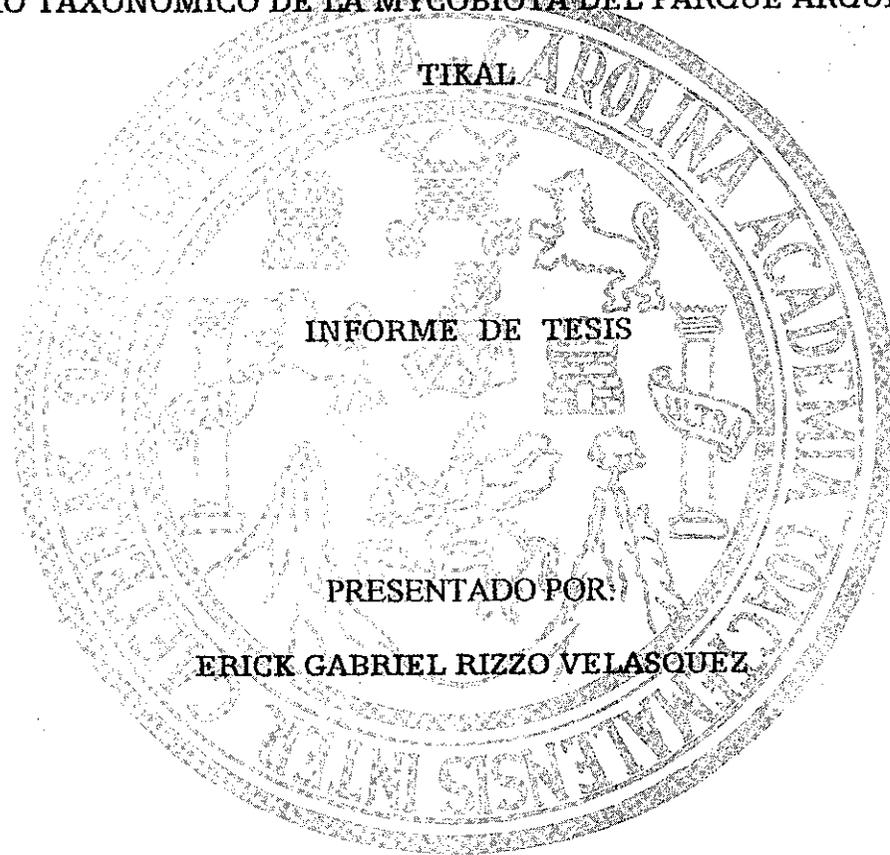


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA

ESTUDIO TAXONOMICO DE LA MYCOBIOTA DEL PARQUE ARQUEOLOGICO



TIKAL

INFORME DE TESIS

PRESENTADO POR:

ERICK GABRIEL RIZZO VELASQUEZ

PARA OPTAR AL TITULO DE  
QUIMICO BIOLOGO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 1999

NOMINA DE INTEGRANTES DE JUNTA DIRECCIVA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

DECANA: LICDA. HADA MARIETA ALVARADO BETETA  
SECRETARIO: LIC. OSCAR FEDERICO NAVE HERRERA  
VOCAL I: DR. OSCAR MANUEL COBAR PINTO  
VOCAL II: DR. RUBEN DARIEL VELASQUEZ MIRANDA  
VOCAL III: LIC. RODRIGO HERRERA SAN JOSE  
VOCAL IV: BR. DAVID ESTUARDO DELGADO GONZALEZ  
VOCAL V: BR. ESTUARDO SOLORZANO LEMUS

ACTO QUE DEDICO  
A LA CIVILIZACION MAYA  
"LOS HIJOS DEL TIEMPO"

Su origen se encuentra en las profundidades del misterio y también en el misterio permanece la caída de su singular y esplendorosa cultura.

Durante cerca de quince siglos florecieron en agrestes e inhospitables zonas de Mesoamérica. Entre los años 250 y 900 le dieron forma a una magnífica civilización de suntuosas Pirámides y espléndidos palacios. Tal período clásico terminó en repentino colapso. Las ciudades fueron abandonadas, la población disminuyó drásticamente, y la selva cubrió los imponentes monumentos.

Este acto es dedicado a la Explendorosa civilización Maya y a la madre naturaleza quien los vio nacer. Esa madre naturaleza que contiene y guarda mucho de nuestro pasado y una incalculable potencia biológica que nos hace más ricos y únicos en el mundo.

## AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi gratitud a las personas que de una u otra forma ayudaron en la realización de esta investigación y en especial a la Sra Gladis Elena Velásquez G. en el financiamiento de dicho trabajo, a la Comisión Nacional de Areas Protegidas CONAP en otorgar las licencias respectivas de investigador y recolector de especímenes, al Instituto de Antropología e Historia de Guatemala IDAEH por haberme permitido realizar este estudio en el área del Parque Nacional Tikal, al Monasterio Ortodoxo Lavra Mambré por su apoyo incondicional, a la Fuerza Aérea Guatemalteca FAG por los vuelos aéreos que me proporcionaron, al Dr. Julio Cesar Figueroa M. por su entusiasmo manifestado en la realización de este estudio, al Dr. Carlos Castillo Q.E.P.D. por sus grandes enseñanzas, también agradezco a una persona del anonimato quién realizo los dibujos más perfectos y preciados de esta obra y su pequeño acompañante.

A la Dra. Marleny H. Lira G. , Lic Erick Castillo, Marina Pelaez por el apoyo incondicional en la finalización de este trabajo y a mi gran amigo Carlos Rojas.

A la Licda. Heidi Logemann por su ayuda y revisión de este trabajo.

Finalmente hago un reconocimiento a la Madre Licda. Yvonne Sommerkamp, OMSB por su dirección, apoyo y paciencia en la realización de este trabajo.

TESIS QUE DEDICO

PARA TI

MAMI

POR TODO

LO QUE HACES

POR MI.

**M**ami, sé que siempre has soñado

Con todo lo que puedo llegar a ser,

con todo lo que podría lograr,

con lo mucho que yo podría hacer....

**Y** tenga lo que tenga, Mami

Logre lo que pueda lograr,

Es porque tengo una Mami

Como tú, con quien siempre

Puedo contar.

## INDICE

	Página
1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCION	3
3. ANTECEDENTES	5
3.1 Historia	5
3.2 Estudios realizados	7
3.3 Generalidades	9
3.4 Filogenia	9
3.5 Morfología de los hongos	10
3.6 Reproducción y ciclo vital de los hongos	14
3.7 Ecología y hábitat de los hongos	15
3.8 Hongos comestibles	16
3.9 Hongos tóxicos	17
3.10 Hongos destructores de madera	21
3.11 Hongos medicinales	22
3.12 Micorrizas	23
3.13 Recolección	24
3.14 Identificación	25
3.15 Conservación	26
4. JUSTIFICACIONES	28
5. OBJETIVOS	29

6. HIPOTESIS	30
7. MATERIALES Y METODOS	31
7.1 Universo de trabajo	31
7.2 Recursos Humanos	33
7.3 Recursos físicos	33
7.4 Procedimiento general	35
7.5 Diseño experimental	36
8. RESULTADOS	37
9. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	45
10. CONCLUSIONES	47
11. RECOMENDACIONES	48
12. REFERENCIAS	49
13. ANEXO	55
14. GLOSARIO	63

## 1. RESUMEN

Se presenta una revisión sobre 40 especies de macromicetos y un Myxomycete, basada en 65 especímenes colectados en el departamento de El Petén. Todos los macromicetos provienen de el Parque Nacional Tikal. Del total de las especies estudiadas, 37 se registran por primera vez para el departamento de El Petén y además, 20 son nuevos registros para Guatemala. Estos nuevos registros son:

### ASCOMYCETES:

*Xylaria polymorpha*, *Xylaria fuckei*, *Daldinia vernicos*, *Phillipsia domingensis*,  
*Hexagona tenui*, *Cookeina tricholoma*.

### BASIDIOMYCETES:

*Thelephora palmata*, *Ramaria stricta*, *Polyporus hirsutus*, *P. subcaesius*, *P. occidentalis*,  
*Dictyophora indusiata*, *Chondrostereum purpureum*, *Geastrum fimbriatum*, *Ganoderma colossum*,  
*Ganoderma tsugae*, *Clavulinopsis corniculata*, *Cotylidia aurantiaca*, *C. undulata*, *Fomes conchatus*.

Se analizó el hábitat de todas las especies, encontrándose que 29 son lignícolas, 8 humícolas y terrícolas, 12 micorrícicas y ningún fimícola.

Se consideraron también los tipos de vegetación donde prosperan los hongos estudiados, definiendo la vegetación como bosque sub-tropical húmedo.

De los hongos estudiados, 6 son comestibles, uno es venenoso (*Lepiota cristata*), 16 son destructores de madera, 17 son no comestibles y 12 micorrícicos. También se

recolectó una planta leñosa, parásita de raíces de arboles, la confundieron con un hongo, su nombre es *Helosis mexicana*.

Todo el material recolectado se encuentra depositado en el Herbario del Servicio de Micología de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

## 2. INTRODUCCION

Al norte de la República de Guatemala, en el departamento de El Petén, se encuentra una de las regiones ecológicas más importantes de Centroamérica, con una extensión territorial de 35,854 kilómetros cuadrados. Físicamente, la región es plana en su mayoría con relieve kárstico. El departamento de El Petén posee la porción más grande de bosques conservando un alcance completo de comunidades naturales y especies comunes a la zona sub-tropical (Figuras 1-2) (1-2).

El Parque Nacional Tikal fue creado en mayo de 1955 y reglamentado en septiembre de 1957. Años más tarde, en octubre de 1979, fue declarado por la UNESCO, Patrimonio Cultural de la Humanidad, por su valor excepcional, al conjugar en el mismo, una extraordinaria riqueza natural y cultural.

Tikal ocupa un área de 576 km cuadrados, lateralmente mide 24 km de longitud. Es considerada una de las reservas culturales y naturales más importantes de la República de Guatemala y del mundo, por la gran variedad de flora y fauna, así como los innumerables vestigios de la civilización Maya que allí se encuentran (Figura 1-2) (1-2).

La reserva de la Biósfera Maya reúne todas las condiciones ideales en la diversidad de diferentes especies de hongos propios de la región sub-tropical.

Los hongos han tenido gran importancia en el área mesoamericana desde las épocas de las grandes culturas como la Náhuatl y la Maya (3-7).

Entre las artes plásticas mesoamericanas existen algunas a las que no se les conoce su función ni su significado. Las esculturas llamadas "piedras-hongo" también son

una de ellas. Solamente se sabe por algunos Códices como el Florentino y el Magliabecchi y de las costumbres tradicionales de algunos grupos indígenas el uso de los hongos alucinógenos como algo espiritual o divino, pero no certeramente sobre las piedras-hongo (6).

Los hongos han llamado poderosamente la atención del hombre y han estimulado su imaginación desde la más remota antigüedad (8-9).

El Reino Fungi fue creado con el objeto de estudiar a los organismos denominados hongos. Los hongos se diferencian de las plantas superiores en que no tienen raíces, hojas, flores ni semillas y están desprovistos de clorofila. Al carecer de clorofila, los hongos no pueden formar sus elementos nutritivos utilizando la energía solar, como ocurre con las plantas verdes, por lo que se ven obligados a nutrirse a expensas de vegetales y animales muertos por medio de la absorción, sustrayendo el carbono necesario para formar su cuerpo fructífero. Estos hongos que viven a expensas de organismos muertos se denominan saprófitos. Existen otras especies que crecen sobre organismos vivos, siendo parásitos y por último, hay hongos cuyo micelio está íntimamente unido a las raíces de ciertas plantas formando una simbiosis, constituyendo los hongos micorrícicos (10).

Los hongos son seres eucarióticos, y su reproducción es asexual, por división, gemación y producción de esporas; y sexual, por medios característicos de cada subgrupo. Existen dos grupos de hongos: Myxomycota y Eumycota u hongos verdaderos que tienen micelio y su reproducción puede ser sexual o asexual (8, 11-12).

### 3. ANTECEDENTES

#### 3.1 Historia

Los hongos han sido parte de la vida del hombre. Ha sido atraído por su repentino apareamiento en la naturaleza, sus formas y colores, además de su utilización como alimento (13).

En el principio los hongos eran para muchos, organismos repulsivos, probablemente porque se pensaba que eran “el fermento maligno del mundo”, debido a que muchas especies eran venenosas. De esta manera el hombre primitivo, probando y errando fue descartando los tóxicos de los comestibles y de estos últimos los que poseían propiedades especiales (13).

Los griegos creían que los hongos venían del Dios del Trueno (Zeus), porque éstos emergían de la tierra después de los truenos. Igual que los romanos, eran micófilos por excelencia. El hongo del César, o *Amanita caesarea* debe su nombre al emperador Julio César (13).

