres.
16. El protocolo de colecta oportunista es muy recomendable para este tipo de estudios, porque aumenta la probabilidad de encontrar especies.
17. De acuerdo a la curva de acumulación de especies, se necesitan más horas de colecta para determinar la riqueza de especies que existe en el área.
18. Todas las especies, a excepción de Leucocoprinus fragilissimus y Marasmius candidus, presentaron distribuciones amplias hacia el Norte y Sur de la República de Guatemala.

## IX. RECOMENDACIONES

1. Se deben realizar más colectas en el área, en diferentes puntos, así como también durante diferentes épocas del año para obtener una mejor aproximación de la riqueza de especies de macromicetos de la ladera oeste de CSG.
2. A partir de la determinación de la riqueza de especies en el área, se podría continuar la investigación en fases que contemplen aspectos cuantitativos y abundancia y así determinar la diversidad de macromicetos en el área.
3. El método de muestreo oportunista es muy recomendable para este tipo de estudios, pero en CSG las caminatas deberían realizarse por un tiempo mayor que tres horas.

## X. LITERATURA CITADA

- Aguilar, M. R. 1994. Estudio de los macromicetos encontrados en la Finca San Luis, Departamento de Escuintla, Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos, Guatemala. Tesis de Licenciatura. 66 pp.
- Argueta, J. N. 1983. Estudio de los macromicetos de la Ciudad de Guatemala, Mixco y San Juan Sacatepequez. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos, Guatemala. Tesis de Licenciatura. 86 pp.
- Arora, D. 1979. Mushrooms Demystified. Ten Speed Press, Berkeley. USA. 668 pp.
- Bessey, E. A. 1950. Morphology and Taxonomy of Fungi. Blakiston, Filadelfia.
- Bran, M. 2001. Hongos Comestibles de Guatemala: Diversidad, Cultivo y Nomenclatura Vernácula. Informe Técnico Final. Dirección General de Investigación-DIGI- Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Cabrera, B. 1990. Estudio de la composición del suelo y su uso en la cuenca del Río Las Escobas, Santo Tomás de Castilla, Puerto Barrios. Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos, Guatemala. Tesis de Licenciatura. 96 pp.
- Campbell, J. y J.P. Vannini. 1989. Distribution of amphibians and reptiles in Guatemala and Belize. Proceedings of the Western Foundation of Vertebrate Zoology : 4 número 1 Julio.
- Carranza, J. 1996. Distribution of pore fungi (Aphylophorales: Basidiomycotina) in the biotic units of Costa Rica. Revista de Biología Tropical 44: 103 –109.
- Curdts, L. 1989. Lista de aves: región de Puerto Barrios julio 1987 – julio 1989. Centro de Estudios Conservacionistas USAC, Guatemala. 9 pp.

De la Roca, M., M.R. Martínez y R. González. 2,000. Estudio de los macromicetos a tres rangos altitudinales en la parte Oeste y Este del Cerro San Gil, Izabal, Guatemala. Informe final del curso de Estudio de Verano. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias y Humanidades. Universidad del Valle, Guatemala. 35 pp.

Ferrera, R., M.C. González, M.N. Rodríguez. 1993. Manual de Agromicrobiología. Editorial Trillas, México D. F. México. 120 pp.

Fión, J. 1993. Caracterización, diagnóstico y propuesta de plan de manejo de la cuenca del Río Las Escobas, Santo Tomás de Castilla, Puerto Barrios. Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos, Guatemala. Tesis de Licenciatura. 118 pp.

Franco-Molano, A.E., R. Aldana y R.E. Halling. 2,000. Setas de Colombia: Agaricales, Boletales y Otros Hongos. Multimpresos, Antioquia. Colombia. 114 pp.

Fuentes, J. 1994. Caracterización taxonómica de los macromicetos encontrados en la Finca San Luis, Departamento Escuintla, Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos, Guatemala. Tesis de Licenciatura. 62 pp.

FUNDAECO, MAGA, Agencia Italiana de Cooperación. 1990. Plan Piloto de Conservación y Manejo del Area Protegida del Cerro San Gil. 205 pp.

Guzmán, G. 1979. Identificación de los Hongos: Comestibles, Venenosos y Alucinantes. Editorial Limusa, México D.F. México. 452 pp.

Guzmán, G. 1984. El uso de los hongos en Mesoamérica. Ciencia y Desarrollo (CONCYT) 59: 17 – 27.

Guzmán, G., M. Torres, H. Logemann, J. Argueta e Y. Sommerkamp. 1985. Hongos de Guatemala I: Una nueva especie de *Morchella*. *Mycologica* 1: 451 – 459.

Guzmán, G. 1987. Distribución y etnomicología de *Pseudofistulina radicata* en Mesoamérica, con nuevas localidades en México y su primer registro en Guatemala. *Revista Mexicana de Micología* 3: 29 – 38.

