

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

**INFORME FINAL DE LA PRÁCTICA DE EDC
UNIDAD DE BIODIVERSIDAD, APROVECHAMIENTO Y
TECNOLOGÍA DE HONGOS
Julio 2004-Julio 2005**

Carmen Regina Álvarez Hernández
Supervisor: Licda. Eunice Enríquez
Asesor Institucional: Lic. Osberth Morales Esquivel

Vo.Bo. Asesor Institucional

INDICE

INTRODUCCIÓN	2
CUADRO DE RESUMEN DE ACTIVIDADES	2
ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE LA PRÁCTICA	
ACTIVIDADES DE SERVICIO	3
ACTIVIDADES DE DOCENCIA	6
ACTIVIDADES NO PLANIFICADAS	9
ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN	10
RESUMEN DE INVESTIGACIÓN	13
ANEXOS	14

INTRODUCCIÓN

La práctica de EDC se realizó en la Unidad de Biodiversidad, Aprovechamiento y Tecnología de Hongos. La duración de la práctica fue de 1,040 horas, durante el período comprendido entre julio del 2004 a julio del 2005, distribuidas en servicio, docencia e investigación.

La docencia consistió en cuatro actividades: Inóculo de cepas de hongos saprófitos comestibles, taxonomía de hongos, elaboración de un trifoliar sobre el cultivo de cepas de hongos comestibles y dar capacitación a campesinos sobre el cultivo de hongos comestibles.

El servicio consistió en tres actividades; una obligatoria (60 horas), en la cual se prestó servicio al herbario BIGU. Las otras dos actividades de servicio se realizaron en la unidad de práctica mencionada al principio; una consistió en curar los hongos secos de la Micoteca “Lic. Rubén Mayorga Peralta” y la otra se realizó en el cepario.

En la investigación, se trabajaron con los especímenes secos de los hongos *Morchella* y *Helvella* de la Micoteca “Lic. Rubén Mayorga Peralta” de los años del 2003 al 2004. Los objetivos de dicha investigación fueron: Realizar una revisión taxonómica de las especies de los géneros *Morchella* y *Helvella* de la Micoteca, elaborar un listado de géneros para Guatemala basado en las colectas de la micoteca y realizar una clave dicotómica basada en los géneros de *Helvella* de la micoteca.

CUADRO DE RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES DE EDC

Programa Universitario	Nombre de la actividad	Fecha de la actividad	Horas EDC ejecutadas
A. Servicio	• Curadora adjunta de la Micoteca	Enero-Marzo	69
	• Cepario	Enero-Julio	50
	• Herbario BIGU	Sept-Octubre	60
B. Docencia	• Taxonomía	Agosto-Sept	40
	• Inóculo	Toda la práctic	160
	• Congreso Multidisciplinario EDC	Septiembre	12
	• Taller de Veterinaria	Septiembre	20
	• Trifoliar	Agosto-Sept	12
	• Capacitación	Febrero	48
C. Investigación	• Revisión taxonómica de los géneros de hongos <i>Morchella</i> y <i>Helvella</i> de la Micoteca “Lic. Rubén Mayorga Peralta”	Noviembre-Julio	275

ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE LA PRÁCTICA DE EDC

1. ACTIVIDADES DE SERVICIO

1.1. Actividad No.1: Herbario BIGU

A) Objetivos: Que el estudiante preste servicio a las instalaciones del herbario BIGU. Mantener en buenas condiciones los ejemplares de diversas familias de plantas que se encuentran en el herbario BIGU. Realizar un inventario de las especies que se encuentran dentro del herbario BIGU. Ingresar a la base de datos las especies de plantas que ingresan por primera vez al herbario.