El hombre americano también conoció los hongos. Desde 1898, a través de Sapper, se tienen reportes de numerosas esculturas preclásicas y clásicas de las tierras altas de Guatemala que algunos han considerado como falos pero parecen ser más bien hongos, según la mayoría de interpretaciones. Se pueden relacionar estas esculturas en primer lugar con unos objetos llamados “piedras de hongo” que poseían los chamanes en su parafernalia ritual, según el Título de Totonicapán, y también con los hongos mencionados en otros textos indígenas coloniales de la región, como el Popol Vuh, que

habla de “ holom ocox” “hongo de cabeza”, y los anales de los Cakchiqueles, que se refieren a “hongos (que crecen al pie) de los árboles” (14 -19).

Estos hongos se llevaban como ofrenda a los dioses y como objeto de los chamanes; tenían un sentido religioso y cabe pensar que pudieron haber sido hongos tóxicos como *Amanita muscaria*, el poderoso hongo alucinógeno usado por chamanes siberianos, que los nahuas llamarón “ tzontecomananácatl”, “hongo de cabeza”, por lo que el Popol Vuh y los Anales de los Cakchiqueles se refieren a él (15).

Los antiguos diccionarios quichés y cakchiqueles nos expresan, asimismo, que los mayas conocían los hongos alucinógenos, pues los distinguen muy bien de los comestibles. El Diccionario Cakchiquel de Fray Tomás de Coto dice:

“... es menester conocerlos para comerlos, porque ai vnos que son malignos y mortíferos y, por lo menos, a los que los comen, hacen perder el juicio. A éstos llaman: kaizalah ocox xibalbay ocox. Otros que embriagan: kek qim ti qhuhirican” (20).

Peter Furst, en su obra *Los alucinógenos y la cultura*, menciona un hongo llamado muxan ocox, “hongo que enloquece a quien lo come”; y el actual nombre quiché “kakuljá icox”, “hongo del rayo” muestra el vínculo entre los rayos y los hongos, y sus implicaciones religiosas. La relación se debe a que los hongos nacen en tiempo de lluvias. Este hongo llamado también “itzel ocox”, “hongo malo”, parece ser también *Amanita muscaria*, que según Lowy es llamado “yuyo del rayo” o “yuy chauk” en las tierras altas de Chiapas (21-22).

Lowy en su estudio efectuado en Guatemala en 1973, determinó que los descendientes indígenas de la cultura Maya continúan llamándo “kakuljá” a estos hongos que tenían propiedades especiales (22).

Por otra parte, Lowy interpreta ciertos objetos que diversos personajes del Códice de Madrid llevan en las manos como hongos (otros han dicho que son macanas, sonajas y hasta ruedas de calendario). Interpreta las protuberancias en la parte superior del hongo como las manchas blancas del píleo de *Amanita muscaria*. Así pues, el uso de los hongos alucinógenos entre los mayas fue con fines rituales (23).

### 3.2 Estudios Realizados en Guatemala

Los hongos han tenido gran importancia en el área mesoamericana desde la época de las grandes culturas Maya y Náhuatl (5,14).

Las primeras exploraciones micológicas en Guatemala fueron realizadas por Sharp en 1948, quien colectó y observó algunos hongos y los comparó con los del este de México y Estados Unidos (14 -24).

Posteriormente, Lowy ayudado por investigadores guatemaltecos como Mayorga y Torres identificaron varias especies, entre ellas *Amanita muscaria*, *A. caesarea*, *Psilocybe mexicana* y *P. cubensis* (24 -25).

Sin embargo, no fue sino hasta 1982 cuando Argueta continuó los trabajos micobióticos en Guatemala, con el Estudio de los Macromicetos de la Ciudad de Guatemala, Mixco y San Juan Sacatepéquez. Dicho trabajo dió lugar a la creación del Herbario Micológico de la Universidad de San Carlos de Guatemala, bajo la asesoría de la Licda. Heidi Logemann (26 - 27).

En 1984, Sommerkamp enriqueció este herbario con hongos procedentes del Biotopo Universitario "Licenciado Mario Dary Rivera" para la Conservación del Quetzal, situado en Purulhá, Baja Verapaz (8,25).

En 1987, Logemann y colaboradores informaron que una mezcla de hongos provocó un envenenamiento de dos familias en la aldea San Yuyo del departamento de Jalapa. Los hongos se identificaron según las colectas de campo y como: *Amanita caesarea*, *A. gemmata* y *A. magnivelaris*, el primero es comestible de excelente calidad, el segundo provoca molestias gastrointestinales y el tercero provoca la muerte; esta última especie se caracteriza por su contenido de alcaloides altamente venenosos. Este fue el primer registro de *A. magnivelaris* en Guatemala (28).

El conocimiento de los hongos ha continuado y entre las actividades realizadas están las once Exposiciones Nacionales de Hongos que se han llevado a cabo, cinco de ellas (1985, 1986, 1988, 1992, 1995) en la ciudad de Guatemala y las otras en el interior de la República: Quetzaltenango (1987), Cobán (1989), Antigua (1990), Amatitlán (1991), Chiquimula (1993) y Santa Lucía Cotzumalguapa (1997). Estas exposiciones han sido coordinadas por un grupo de profesionales y estudiantes que han dado a conocer a la población aspectos importantes de los hongos en la medicina, industria y en el medio ambiente (26,29).

En 1990, Sommerkamp continuó las investigaciones de campo y reportó 21 especies de hongos comestibles que se venden en diferentes mercados del país, continuando con el registro de múltiples especies procedentes de todo el país (9, 25).

En 1991, Herrera llevó a cabo el estudio etnomicológico en la región de Chipotón, Sacatepéquez en el cual se realizaron diversas entrevistas y colectas de hongos en el área de estudio (30).

En 1994, Aguilar realizó el estudio de los macromicetos de la Finca San Luis, departamento de Escuintla (12). También ese mismo año Ohi y Torres editaron el

primer libro de registro de las “Piedras Hongo” de Guatemala, haciendo una descripción de cada una de las piedras encontradas en los museos y colecciones privadas del país; destacando la posible utilización de estas esculturas (6).

### 3.3 Generalidades

La micología es la ciencia que estudia los hongos, macro y microscópicos, formando ambos el Reino Fungi. Existe una enorme cantidad de hongos sobre la tierra; aproximadamente 200,000 especies de hongos, muchos de los cuales crecen en una amplia distribución geográfica, cuando la temperatura y los niveles de humedad son los adecuados para su germinación y crecimiento (31).

Los hongos viven sobre diversos materiales orgánicos, los cuales descomponen para alimentarse. Los macromicetos, generalmente están formados por masas blancas y algodonosas llamadas micelio, de las cuales brotan pequeños o grandes botones, que son las estructuras llamadas cuerpos fructíferos que producirán infinidad de esporas y a través de las cuales se reproducirán (Figuras 3 y 4) (31).

Los mohos que crecen sobre los alimentos, son masas algodonosas blanquecinas, verdes o anaranjadas que crecen sobre el pan, naranjas o tortillas, son hongos microscópicos que nunca forman cuerpos fructíferos macroscópicos (31-32).

### 3.4 Filogenia

Desde el punto de vista de la evolución de los hongos, aún no está completamente establecido el origen de estos organismos, sin embargo, el estudio filogenético está

basado en comparaciones morfológicas, citológicas, habilidad de síntesis, serodiagnóstico y algunos fósiles (7,33).

La mayoría de los científicos creen que los hongos tienen un ancestro común con los protozoos y que en un período de tiempo se separaron para constituir un grupo independiente, la clase esporozoa. Algunos autores creen que los Eumycetes pueden tener un origen monofilético desde las algas verdes y colocan a los Ficomicetes como rama temprana de la cual más tarde se originaron los géneros *Xylaria*, *Morchella*, *Boletus*, *Amanita* y otros (11, 32-33).

Los autores dicen que fueron los Oomycetes la base de los hongos verdaderos y que el esporangio de los Zigomicetes parece ser el más primitivo de los Ascomycetes (32-33).

De tal manera se hace imposible establecer la evolución de los hongos a través de sus esporas debido a la carencia de datos paleontológicos que correlacionen las esporas encontradas en un determinado sustrato con los carpóforos que las originaron (33).

El Reino Fungi se divide en dos grandes grupos de hongos: Myxomycota, o mohos del légamo y mohos plasmodiales del légamo; estos son los llamados hongos inferiores; su reproducción es asexual; y Eumycota u hongos verdaderos, siendo su reproducción sexual y asexual. Los macromicetos pertenecen a este grupo y presentan diferentes formas, colores y tamaños (11).

### 3.5 Morfología de los hongos

El estudio de la forma y partes del cuerpo fructífero del hongo es básico para su identificación, poniendo de manifiesto estructuras tan importantes como: pileo, himenio, anillo, estípite y volva (Figura 3) (34).

En este estudio interesan dos clases de macromicetos que pertenecen a la división Eumycota, y son: Ascomycetes y Basidiomycetes.

- Ascomycetes

Se distinguen por presentar una estructura semejante a un saco elongado, formado por células membranosas llamadas ascas las cuales contienen un número definido de esporas sexuales, las ascosporas, que se forman en procesos de cariogamia y meiosis (8).

En la mayoría de Ascomycetes las ascas son elongadas, con formas cilíndricas o fusiformes, aunque en algunas especies existen ascas globosas, ovoides o rectangulares (8).

La gran mayoría de Ascomycetes tienen cuerpos fructíferos que sólo pueden observarse al microscopio. En este estudio interesan los que presentan cuerpos fructíferos que puedan observarse a simple vista, éstos forman dos grandes grupos que son: Pyrenomycetes y Discomycetes (8).

Los Pyrenomycetes u hongos en forma de botella, son los que contienen sus ascas dentro de un peritecio, que usualmente tienen forma de botella (17).

Los Discomycetes u hongos en forma de copa, poseen ascas en forma de esferas, cilindros, copas o discos. Estas están ordenadas en un himenio que generalmente se localiza en la superficie expuesta del apotecio (8).

- Basidiomycetes

Estos hongos producen sus especializados cuerpos esporoproductores o basidios en cuerpos fructíferos altamente organizados llamados basidiocarpos.

El micelio en la mayoría de Basidiomycetes consiste en hifas septadas, bien desarrolladas que penetran en el sustrato y absorben nutrientes. Individualmente, las hifas son microscópicas, pero pueden ser observadas a simple vista como una masa que conforma el micelio (8).

Los basidiocarpos presentan caracteres morfológicos definidos para su identificación, ya que presentan texturas diversas como gelatinosas, cartilaginosas, esponjosas o leñosas. Además, presentan gran variabilidad en relación a su tamaño (8).

En la figura 4 se puede observar que de la masa algodonosa y blanca, o sea el micelio, que se encuentra y vive en el suelo o sustrato donde crece el hongo, nacen los cuerpos fructíferos, en forma gregaria o solitaria a manera de primordios o botones, dichos cuerpos sirven al hongo, para producir y diseminar sus esporas, con las cuales se reproduce y perpetua la especie. La estructura que produce las esporas se llama himenio y la que la sostiene es el carpóforo cuerpo fructífero. El carpóforo suele ser simplemente el pie del hongo. En los ascomicetos el himenio está en la superficie superior del cuerpo fructífero; y en los basidiomicetos en la superficie inferior del sombrero. En los basidiomicetos es la variabilidad del himenio la base para definir a las especies. Existen hongos con himenio liso, venoso, laminar, poroso o dentado. En los hongos subterráneos y en los Licoperdáceos el himenio se encuentra en la parte interna de la gran masa que constituye el cuerpo fructífero (34).

Las características macroscópicas más importantes usadas en la identificación de los hongos son:

- Forma y textura del cuerpo fructífero y de cada una de sus partes.

- Presencia o ausencia de cualquier estructura o característica del cuerpo fructífero llamativa a la vista; por ejemplo: estrías, viscosidad, carnosidad, etc.
- Color de cada una de las partes del cuerpo.
- Cambio de color de cualquiera de las partes, ya sea al maltratarse o cortarse (para ello se corta el hongo con una navaja y se observa si cambia o no de color).
- Presencia o ausencia de un jugo lechoso o látex, al cortarse el mismo y si cambia o no de color al exponerse al aire.
- Olor del hongo (principalmente de la “carne”).
- Sabor de la “carne” (para ello, se mastica suavemente un pequeño fragmento del cuerpo fructífero, se saborea y se escupe. No existe ningún peligro en probar hongos venenosos si se escupe inmediatamente y se enjuaga la boca con agua).
- Tamaño de cada una de sus partes.
- Color de las esporas en masa a través de la obtención de una esporada sobre el papel. Para obtener la esporada de un hongo, se corta el pie de éste si es que tiene y se coloca la parte superior o sombrero sobre una hoja de papel durante unas 8 horas (ver Figura 5). Este dato es muy importante, sobre todo en los hongos que tienen láminas debajo del sombrero. El color de las esporas es básico para la identificación de muchos hongos.
- Tipo de crecimiento (solitario o gregario) (34 - 35).