Guzmán G., I. Sommerkamp. 1990. Hongos de Guatemala II: Especies depositadas en el Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala. *Revista Mexicana de Micologica* 6: 179 – 197.

Guzmán, G., G. Mata, D. Salmones, C. Soto y L. Guzmán. 1993. El Cultivo de los Hongos Comestibles. Instituto Politécnico Nacional, México D.F. México. 245 pp.

Guzmán, G. 1994. Algunos aspectos importantes en la ecología de los hongos (en especial de los macromicetos). *Ecología* 3(2): 1 – 9.

Guzmán, G., S. Chacón. 1997. Observaciones ecológicas y biogeográficas sobre los hongos del Jardín Botánico y del Parque Ecológico de Xalapa, Veracruz, México. *Mycologica* 18 (4): 333 – 384.

Guzmán, G. 1998. Inventorying the fungi of México. *Biodiversity and Conservation* 7: 369 – 384.

Hawksworth, D. L. 1991. The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance, and conservation. *Mycologica* 95: 641 – 655.

Herrera, K. L. 1991. Estudio etnomicológico en la región de Chipotón, Sacatepéquez, Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos, Guatemala. Tesis de Licenciatura. 93 pp.

Herrera, T. y M. Ulloa. 1990. El Reino de los Hongos: Micología Básica y Aplicada. UNAM y Fondo de Cultura Económica, México, D.F. México. 1055 pp.

Heyer, R., M. Donnelly, R. McDiarmid, L. Hayek y M. Foster. 1994. Measuring and Monitoring Biological Diversity, Standard Methods for Amphibians. Smithsonian Institution Press, Washington D.C. USA. 517 pp.

Hirata, R. y G. Guzmán. 1985. Nota acerca de un gigantismo en *Antromycopsis smithii*. Revista Mexicana de Micologica 1: 309 – 314.

Krebs, Ch. 1999. Ecological Methodology. 2a ed. Benjamin-Cummins, California. USA. 607 pp.

Lincoff, G.H. 1981. The Audubon Society Field Guide to North American Mushrooms. Chanticleer Press Edition. 926 pp.

Lowy, B. 1971. New records of mushroom stones from Guatemala. Mycologica 63: 983 – 993.

Lowy, B. 1974. *Amanita muscaria* and the thunderbolt legend in Guatemala and México. Mycologica 66: 188 – 191.

Márquez, E. 2001. Taxonomía de los macromicetos encontrados en la Finca El Aprisco, Chiupachec, Totonicapán, Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos, Guatemala. Tesis de Licenciatura. 86 pp.

Mayorga, P. 1990. Coleópteros Asociados con las Fructificaciones de Algunos Basidiomicetos en Guatemala. Facultad de Ciencias y Humanidades. Departamento de Biología. Universidad del Valle, Guatemala. 135 pp.

Mueller, G. 2001. Protocols for sampling macrofungi. En revision para su publicación.

Pegler, D.N. 1983. Agaric Flora of the Lesser Antilles. Crown Copyright, London. England. 899 pp.

Phillips, R. 1991. Mushrooms of North America. Little, Brown and Company, Boston. 319 pp.

Ponce, G. 2001. Composición del suelo en la Reserva Cerro San Gil, Departamento de Izabal, Guatemala. Informe final del curso de Estudio de Verano. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias y Humanidades. Universidad del Valle, Guatemala. 32 pp.

Rivas, R. 1990. Contribución al inventario de Quirópteros de Cerro San Gil. Subprograma de Zoología. Programa de Experiencias Docentes con la Comunidad. Fac. de Ciencias Químicas y Farmacia. USAC, Guatemala. 46 pp.

Rodriguez, G., A. Cerezo, y M. Ramirez. 2001. Evaluación de la flora del Departamento de Izabal, con énfasis en Cerro San Gil. Plan Operativo Cerro San Gil 2000, RECOSOMO. 49 pp.

Sharp, A. J. 1948. Some fungi common to the highlands of Mexico and Guatemala and Eastern United States. *Mycologica* 40: 499 – 502.

Singer, R. y B. Harris. Guía para Identificación Microscópica de los Hongos. Volúmenes: I, II, III y IV. Scientific Books, Koenigstein.

Sommerkamp, Y. 1984. Estudio de los Macromicetos del Biotopo Universitario "Lic. Mario Dary Rivera" para la Conservación del Quetzal. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos, Guatemala. Tesis para Licenciatura. 92 pp.

Sommerkamp, Y. 1990. Etnomicología en Guatemala. Estudio para la DIGI. USAC, Guatemala. 37pp.

Standley, P. y L. Williams. 1970. Flora of Guatemala. Fieldiana Botany: 24. Part III. Números 1 y 2. 432 pp.

Standley, P. y L. Williams. 1975. Flora of Guatemala. Fieldiana Botany: 24. Part V. Números 1 y 3. 502 pp.