### 3.6 Reproducción y ciclo vital de los hongos

La reproducción de los hongos puede presentar distintas formas: sexual, se lleva a cabo en tres etapas que pueden ser plasmogamia, cariogamia y meiosis; y asexual, que ocurre por desintegración del micelio independiente (34).

El ciclo vital de los hongos empieza cuando las esporas son transportadas por el viento, a veces a grandes distancias, y forman en el suelo un entre tejido blanquecino denominado micelio unicelular al haber condiciones ambientales adecuadas. La condición previa para la formación de un nuevo carpóforo, o cuerpo fructífero, es la fusión de los micelios de dos esporas de distinto sexo, con lo que se unen las células, independiente de los núcleos celulares que permanecen separados. Cada célula de un micelio fértil y cada célula de un carpóforo posee, por lo tanto, dos núcleos celulares, recibiendo el nombre de micelio binuclear. Sólo cuando se inicia la formación de esporas en la célula del aparato reproductor (basidio) se produce la unión de los núcleos celulares formando luego mediante una segunda división cuatro nuevos núcleos. Inmediatamente después, surgen de éstos otras tantas esporas uninucleares. Esta forma de reproducción es común a todos los basidiomicetos. En los ascomicetos el proceso es similar, pero en la célula del aparato reproductor de estos hongos, denominada asca, suelen desarrollarse ocho esporas (36).

Finalmente, al ramificarse el micelio y establecer contactos con sustancias orgánicas, secreta enzimas que desdoblan las proteínas, carbohidratos y grasas y absorbe productos secundarios. En esta forma muchos hongos intervienen en forma importante en ciclos como los del carbono y nitrógeno, desintegran los compuestos orgánicos complejos que

existen en las hojas y troncos muertos, y los transforman nuevamente en compuestos que pueden ser utilizados para el ciclo del carbono y del nitrógeno (11).

### 3.7 Ecología y hábitat de los hongos

Los hongos se han adaptado a todas las formas de vida, tanto acuáticas como terrestres. Así, pueden vivir en agua salada y dulce, con tolerancia al pH; también se ven influenciados por la humedad, temperatura y luz, que son los factores que más efecto ejercen sobre los hongos (37).

Los sustratos sobre los cuales crecen las diferentes especies de hongos, pueden clasificarse en humícolas, terrícolas, fimícolas y lignícolas. Las primeras son aquellas que crecen sobre el humus; las terrícolas son aquellas que se desarrollan sobre el suelo propiamente dicho; las especies fimícolas son las que se desarrollan directamente sobre el estiércol de diferentes animales principalmente de ganado vacuno y equino; puede diferenciarse el tipo subfimícola, que son las de suelos ricos en estiércol; y finalmente, las especies lignícolas que crecen sobre madera, ya sea de troncos caídos, postes de alambrado o de árboles vivos (37).

Así también se encuentran los hongos saprófitos que constituyen el grupo más numeroso, ya que se desarrollan donde se encuentra material orgánico animal o vegetal en descomposición (11).

Los hongos parasíticos, invaden al huésped, alimentándose y multiplicándose a expensas de éste sin aportarle ningún beneficio (38).

El hábitat describe las características distintivas de las regiones importantes y sus subdivisiones, cómo están organizados, los organismos presentes en cada uno y el papel

ecológico de estos organismos en dicha región (es decir, la identidad de los principales productores, consumidores y descomponedores). Se distinguen cuatro hábitats principales: marino, estuarino, de agua dulce y terrestre (11).

Los hábitats han sido clasificados por los ecólogos como territorios biogeográficos, y dentro de ellos se encuentra una gran unidad comunitaria caracterizada por las especies de plantas, animales y hongos (11).

### 3.8 Hongos comestibles

Los pueblos mesoamericanos tienen una arraigada tradición en el uso de los hongos comestibles basada en un conocimiento profundo sobre los mismos, si bien es sabido que los Mayas los consumieron como fuente de alimento y en sus ritos ceremoniales (4, 28).

Es verdaderamente admirable ver y disfrutar la gran cantidad de hongos comestibles, de diversas formas y colores, que son objeto de venta en los mercados populares, y que reciben nombres tanto en castellano como en varios idiomas autóctonos (9).

Las especies comestibles hasta ahora identificadas en Guatemala hacen un total de 62. Las más comunes son: *Helvella lacunosa*, *Morchella guatemalensis*, *Hydnum srepandum*, *Schizophyllum commune*, *Cantharellus cibarius*, *C. odoratus*, *Amanita caesarea*, *Lactarius deliciosus* y *Pseudofistulina radicata* entre otros. Algunas de éstas son objeto de venta en diferentes mercados del país, por ejemplo, *Schizophyllum commune*, bajo el nombre de "asam" en Alta Verapaz o "xiquinché" en Petén y *Pseudofistulina radicata*, u "oreja de guachipilín", que se venden en grandes cantidades cada época lluviosa (25).

Las diferencias entre los hongos comestibles y los venenosos están bien marcadas pero no son fáciles de determinar, se requiere de experiencia visual, microscopía y de tablas dicotómicas para identificar los hongos de cada localidad. Los campesinos mesoamericanos, herederos de aquellos conocimientos de las culturas indígenas, son expertos conocedores de los hongos. Los habitantes autóctonos de las zonas boscosas mesoamericanas, al coleccionar un hongo, analizan visualmente todas las características morfológicas, el color de la fructificación, así como la consistencia y el olor ( a veces también el sabor) y en poco tiempo, deciden si lo llevan o no, debido a la experiencia que poseen. Esta experiencia la han adquirido desde que eran niños, al acompañar al padre, tío o abuelo al bosque, por lo que generalmente no se equivocan (26, 28)

La identificación de los hongos comestibles en los mercados de Guatemala es absolutamente segura, debido a que han sido rigurosamente seleccionados por los campesinos antes de llegar al mercado (26, 28).

Por otro lado en la industria alimenticia los hongos que se cultivan a escala comercial en Guatemala son *Agaricus bisporus*, *A. bitorquis*, *Lentinula edodes* y *Pleurotus* spp. teniendo todos éstos gran aceptación por los micófilos consumidores (25).

### 3.9 Hongos tóxicos

Los envenenamientos provocados por los hongos son escasos en general, en contraste con la amplia difusión periodística que se le da cuando se presentan.

Por los efectos de intoxicación que producen en las personas, los hongos tóxicos se pueden clasificar de acuerdo a grupos, basados en las toxinas que éstos contienen:

- Grupo ciclopeptídico

En este grupo se incluyen las toxinas más letales, siendo las principales: falotoxinas y amatoxinas. Los hongos que se incluyen en este grupo son: *Amanita phalloides*, *A. virosa*, *A. bisporigera*, *A. magnivelaris* y algunas especies de *Galerina* (39).

El mecanismo celular del envenenamiento por amatoxinas es el siguiente: las toxinas afectan el paso principal de la expresión génica; la síntesis del ARN polimerasa es detenida, por lo que el ARN mensajero deja de funcionar y la célula detiene la síntesis de proteínas, entonces el metabolismo celular se detiene produciendo la muerte celular (39).

Los síntomas aparecen en un período que va de 5 a 24 horas después de ingerido el hongo y se presenta con vómitos violentos, diarrea persistente y dolor abdominal intenso que se asocia frecuentemente con calambres de piernas y pies, pudiendo causar la muerte, su tratamiento es lavado gástrico y carbón activado y rehidratación (39).

- Grupo del ácido iboténico

Algunas de las toxinas de este grupo son: ácido iboténico, muscimol, panterina, ácido tricolómico y pequeñas cantidades de muscarina. Algunos de los hongos que las contienen son: *Amanita muscaria*, *A. citrina*, *A. solitaria*, *A. pantherina* y algunas especies de *Panaeolus* y *Tricholoma* (39).

Estas toxinas afectan el sistema nervioso central; los síntomas aparecen después de 20-30 minutos de haberlos ingerido. Los síntomas propios pueden ser: embriaguez con descontrol de los sentidos, alteración del comportamiento, delirio y percepción distorsionada de los objetos. Y por lo general se experimenta un sueño profundo, su tratamiento puede ser lavado gástrico y carbón activado (39).

- Grupo de la muscarina

Muchas especies de *Inocybe* y *Clitocybe* son ricas en muscarina. La muscarina se combina con los sitios receptores de acetilcolina llamados receptores colinérgicos de células efectoras específicas inervadas por el sistema nervioso autónomo. Esta parte del sistema nervioso ejerce control sobre músculos involuntarios y secreciones glandulares sobre las que no se tiene control conciente (39).

Los síntomas aparecen de 15 a 20 minutos después de ingerir los hongos. Se sufre náuseas y vómitos que se acompañan de diarrea (39).

- Grupo de la gyromitrina

Se ha encontrado en especies del género *Gyromitra*. La gyromitrina se hidroliza a mono-metil-hidracina, la cual actúa directamente sobre el sistema nervioso central donde interfiere en la utilización y función de la vitamina B-6 que está asociada a enzimas celulares involucradas en el metabolismo de aminoácidos (39).

Los primeros síntomas son: náuseas y vómitos que comienzan después de 7-10 horas de haber ingerido el hongo su tratamiento puede ser el uso de carbón activado y rehidratación (39).

- Grupo de actividad alcohólica

Algunos hongos, principalmente de los géneros *Coprinus* y *Clitocybe*, cuando son consumidos con alcohol causan una reacción muy similar a la causada por la droga disulfiram (Antabus) que se administra a alcohólicos. La reacción se atribuye a la toxina coprina (39).

Entre los síntomas se incluyen: aumento de la presión sanguínea, enrojecimiento de la mitad superior del cuerpo, cara y ojos, pulsaciones hasta de 140 latidos por minuto, dolor

de cabeza y respiración rápida, el tratamiento puede ser la utilización de carbón activado y la rehidratación (39).

- Grupo de indoles alucinógenos

Las sustancias implicadas son la psilocybina, la psilocina y sus componentes relacionados, baeocistina y norbaeocistina. Las principales especies alucinógenas ricas en estas sustancias están dentro de los géneros *Psilocybe*, *Panaeolus*, *Conocybe*, *Gymnopilus*, *Pluteus* y *Stropharia* (39).

Logran sus efectos debido a que son químicamente similares a ciertos neurotransmisores. La psilocina se asemeja a la hormona cerebral serotonina cuyo efecto es frenar los impulsos nerviosos, principalmente en el hipotálamo y el sistema límbico.

Los síntomas alucinógenos se presentan entre 1 y 30 minutos después de haber ingerido los hongos. El paciente siente mareo y aturdimiento, náuseas, malestar abdominal, debilidad, dolor muscular, escalofríos, ansiedad, inquietud y entumecimiento de labios. Su efecto es de 4 a 6 horas aproximadamente, volviendo seguidamente a la normalidad. Las alucinaciones también van acompañadas de sensaciones de paz e integración con la naturaleza (39).

- Grupo de irritantes gastrointestinales

Muchos hongos causan irritación o disturbios gastrointestinales. Algunos ejemplos están dentro de los géneros: *Helvella* y *Russula*.

Los efectos adversos más comunes pueden ser: molestias gastrointestinales y respuestas de hipersensibilidad. Los síntomas aparecen entre 15 minutos y 4 horas después de la ingestión, se presenta con náuseas, vómitos y/o diarrea, generalmente

acompañados de dolor abdominal, su tratamiento es por medio de carbón activado y rehidratación (39).

### 3.10 Hongos destructores de madera

Son muchas las especies de hongos que se desarrollan sobre la madera, a la cual descomponen para alimentarse de ella.

La importancia económica de estos hongos es indiscutible, y su identificación es básica, para dictar las medidas de prevención en la pudrición de la madera (31).

Los antiguos Mayas le dieron un nombre especial a hongos que crecían en los árboles. “Kuxum” (hongo); nombre con que se agrupó a los hongos en general. Así, a los que tenían como sustratos a los árboles o troncos les llamaron “Kuxum-ché”, y a los de la tierra, como “Kuxum-luum” (40).

De acuerdo al tiempo de vida de los hongos destructores de madera se hace la siguiente división:

- Hongos perennes: son los llamados leñosos, tienen poros o alveolos debajo de las repisas que presentan y pertenecen al grupo de los poliporáceos, con los géneros *Fomes*, *Ganoderma*, *Polyporus* y otros. Estos pueden vivir varios años (31).
- Hongos subperennes: sus cuerpos fructíferos son coriáceos o subleñosos. Entre estos están los géneros: *Polyporus* y *Ganoderma*. Estos pueden vivir de dos a tres años (31).
- Hongos anuales: los hongos destructores de madera con consistencia carnosa pertenecen principalmente a los géneros *Pleurotus*, *Pholiota*, *Coprinus*, *Marasmius* y *Mycena*. Su tiempo de vida es corto y aparecen año con año (31). Las especies

gelatinosas que pudren la madera son *Auricularia* y *Tremella* , principalmente. Casi todos los hongos carnosos y gelatinosos que destruyen la madera son comestibles (31).

### 3.11 Hongos medicinales

El uso de los hongos en medicina se basa en el conocimiento tradicional de diferentes culturas esparcidas por el mundo. En lugares como la China y Japón, los hongos se han usado durante milenios, ya que estos organismos promueven la salud general, vitalidad, longevidad e incrementan la resistencia a agentes infecciosos que ocasionan enfermedad. Su magnífico valor preventivo y curativo ha sido demostrado en forma práctica (41) .

Se han publicado una gran cantidad de artículos y libros científicos que demuestran y validan las múltiples propiedades medicinales de los hongos después de años de estudio en importantes institutos de investigación en Asia, Europa y Norte América. A través de estos estudios se han caracterizado los distintos principios activos que son responsables de dicha propiedades (41) .

Las propiedades medicinales de los hongos se pueden resumir de acuerdo con su uso en: antibacterianos, anticoagulantes, antitumorales, hemostáticos, hipoglicémicos, hipolipidémicos, inmunomoduladores y psicotrópicos (41) .

Es importante tomar en cuenta que no todos los hongos silvestres se usan para elaborar medicinas. Las diferentes formas en que se producen compuestos medicinales a base de hongos: cápsulas, tabletas, tés, extractos líquidos y jarabes se preparan con hongos que han sido cuidadosamente cultivados. Los hongos silvestres son adaptados a fases especiales de laboratorio y luego se cultivan en "plantaciones" donde se controla la

temperatura, luz, etc. para evitar contaminaciones ambientales a las que los hongos son sumamente susceptibles (41).

### 3.12 Micorrizas

La simbiosis mutualista que se establece entre las raíces de las plantas y los hongos es lo que se conoce como micorriza. La importancia de esta simbiosis en la sobrevivencia y desarrollo de las plantas es trascendental para los dos organismos involucrados. La micorriza se considera una regla y no una excepción, por lo que se debe considerar como una relación universal entre el reino de las plantas y de los hongos. La micorriza juega un papel muy importante en el frágil equilibrio de los ecosistemas y agroecosistemas, esta simbiosis se ha clasificado en ectomicorriza y endomicorriza teniendo cada uno de estos grupos varios tipos de simbiosis (42).

La ectomicorriza se encuentra en árboles de zonas alpinas y tundras en especies pertenecientes a las familias *Pinacea*, *Fagaceae*, *Betulaceae* y *Salicaceae* y en bosques que cubren la parte de Euroasia y Norteamérica, también se ha encontrado en las dipterocarpaceas y en algunas tribus de leguminosas en las regiones tropicales.

La ectomicorriza se caracteriza por colonizar las raicillas laterales y formar estructuras digitiformes o simples, pinadas irregulares y coroloides, en algunos casos se expresan hifas que salen de la superficie e invaden el suelo llegando a formar rizomorfos. Se considera que estos órganos simbióticos son los principales responsables de la absorción de nutrientes.

Los hongos reponsables de este tipo de simbiosis pertenecen en su mayoría al grupo de los basidiomicetos seguidos por los ascomicetos y en último lugar a los zigomicetos (42).

Los beneficios de la micorriza son:

- Aumenta la capacidad de absorción de nutrientes e. pecialmente los menos móviles, siendo el más importante el fósforo.
- Ofrece mayor capacidad de captación de agua induciendo mayor resistencia al estrés por sequía.
- Permite el establecimiento de las plántulas en suelos marginales, ya sea por contaminación de desechos de minas y otros, y auxilia en la adaptación de suelos con pH ácidos o de baja fertilidad.
- Protege la raíz frente a patógenos del suelo: hongos, nemátodos, etc.
- Reduce la respiración de la raíz prolongando la vida y actividad de la misma.
- Optimiza el éxito de los programas de reforestación (42) :

### 3.13 Recolección

Para la recolección de hongos en el campo es indispensable cierto material y equipo de trabajo como: lupa, navaja, espátula, libreta de campo, etiquetas, canasta y papel parafinado (34, 43) .

Al encontrar un hongo, deben anotarse los datos ecológicos siguientes:

- Localidad.
- Tipo de hábitat.
- Sustrato en el que se encuentra.

- Altitud a la que se encuentra.
- Condiciones climáticas.
- Relación con plantas superiores (34) .

Sobre todo, deberán anotarse y estudiarse las características macroscópicas del hongo (Figura 6) (34 -35, 43).

El siguiente paso es recolectar el hongo con sumo cuidado para no dañarlo ya que es importante para su posterior identificación. Para esto, se introduce una navaja dentro del sustrato, desenterrando completamente la base del estípite. Si se tratara de un hongo que crece en madera, debe cortarse el pedazo donde se localiza el espécimen (34 - 35) .

La utilización de material fotográfico para la posterior identificación deberá tomarse en el momento previo a la recolección de los especímenes, ya que este material servirá como referencia en su identificación (44) .

Luego de cortar cuidadosamente los hongos se limpian en el lugar mismo de su recolección, y se transportan en una canasta ventilada, envueltos con papel parafinado con un número de código que coincide con el número de la ficha de recolección y libreta de campo (Figura 6) . Los especímenes más pesados se colocan abajo de los más livianos, para evitar dañar los delicados cuerpos fructíferos (36) .

### 3.14 Identificación

Para la identificación de los hongos es necesaria la utilización de técnicas macro y microscópicas y reacciones químicas en algunas ocasiones (45) .

Macroscópicamente, se utilizan claves estandarizadas para cada región o zona de vida, en las cuales se agrupan los diferentes géneros y especies, y la utilización de una ficha o libreta que va acompañada en el momento de la recolección (ver Figura 6) (34, 45).

Microscópicamente, se preparan cortes finos de diferentes secciones del cuerpo fructífero a fin de observar las estructuras características de las diferentes especies de hongos (45).

Para las reacciones químicas, se utilizan químicos como KOH, yoduro de Melzer, reactivo de Henry y otros. Estos reactivos reaccionan al ponerlos en contacto con los diferentes cortes de los cuerpos fructíferos, observando cambios de color. Por ejemplo, el reactivo de Melzer que reacciona con diferentes tipos de esporas puede producir reacciones con cambios de color:

- Amiloidea: las esporas se tornan azules o negras.
- Dextrinoidea: se tornan color rojo-café o púrpura-café.
- No amiloidea: no reaccionan (13, 46).

### 3.15 Conservación

Se realiza para preservar indefinidamente una colección particular de hongos. A continuación se describen cinco técnicas de conservación:

- Fijadores líquidos: se utilizan fijadores como FAA (formol-aceta-alcohol) y formol al 10 %. Conservan su forma por cierto tiempo pero rápidamente se desintegran y pierden su color.

- **Desecado en seco:** los especímenes son introducidos en bolsas de papel por varios días a temperatura ambiente. Desafortunadamente hay encogimiento y distorsión del hongo.
- **Desecado al calor:** consiste en tener una fuente de calor que se mantenga entre los 35 y 37 grados Celcius, es importante que esta técnica se lleve a cabo rápidamente para evitar que larvas e insectos invadan los especímenes antes de terminar el secado. Esta técnica es permanente y ha sido el método más confiable para la conservación de grandes colecciones.
- **Congelamiento:** los especímenes se mantienen en congelación, pero una vez cesa el enfriamiento se produce la desintegración de éstos.
- **Enfriado en seco:** es utilizado para exhibiciones de museo, pero son muy frágiles para trabajos taxonómicos y es oneroso (45).

#### 4. JUSTIFICACIONES

Siendo Tikal parte de la reserva de la Biosfera Maya y reconocido como patrimonio de la humanidad entera, es una reserva natural de importancia mundial. Por eso se hace necesario explorar y conocer la mycobiota del Parque Nacional Tikal y clasificarla taxonómicamente. Cada uno de los especímenes estudiados contribuirá a aumentar el número de registros para el país y a enriquecer el Herbario del Servicio de Micología de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, y a señalar así la importancia que tienen en el campo de la agricultura, medicina y como fuente alimenticia.

Guatemala es considerada una de las tres potencias biológicas más grandes del mundo por su posición geográfica, siendo el centro de América; sus condiciones climáticas le permiten poseer una variada flora y fauna. Este estudio es de gran importancia ya que se tienen pocas investigaciones sobre la vasta mycobiota del país y se hace necesario transmitir esta información a las universidades, bibliotecas, y a la población guatemalteca en general.

## 5. OBJETIVOS

1. Dar a conocer la mycobiota existente en los alrededores del Parque Arqueológico Tikal.
2. Identificar taxonómicamente los macromicetos recolectados con las claves dicotómicas, macroscopía y microscopía para cada uno de los especímenes.
3. Que este estudio despierte el entusiasmo en otros investigadores y así poder cubrir otras regiones de interés en nuestro país.
4. Incrementar la colección de macromicetos para el Herbario del Servicio de Micología de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos; así como aportar nuevos registros al país.
5. Estudiar especies que pudieron haber estado en contacto con los antiguos Mayas.

## 6. HIPOTESIS

- La reserva de la Biósfera Maya es una área protegida y dedicada a la conservación y uso sostenible de los recursos naturales, por lo que es posible monitorear, investigar y clasificar taxonómicamente la mycobiota del Parque Nacional Tikal.
- Los antiguos mayas conocieron y utilizaron los hongos en sus ritos ceremoniales, medicina y/o alimentación, el estudio de los hongos presentes en esta región nos permitirá tener una idea del posible contacto, para su utilización por los mayas que habitaban Tikal.

## 7. MATERIALES Y METODOS

### 7.1 Universo de Trabajo

Este estudio se efectuó en el Parque Nacional Tikal, localizado en el norte del departamento de El Petén, ubicado geográficamente a 16° 00' y 17° 50' latitud norte y a 89° 10' y 91° 20' longitud oeste. Tikal está ubicado geográficamente en: 17° 33.3' latitud norte y 89° 35.5' longitud oeste (Figura 1) (47-48).

Tikal tiene una extensión territorial de 576 kilómetros cuadrados, con 24 km por laterales y cuyo centro está situado en el centro del grupo principal de ruinas. Tikal se encuentra a 185 y 350 metros sobre el nivel del mar, su temperatura oscila entre los 17 y 35 grados Celcius, la humedad relativa es del 85 por ciento y tiene una precipitación anual de 1,400 milímetros.

De acuerdo al sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge, Tikal se encuentra en la zona de bosque húmedo subtropical cálido (Figuras 1 y 2) (48-49).

Segun el Plan Maestro (1973), las selvas de los terrenos altos de Tikal tienen tres extractos de árboles: árboles ocasionalmente emergentes, tales como caoba, *Swietenia macrophylla* y el cedro español, *Cedrela odorata* y que alcanzan alturas de 35-45 m , formando el estrato superior. El segundo estrato contiene árboles entre 15 y 30 m de altura, las palmas siendo el tipo de planta dominante.

Las zonas de terrenos bajos en Tikal pueden dividirse en dos tipos de bosque: bosque de escobal, *Crysophila argenta* y botán, *Sabal morrisiana*, y el bosque de tintal *Haematoxylum campechianum* (50-51).

La recolección de hongos se inició a partir de julio de 1995 y abarcó hasta enero de 1996; posteriormente se relizaron otras colectas entre agosto y diciembre de 1998. Se hicieron viajes a Tikal durante la época de inicio de lluvias y en la máxima expresión pluvial de la región, que comprende los meses de agosto a enero.

Los especímenes recolectados fueron fotografiados y luego trasladados a la ciudad de Guatemala. Para la identificación de los especímenes colectados se hizo uso de las características macro y microscópicas, también se utilizaron las tablas dicotómicas específicas para la mycobiota de regiones tropicales. Por último, se depositaron en cajas de cartón debidamente registrados en el Herbario del Servicio de Micología de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos.

El muestreo o recolectas de los hongos se realizó en el Parque Nacional Tikal. El área de trabajo cuenta principalmente con cinco calzadas, un sendero dividido en 3 sectores y sub-senderos aledaños a las calzadas (Figura 2), se describen a continuación:

**Calzadas:** existen cinco calzadas visibles en Tikal. Al parecer, éstas funcionaron como avenidas procesionales. Son:

- Mendez: se inicia en la plaza este y va hacia el templo VI; mide aproximadamente 1 km de longitud.
- Maler: une la zona norte con la plaza este y mide aproximadamente 350 metros .
- Mudslay: une al templo IV con la zona norte y mide aproximadamente 750 metros de longitud.
- Tozzer: une al templo IV con la plaza oeste y mide aproximadamente 250 metros de longitud.

- Morley: ubicada en el grupo 6B-II o Barringer, tiene aproximadamente 100 metros de longitud, y no aparece en el mapa.
- Sendero “Benilj’a’a” : este sendero se divide en 3 sectores o rutas, que son:
  - Ruta I : monte bajo, recorrido aproximado 35 min.
  - Ruta II : monte medio, recorrido aproximado 1 hora.
  - Ruta III : monte medio alto, recorrido aproximado de 2 horas. (ver Figura 2).
- Los sub-senderos: están aledaños a las calzadas (Figura 2).