Torres, M. F. 1984. Utilización ritual de la flora psicotrópica en la cultura Maya. En: E. M. Villatoro, Etnomedicina en Guatemala. Centro de Estudios Folklóricos, Colecciones monográficas 1, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Pp 12-29.

Whittaker, R. H. 1969. New concepts of kingdoms of organisms. Science 163: 150 – 160.

Zoberi, M. 1980. Tropical Macrofungi: some Common Species. Hafner Publishing Company, New York. USA. 158 pp.

## XI. APÉNDICE

## APÉNDICE A:

### 1. Construcción de indicadores

Los coeficientes binarios de similitud trabajan con datos de presencia de especies. En este caso la presencia de especies se estableció en puntos de colecta, a partir de la presencia de por lo menos un cuerpo fructífero representante de una especie.

Los indicadores utilizados se seleccionaron con base en el tipo de datos que se podían obtener con la metodología de colecta. Los valores de estos indicadores correspondieron a las especies encontradas en los puntos muestrales y no excluyeron la presencia de otras especies en la totalidad de cada rango.

Para construir los tres indicadores de similitud (Jaccard, Sorensen y Simpson), lo primero que se hizo fue obtener las muestras representativas de cada rango altitudinal (es decir, el número total de especies de las tres colectas que se llevaron a cabo dentro de cada rango), y después se organizaron los datos en la tabla 2X2, semejante a la que se presenta a continuación:

		Muestra A	
		No. de especies presentes	No. de especies ausentes
Muestra B	No. de especies presentes	a	b
	Número de especies ausentes	c	d

Cuadro tomado de Krebs (1999).

Donde

a = Número de especies presentes en la muestra A y en la muestra B (ocurrencias en común).

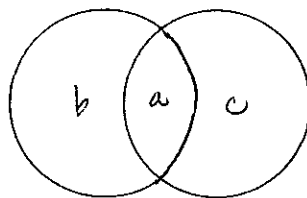
b = Número de especies presentes en la muestra B pero no en la muestra A.

c = Número de especies presentes en la muestra A pero no en la muestra B.

d = Número de especies ausentes en ambas muestras.

(Krebs 1999)

El significado de los tres indicadores de similitud se puede ilustrar con un diagrama de Ven:



En esta figura se ilustra el significado de los valores de  $a$ ,  $b$  y  $c$ . La definición y el significado de los indicadores que se utilizaron en el presente trabajo se dan a continuación.

a) Coeficiente de Jaccard:

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

donde  $S$  = Coeficiente de Similitud de Jaccard

$a$ ,  $b$ ,  $c$  = los valores definidos en la matriz de presencia/ausencia.

Este índice, también conocido como “Coeficiente de Comunidades de Flora”, establece la proporción de especies comunes a dos muestras de diferentes comunidades respecto del total de especies encontradas en las dos muestras. Dadas dos o más localidades, el índice permite compararlas entre sí. A mayor valor del índice, se puede asumir mayor similitud entre las muestras, como una estimación de la similitud entre las poblaciones estudiadas.

b) Coeficiente de Sorensen:

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

a, b, c = los valores definidos en la matriz de presencia/ausencia.

Este índice también es conocido como “Coeficiente de Dice”. Este indicador brinda la misma información que el índice de Jaccard, pero le da más importancia a las ocurrencias en común de la composición de especies, en tanto que duplica el valor de esta intersección. Por esta razón, este indicador es un poco más riguroso que Jaccard.

c) Coeficiente de Simpson:

$$\text{Simpson} = \frac{a}{a + \min(b,c)}$$

a, b, c = los valores definidos en la matriz de presencia/ausencia.

Este indicador proporciona el mismo tipo de información, pero le da mucho más importancia a las ocurrencias en común. En el diagrama de Ven se puede observar que *b* y *c* son las especies que no se encontraron en común, es decir, las especies exclusivas de cada sitio. Este índice solamente toma en cuenta una de estas muestras (*b* o *c*), y no a las tres como lo hacen los dos anteriores (*a*, *b* y *c*). En el denominador de la fórmula de este indicador, se suman las ocurrencias en común (*a*) con el valor más pequeño (ya sea, *b* o *c*) de las especies exclusivas. De esta forma, el valor del denominador va a ser menor al de los otros índices, y esto dará como resultado valores más altos.

## 2. Análisis de Chi Cuadrado

Para analizar la significancia del porcentaje de especies encontradas en cada rango, se utilizó el test de  $\chi^2$  bajo el supuesto de que los valores esperados en los tres rangos son iguales, entonces la probabilidad de que una especie se encuentre en cualquiera de los tres rangos sería  $1/3$  y el valor esperado para cada rango es de  $119/3$  especies.