## 7.2 Recursos humanos

Investigador: Br. Erick Gabriel Rizzo Velásquez

Asesora de la investigación: Madre Licda. Yvonne Sommerkamp, OMSB

## 7.3 Recursos físicos

### \* Equipo de campo

- Brújula
- Mapa topográfico de Tikal
- Cámara fotográfica, Canon AV-1
- Lente fotográfico Soligor f=200 mm 1:3.5
- Lente fotográfico Canon , macro de 28 a 210 mm
- Lentillas Close up +4, +2, +1, Vivitar
- Película fotográfica ISO 100 y 400 y diapositivas a color
- Tripode Vivitar para cámara fotográfica
- Lupa

- Bolígrafo
  - Libreta de campo
  - Papel encerado
  - Canasta de mimbre
  - Navaja
  - Desecadora ACME
  - Naftalina
- \* Equipo de laboratorio
- Microscopio estereoscópico
  - Microscopio binocular
  - Láminas portaobjetos
  - Láminas cubreobjetos
  - Papel limpia lentes
  - KOH al 3-5 %
  - Reactivo de Melzer
  - Xileno
  - Cartón para elaboración de cajas
  - Etiquetas
  - Secadora eléctrica
  - Bisturí estéril
  - Navaja

- Pinzas
- Naftalina
- Gabinetes de herbario

#### 7.4 Procedimiento general

- Las recolectas de hongos se realizaron en el Parque Nacional Tikal, exclusivamente en sus cinco calzadas: Méndez, Maler, Mudslay, Tozzer, Morley y todos los senderos aledaños a estas calzadas (Figuras 1 y 2).
- Al localizar un espécimen se fotografió y se recolectó con mucho cuidado, utilizando una espátula extrayéndolo completamente (sin dañar el micelio ni el cuerpo fructífero).
- Se anotaron en la ficha de recolección en la libreta de campo todos los datos del espécimen, sus características macroscópicas y datos ecológicos (Figuras 3 y 6).
- Los hongos recolectados se envolvieron en papel parafinado y se depositaron en canastas de mimbre.
- Los especímenes recolectados se limpiaron y etiquetaron adecuadamente en el campamento base, se envolvieron en papel parafinado limpio y se secaron para posteriormente ser trasladados al laboratorio en la ciudad de Guatemala.
- En el laboratorio, los especímenes se colocaron en una desecadora diseñada para estos propósitos, la cual usa una estructura eléctrica como fuente de calor, manteniendo una temperatura entre 35 y 37 grados Celcius hasta que el secado fuera completo.
- Por medio de tablas dicotómicas apropiadas para la región en estudio y con el auxilio de fotografías y microscopía se identificaron y clasificaron los especímenes.

- Los hongos se introdujieron en sobres de papel o cajas de cartón adecuados a su tamaño, las que además contenían una etiqueta con toda la información obtenida de cada espécimen de acuerdo a los lineamientos del herbario (Figura 7).
- Los sobres fueron introducidos en otras cajas de mayor tamaño, las que se depositaron en los gabinetes del herbario de acuerdo a géneros y especies.
- En las cajas se colocaron perlas de naftalina para protegerlos de los insectos.

### 7.5 Diseño de la investigación

El presente estudio es de tipo descriptivo, en donde la variable estudiada es la caracterización morfológica de los macromicetos recolectados en el Parque Arqueológico Tikal. La técnica de muestreo que se utilizó es la de senderos para recolectar las diferentes especies de hongos (Figura 2) (8, 52-54).

## 8. RESULTADOS

Los hongos estudiados en el presente trabajo describen un total de 40 especies de macromicetos y una pertenece a los Myxomycetes. En la Tabla 1 se presentan las especies estudiadas en arreglo taxonómico, resaltándose que son 8 los Ascomycetes y 32 los Basidiomycetes. También cabe mencionar que se encontró una especie de planta que fácilmente puede confundirse con un hongo, esta planta es llamada *Helosis mexicana*, macroscópicamente es muy parecida a un hongo, microscópicamente carece de esporas y de micelio.

Se señalan las especies que se citan por primera vez en el Departamento de El Petén, las cuales suman 37, así como las 20 especies que se registran por primera vez para Guatemala.

En el arreglo taxonómico se puede notar que el grupo de los Polyporaceae es el más numeroso, un total de 8 especies de Ascomycetes y 32 especies de Basidiomycetes.

Se puede observar en la Tabla 3 un 21.8 por ciento de hongos micorrícicos, 10.9 por ciento de hongos parásitos, 52.7 por ciento de lignícolas, 14.5 por ciento de humícolas y un cero por ciento de fimícolas.

La representación de la Tabla 5 muestra un 9.7 por ciento de hongos comestibles, 25.8 por ciento de hongos destructores de madera, 1.6 por ciento de venenosos, 11.3 por ciento de hongos medicinales, un 19.4 por ciento de hongos micorrícicos y un 4.8 por ciento de hongos con propiedades tintoriales.

Tabla No 1. Especies de hongos estudiadas en el Parque Nacional Tikal.

**ASCOMYCETES**

## - Pirenomyces

- \* \* *Xylaria polymorpha* Pers. ex Fr.
- \* \* *Xylaria fuckel* (Mig.)Cooke
- \*\* *Daldinia vernicosa* (Schw.) Ces. & De Not.
- \* \* *Hexagona tenuis* Fr.

## - Discomycetes

- Pezizales \* *Peziza* sp.
- \* *Sarcoscypha coccinea* (Scop. ex Fr) Lamb.
- \* \* *Cookeina tricholoma* (Montage) Kutnt.
- \* \* *Phillipsia domingensis* Berkeley.

**BASIDIOMYCETES**

## - Auriculariales

- \* *Auricularia delicata* (Fr.) Hennings

## - Tremellales

- \* *Tremella mesenterica* Ret. ex Fr.

## - Aphylophorales

- Thelephoraceae \* *Stereum* sp.
- \* \* *Thelephora palmata* Schw.
- \* \* *Cotylidia aurantiaca* (Pers.) Welden

\* \* *Cotylidia undulata* (Fr.) Karst

Clavariaceae.

\*\* *Clavulinopsis corniculata* (Schaeff. ex Fr) Corner

\* *Ramaria flaccida*

\* \* *Ramaria stricta* (Pers. ex Fr.) Quel.

Polyporaceae.

*Polyporus sanguineus* L. ex Fr.

\* *Polyporus versicolor* L. ex Fr.

\*\* *Polyporus hirsutus* Woff. ex Fr.

\*\* *Polyporus subcaesius* (Fr.) Murr.

\* *Polyporus maximus* (Montage) Overholts

\* \* *Polyporus occidentalis* Klotzsch

\* *Polyporus sp.*

\* *Polyporus sp.*

\* \* *Fomes conchatus* (Pers. ex Fr.) Karst

\* *Fomes sp.*

\* \* *Ganoderma tsugae* Murr.

\* \* *Ganoderma colossum* (Fr.) Torrend

\* \* *Chondrostereum purpureum* (Fr.) Pouz.

- Agaricales

Tricholomataceae

*Schizophyllum commune* Fr.

*Pleurotus ostreatus* Jacquin ex Fr.

\* *Tricholoma sp.*

\* *Crepidotus mollis* (Shaeff. ex Fr.) Kum.

- Agaricaceae

\* *Leplota cristata* (Fr.) Kum.

- Coprinaceae

\* *Coprinus sp.*

- Gasteromycetales

Phallaceae. \*\* *Dictyophora induslata* (Vent. ex Pers.) Desv

Gastraceae. \*\* *Geastrum fimbriatum* Fr.

\* *Geastrum sp.*

Nidulariaceae. \* *Cyathus olla* Batsch. ex Pers.

Las especies señaladas con \* son nuevos registros para el departamento de El Petén y las señaladas con \*\* son nuevos registros para Guatemala.

Tabla No 2. Clasificación de las especies estudiadas de acuerdo al tipo de sustrato sobre el que se desarrolla

ESPECIES	A	B	C	D	E
<i>Xylaria polymorpha</i>			X		
<i>X. fuckei</i>			X		
<i>Daldinia vernicosa</i>			X		
<i>Peziza sp.</i>			X		
<i>Sarcoscypha coccinea</i>			X		
<i>Cookeina tricholoma</i>			X		
<i>Auricularia delicata</i>			X		
<i>Tremella mesenterica</i>			X		
<i>Stereum sp.</i>				X	
<i>Thelephora palmata</i>	X				X
<i>Cotylidia aurantiaca</i>			X		
<i>Cotylidia undulata</i>			X		
<i>Clavulinopsis corniculata</i>	X				X
<i>Ramaria flaccida</i>	X				X
<i>Ramaria stricta</i>			X		X
<i>Polyporus versicolor</i>			X		
<i>P. hirsutus</i>			X		
<i>P. subcaesius</i>			X		
<i>P. maximus</i>			X		
<i>P. occidentalis</i>			X		
<i>Polyporus sp.</i>			X		
<i>Polyporus sp.</i>			X		
<i>Ganoderma tsugae</i>			X	X	
<i>G. colossum</i>			X		
<i>Fomes conchatus</i>			X	X	
<i>Fomes sp.</i>				X	
<i>Schizophyllum commune</i>			X	X	
<i>Triholoma sp.</i>					X
<i>Lepiota cristata</i>	X				X
<i>Coprinus sp.</i>			X		X
<i>Dictyophora indusiata</i>	X				X
<i>Geastrum fimbriatum</i>	X				X
<i>Geastrum sp.</i>	X				X
<i>Cyathus olla</i>	X				X
<i>Phillipsia domingensis</i>			X		X
<i>Chondrostereum purpureum</i>				X	
<i>Myxomycetes spp.</i>			X		
<i>Crepidotus mollis</i>			X		

Hexagona tenuis			X		
Pleurotus ostreatus			X		
Polyporus sanguineus			X		

- A. Humícola y terrícola
- B. Fimícola y subfimícola
- C. Lignícola
- D. Parásito
- E. Micorrízico

Tabla No 3 Tipo de sustrato en el que crecían los hongos recolectados

ESPECIES	NUMERO	PORCENTAJE
Humícola y terrícola	8	14.5
Fimícola y subfimícola	0	0
Lignícola	29	52.7
Parásito	6	10.9
Micorrízico	12	21.8

Tabla No 4. Importancia de las especies estudiadas

ESPECIES	CM	NOCM	DM	VEN	MED	MICO	EXT.COL	OTRO
<i>Xylaria polymorpha</i>		X						
<i>X. fuckei</i>		X						
<i>Daldinia vernicosa</i>		X					X	
<i>Peziza sp.</i>		X						Extracción de hule
<i>Sarcoscypha coccinea</i>	X							
<i>Cookeina tricholoma</i>		X						
<i>Auricularia delicata</i>	X				X			
<i>Tremella mesenterica</i>		X						
<i>Stereum sp.</i>			X					
<i>Thelephora palmata</i>		X				X	X	
<i>Cotylidia aurantiaca</i>		X						
<i>C. undulata</i>		X						
<i>Clavulinopsis corniculata</i>		X				X		
<i>Ramaria flaccida</i>		X				X		
<i>Ramaria stricta</i>		X				X		
<i>Polyporus sanguineus</i>			X		X			
<i>P. versicolor</i>			X		X		X	
<i>P. hirsutus</i>			X					
<i>P. subcaesius</i>			X					
<i>P. maximus</i>			X					
<i>P. occidentalis</i>			X					
<i>Polyporus sp.</i>			X					
<i>Polyporus sp.</i>			X					
<i>Ganoderma tsugae</i>			X		X			
<i>G. colossum</i>			X		X			
<i>Fomes conchatus</i>			X					
<i>Fomes sp.</i>			X					
<i>Schizophyllum commune</i>	X				X			
<i>Tricholoma sp.</i>						X		
<i>Lepiota cristata</i>				X		X		

Coprinus sp.		X				X		
Dictyophora indusiata	X					X		
Geastrum fimbriatum		X				X		
Geastrum sp.		X				X		
Cyathus olla			X			X		
Phillipsia domingensis		X				X		
Chondrostereum purpureum		X						
Myxomycetes spp.			X					
Crepidotus mollis	X							
Hexagona tenuis			X					
Pleurotus ostreatus	X				X			

CM: comestible

NOCM: no comestible

DM: destructor de madera

VEN: venenoso

MED: medicinal

MICO: micorrízico

EXT.COL: extracción de colorante

Tabla No 5. Importancia de los hongos recolectados

ESPECIES	NUMERO	PORCENTAJE
Comestibles	6	9.7
No comestibles	17	27.4
Destructores de madera	16	25.8
Venenosos	1	1.6
Medicinales	7	11.3
Micorrízicos	12	19.4
Extracción de colorantes	3	4.8

## 9. DISCUSION DE RESULTADOS

De suma importancia es la ecología y hábitat de los hongos, ya que estos pueden tener una serie de usos directos aprovechables por el hombre como también ocasionar pérdidas económicas.