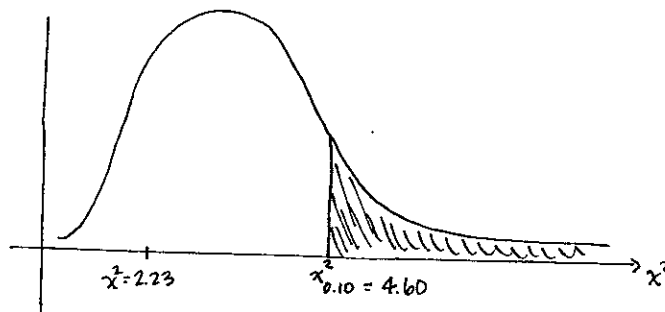
$$H_0: P(E) = P(H) = P(S) = 1/3$$

$$\chi^2 = 2.23$$

$$\alpha = 10\% \text{ (90\% de confianza)} = 4.60$$

Cálculo:

Sitio	Observado	Esperado	Diferencia	Diferencia 2	Dif/esperado
Estación	47	$119/3$	7.334	53.787	1.355
Hospital	38	$119/3$	-1.666	2.775	0.069
Samaria	34	$119/3$	-5.666	32.103	0.809
					$\chi^2 = 2.23$



Entonces no hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, es decir, no hay evidencia para concluir que las diferencias son significativas.

A.3 Muestra 1 con relación a Muestra 3

		Muestra A (Muestra No. 1)	
		No. de especies presentes	No. de especies ausentes
Muestra B (Muestra No. 3)	No. de especies presentes	a = 1	b = 16
	Número de especies ausentes	c = 16	d

a = *Coltricia spp.*

i. Jaccard:  $\frac{1}{1 + 16 + 16} = 0.0303$

ii. Sorensen:  $\frac{2(1)}{2(1) + 16 + 16} = 0.0588$

iii. Simpson:  $\frac{1}{1 + 16} = 0.0588$

**B. Hospital**

A.1 Muestra 1 con relación a Muestra 2

		Muestra A (Muestra No. 1)	
		No. de especies presentes	No. de especies ausentes
Muestra B (Muestra No. 2)	No. de especies presentes	a = 2	b = 10
	Número de especies ausentes	c = 11	d

a = *Marasmius rotula* y *Geastrum saccatum*

i. Jaccard:  $\frac{2}{2 + 10 + 11} = 0.0869$

ii. Sorensen:  $\frac{2(2)}{2(2) + 10 + 11} = 0.1600$

iii. Simpson:  $\frac{2}{2 + 10} = 0.1666$

A.2 Muestra 2 con relación a Muestra 3

		Muestra A (Muestra No. 2)	
		No. de especies presentes	No. de especies ausentes
Muestra B (Muestra No. 3)	No. de especies presentes	a = 2	b = 17
	Número de especies ausentes	c = 10	d

a = *Geastrum saccatum* y *Collybia plectophylla*

i. Jaccard:  $\frac{2}{2 + 17 + 10} = 0.0689$

ii. Sorensen:  $\frac{2(2)}{2(2) + 17 + 10} = 0.1290$

iii. Simpson:  $\frac{2}{2 + 10} = 0.1666$

A.3 Muestra 1 con relación a Muestra 3

		Muestra A (Muestra No. 1)	
		No. de especies presentes	No. de especies ausentes
Muestra B (Muestra No. 3)	No. de especies presentes	a = 3	b = 16
	Número de especies ausentes	c = 10	d

a = *Hygrocybe coccinea*, *Xylaria polymorpha* y *Geastrum saccatum*.

i. Jaccard:  $\frac{3}{3 + 16 + 10} = 0.1034$

ii. Sorensen:  $\frac{2(3)}{2(3) + 16 + 10} = 0.1875$

iii. Simpson:  $\frac{3}{3 + 10} = 0.2307$

### C. Samaria

#### A.1 Muestra 1 con relación a Muestra 2

		Muestra A (Muestra No. 1)	
		No. de especies presentes	No. de especies ausentes
Muestra B (Muestra No. 2)	No. de especies presentes	<b>a = 0</b>	<b>b = 14</b>
	Número de especies ausentes	<b>c = 9</b>	<b>d</b>

i. Jaccard:  $\frac{0}{14 + 9} = 0$

ii. Sorensen:  $\frac{0}{14 + 9} = 0$

iii. Simpson:  $\frac{0}{9} = 0$

#### A.2 Muestra 2 con relación a Muestra 3

		Muestra A (Muestra No. 2)	
		No. de especies presentes	No. de especies ausentes
Muestra B (Muestra No. 3)	No. de especies presentes	<b>a = 2</b>	<b>b = 13</b>
	Número de especies ausentes	<b>c = 12</b>	<b>d</b>

a = *Xylaria polymorpha* y *Favolus brasiliensis*

i. Jaccard:  $\frac{2}{2 + 13 + 12} = 0.0740$

ii. Sorensen:  $\frac{2(2)}{2(2) + 13 + 12} = 0.1379$

iii. Simpson:  $\frac{2}{2 + 12} = 0.1428$

A.3 Muestra 1 con relación a Muestra 3

		Muestra A (Muestra No. 1)	
		No. de especies presentes	No. de especies ausentes
Muestra B (Muestra No. 3)	No. de especies presentes	a = 2	b = 13
	Número de especies ausentes	c = 7	d

a = *Auricularia auricula* y *Favolus brasiliensis*.

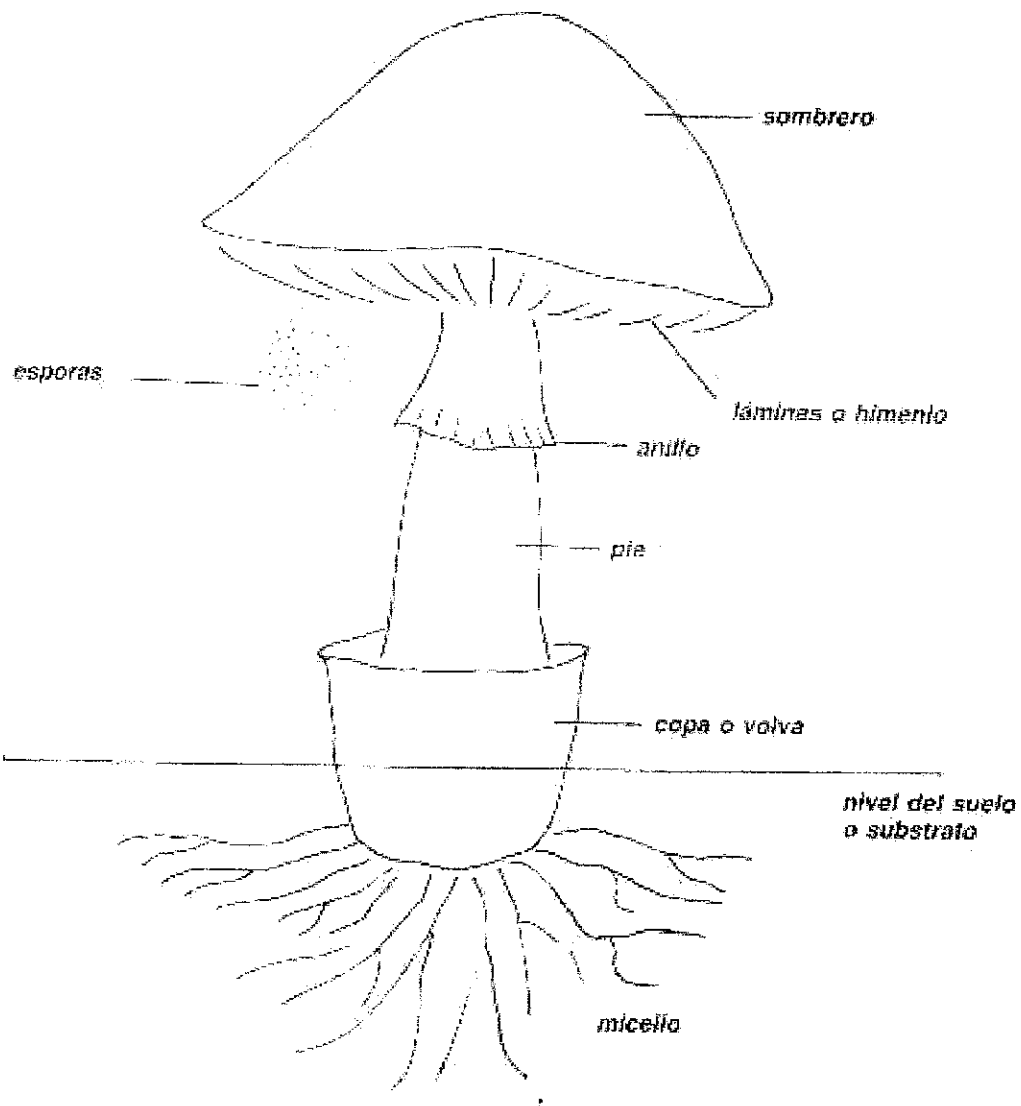
i. Jaccard:  $\frac{2}{2 + 13 + 7} = 0.0909$

ii. Sorensen:  $\frac{2(2)}{2(2) + 13 + 7} = 0.1666$

iii. Simpson:  $\frac{2}{2 + 7} = 0.2222$

## APÉNDICE B: Figuras

Figura 1:  
Esquema general de un hongo



Tomada de Guzmán et al. 1993.