En esta investigación se consideraron las especies comestibles, que pueden constituir una fuente de alimento aprovechable. Los micorrícicos son útiles en prácticas silvícolas de reforestación y aprovechamiento de cultivos. Los destructores de madera, ya sea porque constituyan plagas forestales o porque deterioren la madera almacenada, postes, etc. causando pérdidas económicas. Otra es la importancia medicinal que podría profundizarse al hacer de estudios de investigación fitoquímica, que llegarían a ser un aporte científico en la obtención de extractos para producir los nuevos fármacos del milenio y/o en la industria de los colorantes.

El porcentaje de los hongos comestibles es de 9.7 porciento, los medicinales es el 11.3 porciento, lo que hace pensar que la Reserva de la Biosfera Maya es una fuente no solo alimenticia sino que farmacológica que valdría la pena seguir estudiando.

El contar con un 19.4 porciento de hongos micorrícicos es un buen precedente para tomar en cuenta en las prácticas silvícolas de reforestación para áreas de bosque subtropical húmedo.

El 27.4 porciento de las demás especies no son comestibles por su consistencia, mal sabor o porque no se tienen datos confiables de sus propiedades.

De las 16 especies destructoras de madera, la mayoría lo hace sólo de manera saprofítica y nada más 6 especies pudieran ser plagas forestales ya que éstas especies podrían perjudicar la madera almacenada: *Schizophyllum commune*, *Chondrostereum purpureum*, *Fomes conchatus* y *Ganoderma tsuga*; mientras que *Stereum sp.* y *Fomes sp.* podrían perjudicar árboles vivos (37).

Algunas de las especies que pueden ser base de estudios fitoquímicos para la obtención de hule pueden ser algunas especies de *Peziza* (37) También se puede mencionar tres especies *Daldinia vernicosa*, *Thelephora palmata*, *Polyporus versicolor* y *Coprinus sp.* en el empleo de extracción de colorantes para usos tintoriales, obteniendo colores y tonalidades en todo el espectro visible (57).

Es posible que la civilización Maya conoció y utilizó los hongos adecuadamente en sus distintas propiedades como medicina, alimento, extractos de hule y extractos de colores en su vida diaria. Queda la inquietud para otros investigadores a realizar más estudios arqueológicos y fitoquímicos en la Reserva de la Biosfera Maya.

## 10. CONCLUSIONES

1. Las condiciones climatológicas sub-tropicales húmedas del Parque Nacional Tikal, permiten el crecimiento y desarrollo de hongos durante casi todo el año.
2. La mayoría de hongos recolectados en la reserva de la Biósfera Maya Tikal pertenecen al género *Polyporus*.
3. Se describen 20 nuevos registros para Guatemala .
4. Se describen 37 registros nuevos para el departamento de El Petén.
5. Se reportan 7 especies de hongos con propiedades medicinales.
6. Se describen 6 especies comestibles de hongos que crecen en Tikal.
7. Uno de los hongos que más se consume como fuente de alimento en el departamento de El Petén es *Schizophyllum commune*, el que fácilmente se encuentra en los mercados populares y es una comida típica de la región llamada "tziquin-che".

## 11. RECOMENDACIONES

1. Continuar realizando más estudios taxonómicos de hongos en otras regiones del país.
2. Dar a conocer las diferentes especies de hongos encontradas en Guatemala por medios audiovisuales y así contribuir con la educación ambiental.
3. Conservar y proteger la ecología en el departamento de El Petén, deteniendo la tala indiscriminada del bosque y la vigilancia de incendios forestales.
4. Proteger el Parque Nacional Tikal dado a la múltiple cantidad de turistas de todo el mundo que lo visitan y vigilar constantemente los incendios forestales que se producen en los alrededores para que esto no contribuya a la desaparición de la riqueza de macromicetos sin ser descritos aún.
5. Continuar con los estudios de hongos que crecen en el Parque Nacional Tikal con el fin de describir todas aquellas especies que no están descritas aún.
6. En el departamento de el Petén existen otras reservas ecológicas de suma importancia, en las cuales deberían describirse la vasta mycobiota existente.
7. El intercambio y comunicación con otras escuelas dentro de la Facultad y otras Universidades para estudiar la etnología, arqueología y su relación con los macromicetos.

## 12. REFERENCIAS

1. Secretaría General del Consejo Nacional de Planificación Económica Guatemala. Plan Regional de Desarrollo del Departamento de Petén 1984-1986. Guatemala. 1983. 33 p.
2. La Reserva de la Biósfera Maya Petén; Estudio técnico presentado para su consideración al "Consejo Nacional de Areas Protegidas de la Comisión Nacional del Medio Ambiente". Guatemala, 1989. 29 p.
3. Torres M. Utilización ritual de la flora psicotrópica en la cultura maya. 57-162 (En: Villatoro EM. Etnomedicina en Guatemala. Guatemala: Centro de Estudios Folklóricos, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1982). 507 p.
4. Guzmán G. El uso de los hongos de Mesoamérica. Ciencia y Desarrollo, México 1984; 59:18-26.
5. Lowy B. Un hongo de piedra preclásico de Mixco Viejo, Guatemala. Bol Soc Mex Mic 1968; 2:9-14.
6. Ohi K, Torres M. Piedras Hongo. Tokyo: Museo de Tabaco y Sal, 1994. 195 p.
7. Ainsworth & Bisby's. Dictionary of the Fungi. 6a ed. Commonwealth Mycological Institute, Kew Surrey, 1971. 663 p.
8. Sommerkamp Y. Estudio de los macromicetos del Biotopo Universitario "Licenciado Mario Dary Rivera" para la Conservación del Quetzal. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala,(Tesis de graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) 1984. 92 p.

9. Sommerkamp Y. Hongos comestibles en los mercados de Guatemala. Guatemala: DIGI, USAC. 1990. 68 p.
10. Mendaza R, Montoya G. Las setas. Manual práctico para el aficionado. Bilbao: Iberduero, 1981. 389 p.
11. Ville. C. Biología, 6a Edición. Edit. Interamericana, México, 1987. 803 p.
12. Aguilar MR. Estudio de los macromicetos encontrados en la Finca San Luis Departamento de Escuintla. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, (Tesis de graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) 1994. 64 p.
13. Dickinson CJ. The Encyclopedia of Mushrooms. Nueva York: G.P. Putnam's Sons, 1979. 280 p.
14. Lowy B. New records of mushrooms stones from Guatemala. Mycol 1971; 63:983-993.
15. Mercedes de la Garza. Los alucinógenos en la religión maya, Segundo Coloquio Internacional de Mayistas, Memorias. CEM- UNAM México, 1987. 1482 p.
16. de Borhegyi S. Miniature Mushroom Stones from Guatemala. American Antiquity, 26:4. 1961.
17. El Título de Totonicapán, Ed., transcripción y trad. de Robert M. Carmack y James Mondloch, UNAM, Instituto de Investigaciones Filológicas, Centro de Estudios Mayas de México 1983 (Serie de Fuentes para el Estudio de la Cultura Maya, 3); 190 p.
18. Popol Vuh, Las antiguas historias del Quiché, 9a ed., Adrián Recinos, Trad. Fondo de Cultura Económica, México. 1968. (Col. Popular, II): 126 p.
19. de la Garza M. Anales de los Cakchiqueles. Literatura Maya, Caracas. 1980. 138 p.

20. de Coto T. Thesaurus verborum, Vocabulario de la lengua cakchiquel. UNAM, Instituto de Investigaciones Filológicas, México. 1983. 276 p.
21. Furst P. Los alucinógenos y la cultura. Fondo de Cultura Económica. México. 1980. 145 p.
22. Lowy B. *Amanita muscaria* and the thunderbolt legend in Guatemala and México. Mycol 1974; 66:188-190.
23. Lowy B. Mushroom Symbolism in Maya Codices. Katunob... A New letter Bulletin on Mesoamerican Anthropology, Vol. IX No 4. 1977. 27 p.
24. Sommerkamp Y. Hongos tóxicos y alucinógenos de Guatemala. I Congreso Centroamericano y I Nacional de Micología, Memorias. Guatemala, 1992.
25. Sommerkamp Y, Guzmán G. Hongos de Guatemala, II. Especies depositadas en el herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Rev Mex Mic 1990; 6:179-197.
26. Sommerkamp Y, Logemann H. Detección e Identificación de los Hongos Comestibles y Tóxicos en Guatemala. Rev Cient 1989; 7:2-3.
27. Arqueta J. Estudio de los macromicetos en la ciudad de Guatemala, Mixco y San Juan Sacatepéquez. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, (Tesis de graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) 1984
28. Logemann H, et al. Intoxicación mortal por hongos en Guatemala. Rev Mex Mic 1987; 3:211-216.
29. Sommerkamp Y. Exposición Nacional de Hongos. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala. Rev Cient, 1989; 3:29-38.

30. Herrera K. Estudio etnomicológico en la región de Chipotón, Sacatepéquez. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, (Tesis de graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) 1991. 92 p.
31. Seymour J. Los hongos; La naturaleza. Armisen RM. Trad. Edit. Castell. España, 1989. 61p.
32. Alexopoulos C. Introducción a la Micología. Buenos Aires: Eudeba, 1964. 150 p.
33. Saenz C. Polen y Esporas; Introducción a la Palinología y Vocabulario Palinológico. Madrid: Blume, 1978. 255 p.
34. Guzmán G. Identificación de los hongos. México: Limusa, 1977. 87 p.
35. Largent DL. How to Identify Mushrooms to Genus I: Macroscopic Features. California: Mad River Press, 1977. 155 p.
36. Edmund Garnweidner. Setas, Gran guía de la naturaleza. 5a ed. Martínez E, de Quirós B, Trad. Imp. España: Edit. Everest. 1991. 263 p.
37. Salvador Acosta Cartellanos. Contribución al conocimiento florístico y ecológico de los macromicetos del sur de Zacatecas. México: Instituto Politécnico Nacional, (Tesis de graduación, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas) 1982. 85 p.
38. Evans RS, Hofmann A. Plantas de los dioses. Origenes de los alucinógenos. Blanco A, Guzmán G. Trad. México: Fondo de Cultura Económica, 1982. 192 p.
39. Lincoff G. Toxic and Hallucinogenic Mushroom Poisoning. Nueva York: Litton Educational Publishing, 1977. 357 p.
40. Salvador FJ, Ucan EE. Nombres usados por los Mayas para designar a la vegetación. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, Xalapa, Veracruz. 1983. 30 p.

41. Sommerkamp Y. Los hongos macromicetos en la Medicina Biológica. Rev Polimédica IGSS. 1995; 3:7-8
42. I Congreso Centroamericano y Nacional de Micología. Micorrizas. Memorias. Guatemala. 1992. 163 p.
43. Pérez Silva E. Como coleccionar y conservar hongos. México, Jardín Botánico de UNAM, 1976. 4 p.
44. Cooper JD. Abbott JC. Close-up Photography and Copying. Nueva York: The Nikon Handbook Series, 1979. 128 p.
45. Guzmán G. Identificación de los hongos comestibles, venenosos y alucinógenos. México: Limusa, 1979. 452 p.
46. Largent D, Johnson D, Wtlinay R. How to Identify Mushrooms to Genus III : Microscopic Features. California: Mad River Press, 1977. 178 p.
47. IDAEH. Proyecto Nacional Tikal; Términos de Referencia. Guatemala: Instituto de Antropología e Historia, 1978. 64 p.
48. Holdridge L. Ecología. San José: IICA, 1978. 75 p.
49. Folleto del Departamento de Ecología y Ciencias Ambientales. Sistema de zonas de vida. USAC. 1991. 75 p.
50. Smith FB. The Birds of Tikal. Nueva York: The Natural History Press, 1966. 350 p.
51. De la Cruz J. Clasificación de zonas de vida en Guatemala. Guatemala: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, 1976. 423 p.
52. Bennett D, Humphries D. Introducción a la ecología de campo. 2a ed. España: Rosario, 1978. 325 p.