Figura No. 5:  
Hoja de Datos para colecta en el campo

Lugar de colecta: \_\_\_\_\_ Obs. del clima: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_ Elevación: \_\_\_\_\_ Temperatura: \_\_\_\_\_

Humedad: \_\_\_\_\_ Vegetación del área de colecta: \_\_\_\_\_

Colector: \_\_\_\_\_ No. de referencia del espécimen: \_\_\_\_\_

No. de rollo: C1 /C2 \_\_\_\_\_ No. de fotografía (s): C1 /C2 \_\_\_\_\_

Sustrato: \_\_\_\_\_ Clima de la semana anterior: \_\_\_\_\_

**Descripción macroscópica del cuerpo fructífero**

**a) Pileo:**  
Tamaño: \_\_\_\_\_ Forma: \_\_\_\_\_ Color: \_\_\_\_\_

Margen: \_\_\_\_\_ Superficie: \_\_\_\_\_ Contexto: \_\_\_\_\_

**b) Himenio:**  
Poros (Color y cambios de color): \_\_\_\_\_

Láminas (Color, tipo de unión, espaciamiento, lamélulas): \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Otro tipo (dientes, venaciones, etc.): \_\_\_\_\_

**c) Estípites:**  
Tamaño: \_\_\_\_\_ Forma: \_\_\_\_\_ Color: \_\_\_\_\_

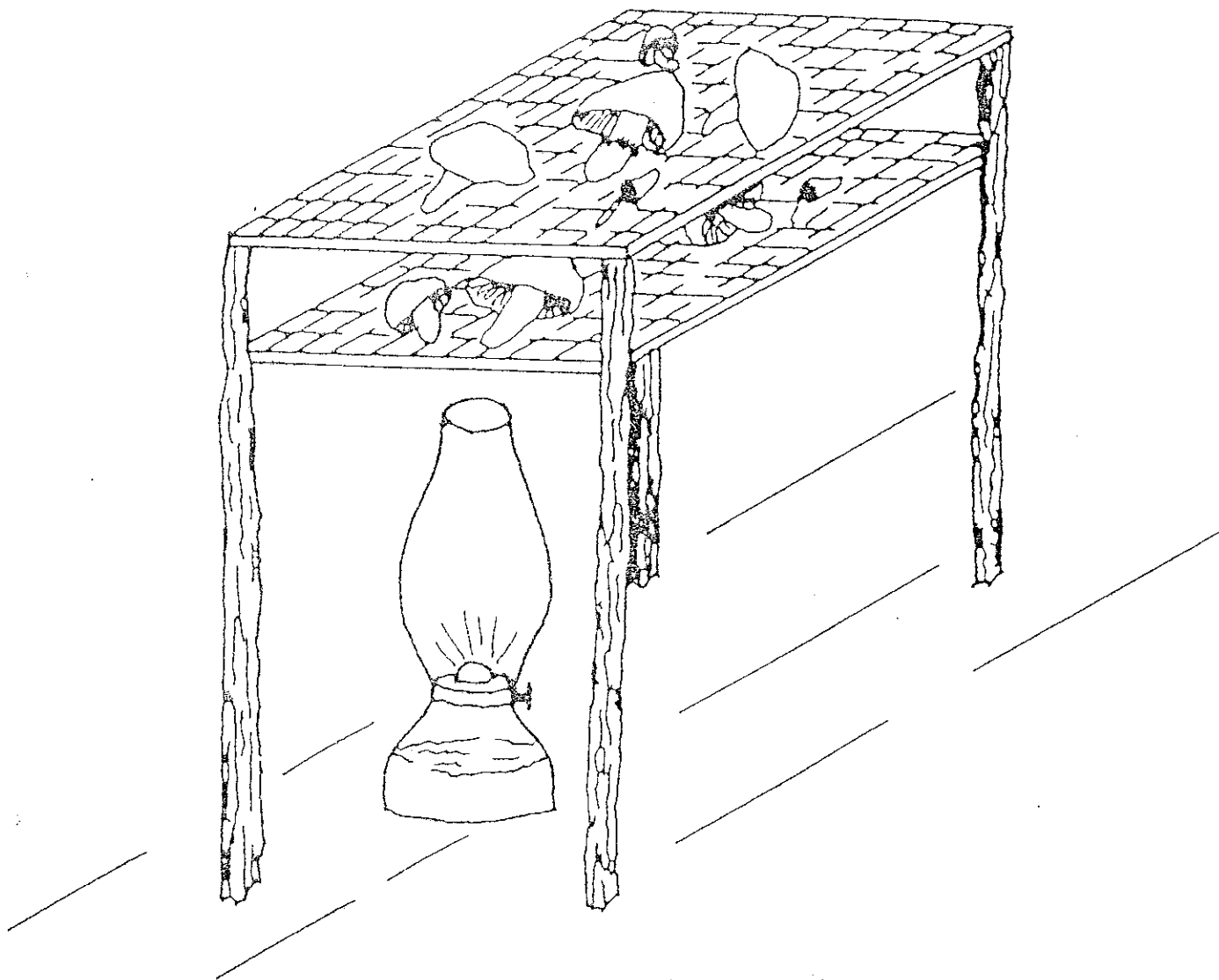
Posición: \_\_\_\_\_ Superficie: \_\_\_\_\_ Contexto: \_\_\_\_\_

Presencia de anillo o volva: \_\_\_\_\_

**e) Esporada:** \_\_\_\_\_ **No. de cuerpos fructíferos:** \_\_\_\_\_

**f) Género y especie:** \_\_\_\_\_

FIGURA 6: SECADORA DE HONGOS



SECADORA DE HONGOS CON QUINQUE O LÁMPARA DE PETROLEO.

Útil en lugares en donde no hay corriente eléctrica. Para mejor secado, debéra estar cubierto todo con papel periódico para favorecer un ambiente caliente.

## APENDICE C: Cuadros

### CUADRO 1: Arreglo Sistemático del Reino Fungi (según Herrera y Ulloa, 1990).

- División: Myxomycota
  - Clase: Protosteliomycetes
  - Clase: Acrasiomycetes
  - Clase: Myxomycetes
  - Clase: Plasmodiophoromycetes
  
- División: Eumycota.
  - Subdivisión: Phycomycotina.
    - Clase: Chytridiomycetes
    - Clase: Hyphochytridiomycetes
    - Clase: Oomycetes
    - Clase: Zygomycetes
    - Clase: Trichomycetes
  - Subdivisión: Deuteromycotina.
    - Clase: Blastomycetes
    - Clase: Coelomycetes
    - Clase: Hyphomycetes
  - Subdivisión: Ascomycotina.
    - Clase: Hemiascomycetes
    - Clase: Euascomycetes
    - Clase: Laboulbeniomycetes
    - Clase: Loculoascomycetes
  - Subdivisión: Basidiomycotina.
    - Clase: Heterobasidiomycetes
    - Clase: Holobasidiomycetes
  
- División: Lichenes.
  - Subdivisión: Deuterolichenes
  - Subdivisión: Ascolichenes
    - Clase: Hymenoascolichenes
    - Clase: Loculoascolichenes
  - Subdivisión: Basidiolichenes.
    - Clase: Holobasidiolichenes.

**CUADRO 2:**  
**Coordenadas de las Estaciones en cada Rango Altitudinal en Carboneras, CSG, Izabal.**

LOCALIDAD	msnm	UTM		GRADOS	
		ESTE	NORTE	NORTE	ESTE
Estación, Carboneras	325	0304016	1729067	15° 38' 12''	88° 49' 40''
Hospital, Carboneras	730	0304218	1731281	15° 34' 13''	88° 49' 25''
Samaria, Carboneras	1050	0308256	1732988	15° 40' 03''	88° 47' 21''

**CUADRO 4:**  
**Resultados del Análisis de Suelos en el declive Oeste de Cerro San Gil**

Punto de toma de muestra del suelo	Elevación (msnm)	% de Carbono	% de Nitrógeno	pH
Estación	420	3.7	0.42	4.78
Estación	405	2.0	0.44	5.97
Hospital	700	4.2	0.36	5.45
Hospital	730	4.8	0.42	5.18
Samaria	1,190	4.2	0.52	5.16
Samaria	1,160	11.7	0.71	5.34

*Cuadro tomado de Ponce (2,001). Trabajo de Estudio de Verano*

Cuadro No. 5: Lista de Especies encontradas en la ladera oeste de CSG, su distribución y función trófica

\*\*Especies citadas por primera vez para Guatemala

Familia	No.	Especie	Fcn. Trófica	Distribución		Nuevo registro
				Estación	Hospital	
ASCOMYCETES				400 - 600 m	700 - 900 m	
Sarcoscyphaceae						
	1	<i>Coakeina sulcipes</i> (Berk.) Kuntze	Saprobionte	X		
	2	<i>Coakeina tricholoma</i> (Mont.) Kuntze	Saprobionte	X		
	3	<i>Coakeina venezuelae</i> (Berk & Curt.) Le Gal	Saprobionte		X	
	4	<i>Phillipsia dominicensis</i> (Berk.) Berk.	Saprobionte	X		
Xylariaceae						
	5	<i>Xylaria hypoxylon</i> (L. ex Hook) Grev.	Saprobionte	X	X	
	6	<i>Xylaria polymorpha</i> (Pers.: Fr.) Grev.	Saprobionte	X	X	
S						
Amantiaaceae						
	7	<i>Amantia</i> spp.	Micorriza		X	**
Agaricaceae						
	8	<i>Lepiota</i> spp.	Micorriza	X		**
	9	<i>Leucocoprinus fragillissimus</i> (Rav.) Pat.	Saprobionte	X		**
Auriculariaceae						
	10	<i>Auricularia auricula</i> (Hook.) Underw.	Saprobionte	X	X	
	11	<i>Auricularia ficosuccinea</i> (Mont.) Farl.	Saprobionte		X	
	12	<i>Auricularia mesenterica</i> (Dicks.) Fr.	Saprobionte		X	
Bolbitiaceae						
	13	<i>Bolbitis</i> spp.	Saprobionte	X		**