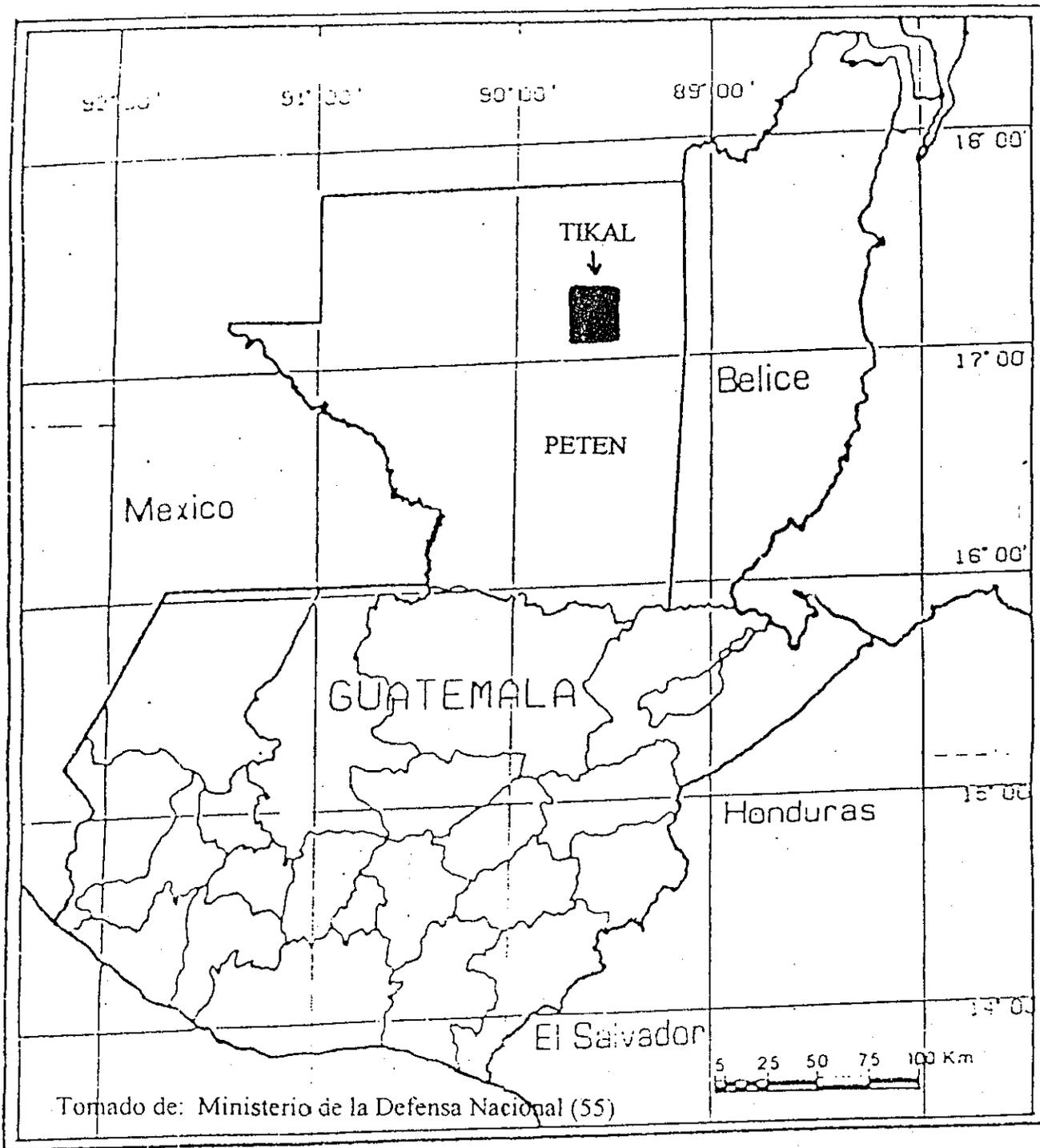
53. Rodríguez Tarrés R. Manual de técnicas de gestión de vida silvestre. 4a ed. Orejas MB, Fontes RA, Trad. USA: The Wildlife Society, 1987. 295 p.
54. López JF. Manual de Ecología. México: Trillas, 1989. 266 p.
55. Ministerio de la Defensa Nacional, Instituto Geográfico Militar. Mapa de Guatemala y Tikal. 1984
56. Pacioni G. Simon & Schuster's. Guide to Mushrooms. Nueva York: Simon & Schuster, 1981. 511 p.
57. Miriam Rice, Dorothy Beebee. Mushrooms For Color. Typeset and Printed by Eureka Printing Company, Inc. Eureka, California, 1980. 146 p.

### 13. ANEXOS

ANEXO 1

FIGURA 1

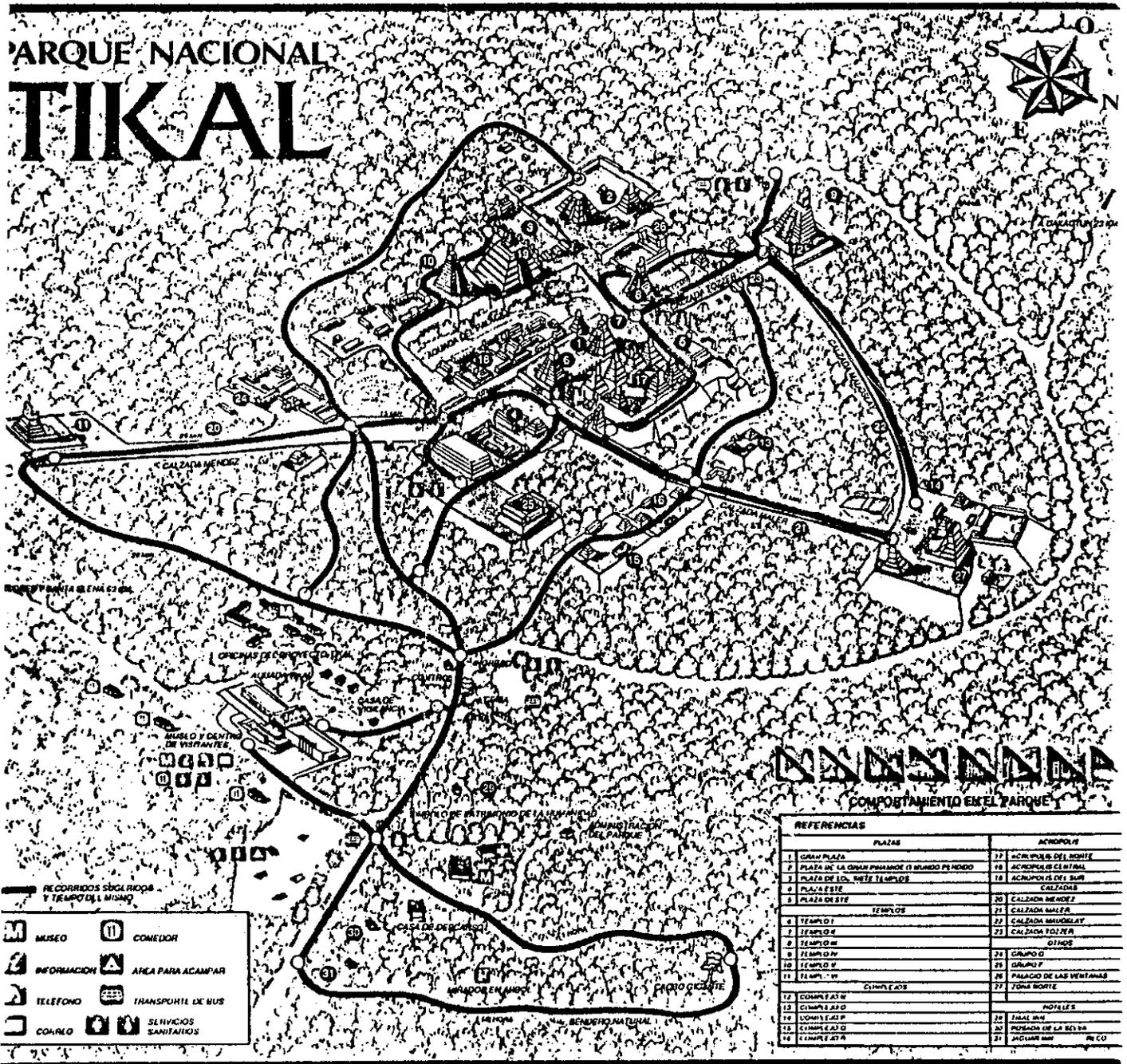
MAPA DE GUATEMALA Y UBICACIÓN DEL ÁREA QUE OCUPA EL PARQUE NACIONAL TIKAL



ANEXO 2

FIGURA 2

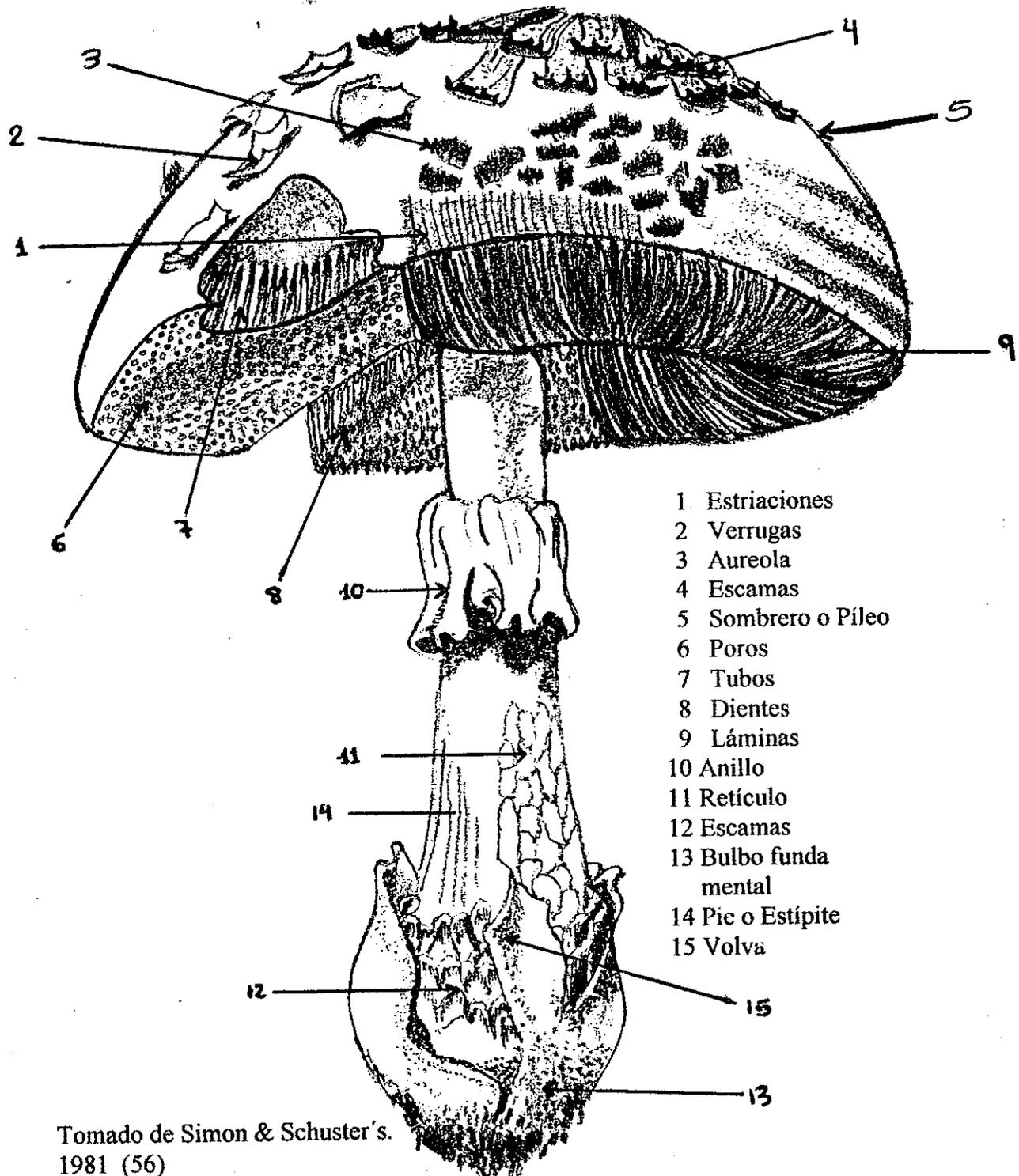
AREA DE MUESTREO (55)