	28	<i>Geastrum fimbriatum</i> Fr.		Saprobionte		X			
	29	<i>Geastrum saccatum</i> Fr.		Saprobionte	X	X			**
Hydnaceae									
	30	<i>Hydnum</i> spp.		Saprobionte	X				**
Hygrophoraceae									
	31	<i>Hygrocybe coccinea</i> (Fr.) Fr.		Micorriza		X			**
	32	<i>Hygrocybe flovescens</i> (Kauf.) A.H.S. & Hes.		Micorriza		X	X		**
	33	<i>Hygrophorus marginatus</i> Pk.		Micorriza		X			**
Hymenochaetales									
	34	<i>Coltricia perennis</i> (L.) Murr.		Parásita		X			**
	35	<i>Coltricia</i> spp.		Parásita	X	X			**
	36	<i>Cyclomyces tabacinus</i> (Mont.) Pat.		Saprobionte	X				**
	37	<i>Inonotus</i> spp.		Parásita		X			**
Lentiniaceae									
	38	<i>Pleurotus djamor</i>		Saprobionte	X				
Lycoperdaceae									
	39	<i>Lycoperdon</i> spp.		Saprobionte		X			**
Nidulariaceae									
	40	<i>Cyathus striatus</i> (Huds.: Pers.) Willd.		Saprobionte			X		**
Pavillaceae									
	41	<i>Hygrophoropsis aurantiaca</i> (Wulf.:Fr.) R. Maire		Micorriza		X			*

	42	<i>Anuroderma</i> spp.	Saprobionte	X				**
	43	<i>Coriolus versicolor</i>	Saprobionte	X	X			
	44	<i>Polyporus tenellus</i> (Beauv.) Fr.	Saprobionte	X		X		
	45	<i>Polyporus malis</i>	Saprobionte		X			**
	46	<i>Polyporus varius</i> Fr.	Saprobionte		X			**
	47	<i>Pyrenopeziza sanguineus</i> (L.: Fr.) Murr.	Saprobionte		X			
Russulaceae								
	48	<i>Lactarius deceptivus</i> Peck	Micorriza		X			**
Sparassidaceae								
	49	<i>Sparassis radicata</i> Wett.	Saprobionte			X		**
Stereaceae								
	50	<i>Corylidia aurantiaca</i> (Pers.) Weldon	Saprobionte	X				
	51	<i>Stereum sanguinolentum</i> (Fr.) Pouz.	Saprobionte			X		**
Strophariaceae								
	52	<i>Psilocybe yungensis</i> Singer & Smith	Saprobionte			X		**
Tremellaceae								
	53	<i>Tremella mesenterica</i> Reiz ex Fr.	Saprobionte			X		
Tricholomataceae								
	54	<i>Collybia dryophila</i> (Bull. ex Fr.) P. Kumm.	Saprobionte	X	X			
	55	<i>Collybia fistipes</i>	Micorriza		X			**
	56	<i>Collybia tocephala</i> (Berk. & Curt.) Sing.	Micorriza		X			**
	57	<i>Collybia neotropica</i> Singer	Saprobionte		X			**
	58	<i>Collybia plectophylla</i> Singer	Saprobionte		X			**
	59	<i>Collybia</i> spp. 1	Saprobionte			X		**



	84	<i>Especie III</i>	Saprobionte	X			
	85	<i>Especie V</i>	Saprobionte		X		
	86	<i>Especie VI</i>	Saprobionte		X		
	87	<i>Especie X</i>	Saprobionte	X			
	88	<i>Especie XI</i>	Parásita	X			
	89	<i>Especie XII</i>	Saprobionte			X	
	90	<i>Especie XVI</i>	Saprobionte	X			
	91	<i>Especie XVII</i>	Saprobionte	X			
	92	<i>Especie XVIII</i>	Parásita	X			
	93	<i>Especie XVI</i>	Saprobionte			X	
<b>O. PEZIZALES</b>							
	94	<i>Especie IV</i>	Saprobionte				
	95	<i>Especie XIII</i>	Saprobionte	X			X
<b>O. PORIALES</b>							
	96	<i>Especie VII</i>	Saprobionte	X			
	97	<i>Especie VIII</i>	Saprobionte	X			
	98	<i>Especie IX</i>	Saprobionte	X			
	99	<i>Especie XIV</i>	Saprobionte	X			
	100	<i>Especie XI</i>	Saprobionte	X			
	101	<i>Especie XIX</i>	Saprobionte		X		
	102	<i>Especie XX</i>	Saprobionte		X		
	103	<i>Especie XXII</i>	Saprobionte				X
	104	<i>Especie XXIII</i>	Saprobionte				X