## ANEXO 3

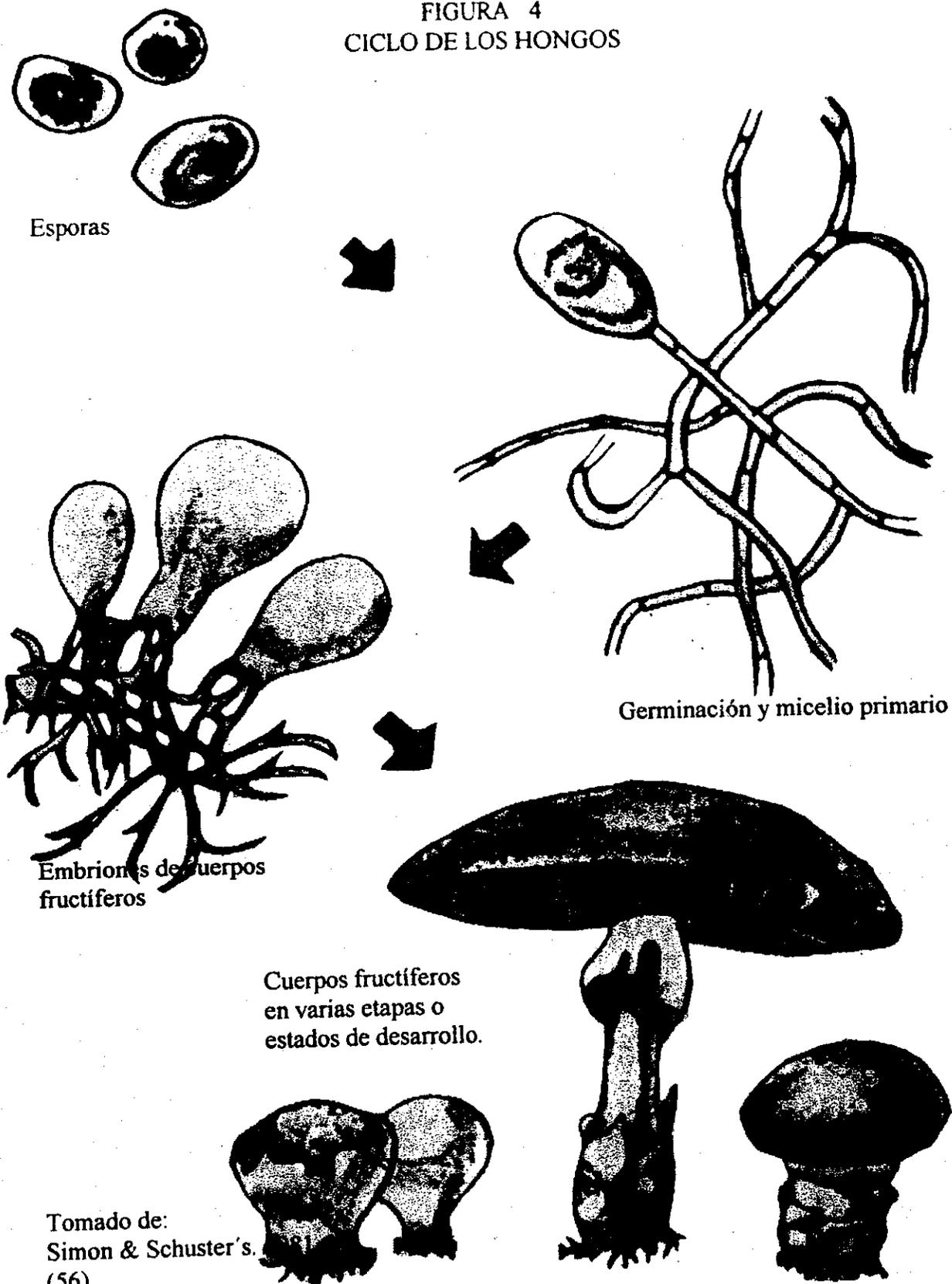
## FIGURA 3

## ESTRUCTURA GENERAL DE UN HONGO



Tomado de Simon & Schuster's.  
 1981 (56)

ANEXO 4  
FIGURA 4  
CICLO DE LOS HONGOS

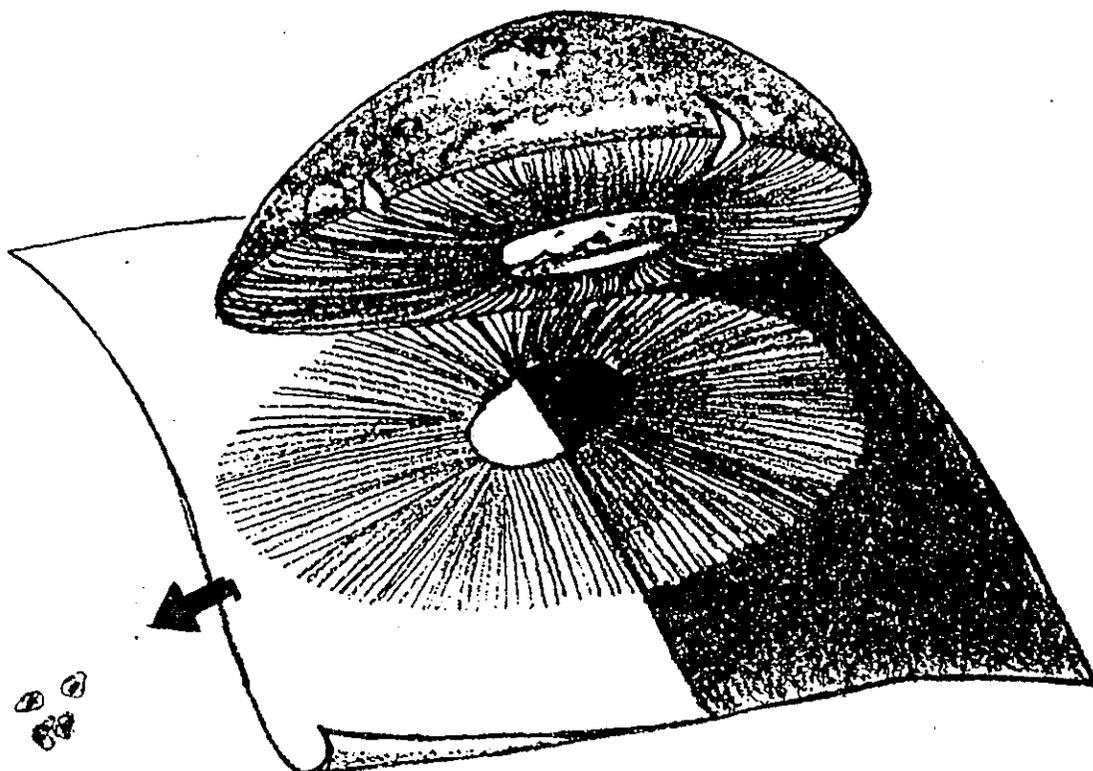


Tomado de:  
Simon & Schuster's. (1981)  
(56)

## ANEXO 5

## FIGURA 5

## METODO DE OBTENCIÓN Y OBSERVACIÓN DE ESPORAS



Tomado de Simon & Shuster's, 1981 (56)

Para obtener la esporada de un hongo, se corta el pie de éste si es que tiene y se coloca la parte superior o sombrero sobre una hoja de papel durante unas 8 horas; al cabo de este tiempo, se levanta el sombrero y se encuentra depositada sobre el papel una gran masa de esporas a manera de polvo muy fino, la cual puede ser negra, rosada, café, amarillenta o blanca. Este dato es muy importante, sobre todo en los hongos que tienen láminas debajo del sombrero. El color de las esporas es básico para la identificación de muchos hongos. Algunas veces y con ciertas reservas, el color de láminas del sombrero del hongo, puede ser el de las esporas, aunque no siempre (33).

## ANEXO 6

## FIGURA 6

## FICHA DE RECOLECCION DE HONGOS

1. Nombre del colector:
2. Fecha de recolección:
3. Datos ecológicos:
  - a. Localidad:
  - b. Tipo de hábitat:
  - c. Sustrato en el que crece:
  - d. Altitud a la que se encuentra:
  - e. Relación con plantas superiores:
4. Caracteres macroscópicos:
  - a. Forma y textura del cuerpo fructífero y de cada una de sus partes:
  - b. Presencia de cualquier estructura o característica en las partes que forman el cuerpo fructífero:
  - c. Color de cada una de las partes del cuerpo:
  - d. Cambio de color en cualquiera de las partes, al cortarse un trocito del cuerpo:
  - e. Presencia y color del jugo lechoso o látex al cortarse el hongo:
  - f. Olor:
  - g. Sabor:
  - h. Tamaño:
  - i. Tipo de crecimiento (solitario o gregario) (30-31):

## ANEXO 7

## FIGURA 7

## ETIQUETA DE HERBARIO

HERBARIO DE HONGOS  
LM-CCQQ/USAC  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

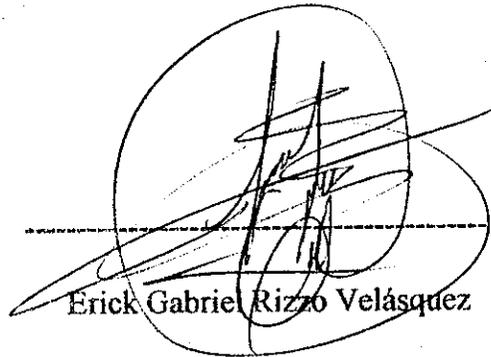
Nombre del hongo- Autores que lo describieron	
Nombre popular	
Lugar de colecta o localidad	
Fecha	
• Hábitat	
• Importancia económica o alimenticia	
Colector	
Determinación	No

## 14. GLOSARIO

- **Anillo:** estructura en forma de cortina que cuelga en la parte superior del estípite. Se forma por el desgarramiento del velo parcial, envoltura que cubre el himenio en estado juvenil del hongo.
- **Ascas:** saco elongado conformado por células membranosas, el cual contiene un número definido de esporas sexuales llamadas ascosporas.
- **Ascocarpo:** cuerpo fructífero de los ascomicetos; contiene las ascas, donde se producen las esporas.
- **Ascomycete:** se distingue por presentar una estructura semejante a un saco elongado, formado por células membranosas llamadas basidios.
- **Basidios:** cuerpo esporoprodutor a partir del cual se producen cuerpos fructíferos altamente organizados llamados basidiocarpos.
- **Basidiomycete:** producen sus especializados cuerpos esporo-productores o basidios en cuerpos fructíferos altamente organizados llamados basidiocarpos.
- **Carpóforo:** aparato reproductor de los hongos.
- **Contexto:** parte interna del hongo, comúnmente llamada carne.
- **Cuerpo fructífero:** cuerpo reproductor del hongo, el cual nace del micelio, que crece en el suelo o sustrato.
- **Diente:** estructura que se prolonga desde el himenio del hongo.
- **Espora:** estructura prolongadora, producida por la mayoría de los hongos, sirven para la producción de nuevos individuos de la misma especie.
- **Esporada:** conjunto de esporas desprendidas por el himenio del hongo.

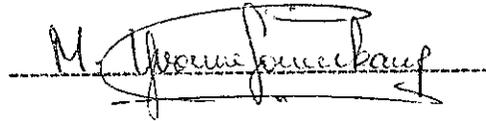
- **Estípite:** parte que sostiene el pileo de los hongos; comúnmente conocido como pie.
- **Estroma:** estructura somática compacta sobre el que generalmente se forman las fructificaciones.
- **Filogenia:** historia de la evolución de un grupo de organismos.
- **Himenio:** superficie fértil de un hongo; corresponde a la parte del cuerpo fructífero que produce esporas.
- **Lámina:** cada tabique delgado situado en la parte inferior del pileo, en donde se encuentra el himenio.
- **Látex:** líquido de consistencia lechosa secretado por algunos hongos.
- **Micelio:** Conjunto de filamentos que crece en el suelo o sustrato como una masa algodonosa, produciendo los cuerpos fructíferos; constituye el verdadero hongo.
- **Macromiceto:** Hongo superior que puede observarse a simple vista.
- **Micofagia:** comer hongos.
- **Micología:** ciencia que estudia los hongos.
- **Mycobiota:** el conjunto de hongos que componen una región natural específica.
- **Myxomyte:** clase de hongos que se distingue porque en el periodo puramente vegetativo forma masas protoplásmicas pero sin clorofila.
- **Pileo:** parte superior del cuerpo del hongo; comúnmente es conocido como sombrero.
- **Pie:** nombre equivalente para estípite.
- **Poro:** orificio en el que termina un tubo que conforma el himenio de los hongos poráceos.
- **Sombrero:** nombre equivalente para pileo.

- **Velo parcial:** envoltura que cubre el himenio en el estado juvenil del hongo.
- **Velo universal:** envoltura que cubre todo el cuerpo fructífero en los estados juveniles.
- **Volva:** estructura que se encuentra en la base del estípite de algunos hongos y representa los restos del velo universal, envoltura que cubre todo el cuerpo fructífero en los estados juveniles.

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and lines, positioned above a horizontal dashed line.

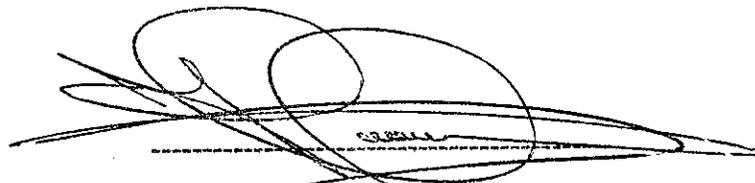
Erick Gabriel Rizzo Velásquez

Tesista

A handwritten signature in black ink, written in a cursive style, positioned above a horizontal dashed line.

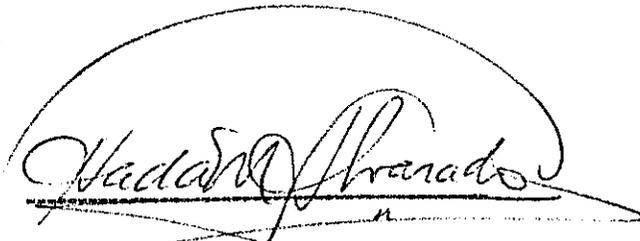
Madre Licda. Yvonne Sommerkamp, OMSB

Asesora

A handwritten signature in black ink, featuring large, sweeping loops, positioned above a horizontal dashed line.

Licda. Heidi Elke Logemann Lima

Directora

A handwritten signature in black ink, written in a cursive style, positioned above a horizontal dashed line.

Licda. Hada Marieta Alvarado Beteta

Decana