B) Procedimiento: Se les cambió de camisa a los ejemplares que tenían papel periódico o que las camisas estaban en malas condiciones. Cada ejemplar de los armarios se ordenó alfabéticamente y si había una planta sin especie, se colocaba hasta arriba del género perteneciente. Los duplicados que se encontraron en los armarios se sacaban y se colocaban en un nuevo armario de duplicados. Los duplicados se ordenaban en grupos de cinco (a, b, c, d y e) y al obtener 50 ejemplares en cada grupo, se empacaban en papel periódico y se guardaban; para intercambiar con otros herbarios. Los ejemplares que ya habían sido identificados e ingresados a la base de datos, se sellaban e intercalaban en su respectivo armario. Cada especie que iba a ser ingresada al herbario, se ingresaba en un libro de inventario, colocando su respectivo nombre científico, colector, fecha y lugar de colecta y número de inventario. Se realizó un inventario de todas las especies del herbario. Se ingresó a la base de datos los especímenes de líquenes y helechos, para que fueran intercalados dentro de su respectivo armario. Tuve participación en algunos cursos de taxonomía y morfología botánica impartidos por el Ing. Mario Véliz; en los cuales, el ingeniero explicó las diferentes familias de Asteridae, en qué se diferenciaban entre las familias, cuáles eran las características distintivas de cada una, etc.

En total, se intercalaron aproximadamente 200 ejemplares; se ingresaron a la base de datos aproximadamente 100 ejemplares; se inventariaron aproximadamente 75 ejemplares; se hicieron aproximadamente 15 paquetes de duplicados; se descubrió que el herbario posee más de 8,200 especies y se ordenaron aproximadamente 5 armarios.

C) Resultados: Reconocer características importantes que distinguen a diferentes familias; como por ejemplo: tipo de hoja, inflorescencia, fruto, etc., en el momento en el que uno arregla los armarios y observa cada ejemplar. Conocer las diferentes características de las familias de Asteridae. Arreglar los armarios y ordenar los ejemplares correctamente. Conocer la riqueza de especies del herbario BIGU.

D) Limitaciones: Ninguna

1.2. Actividad No.2: Curadora adjunta de la Micoteca

A) Objetivos: Mantener en buen estado los ejemplares de los macrohongos de la Micoteca “Lic. Rubén Mayorga Peralta” que se encuentran infectados por insectos. Actualizar la base de datos de la Micoteca.

B) Procedimiento: Se revisaron los ejemplares de los años 1,998 y parte del 2,000 observando si estaban apolillados o contaminados con cualquier otro tipo de insectos. Los ejemplares contaminados se colocaron en una incubadora de LAMIR a -70 C por tres días, junto con sus respectivas descripciones. A los tres días, los ejemplares se colocaban dentro de una secadora por tres días. Cuando los ejemplares eran sacados de la secadora, se les colocaba dentro de una nueva bolsa debidamente identificada (nombre científico, número de referencia y fecha de colecta). En una lista se iba colocando el nombre científico del hongo, número de referencia, lugar y fecha de colecta, tipo de vegetación. Con esta información se procedió a actualizar la base de datos. Los ejemplares que no tenían referencia se les asignó el número correspondiente al año que fueron colectados. Los ejemplares que se encontraron completamente destruidos fueron desechados y únicamente se colocaron sus respectivas descripciones en una bolsa debidamente identificada.

C) Resultados: Conocer las características de algunos grupos de hongos; ya que había que revisarlos detenidamente para observar algún tipo de contaminación.

D) Limitaciones: La incubadora de LAMIR se arruinó.

1.3. Actividad No. 3: Elaboración del diagnóstico de la Unidad de Práctica

A) Objetivos: Dar a conocer la Unidad de Práctica; sus objetivos, funciones, líneas de investigación y proyectos.

B) Procedimiento: Se buscó información de la Unidad de Práctica en el Instituto de Investigación, Edificio T-13, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC; en el cual me entregaron un documento de constitución de la Unidad de Biodiversidad, Aprovechamiento y Tecnología de Hongos. En dicho documento explican ampliamente qué es la Unidad de Investigación, cuáles son sus objetivos, fines, visión, etc. Se consultó con el Lic. Osberth Morales para preguntar sobre cuáles eran los proyectos en los que trabajan y cómo estaba organizada la Unidad de Práctica (organigrama). Adjuntando toda la información, se procedió a elaborar el diagnóstico de la Unidad de Práctica.

C) Resultados: Conocer las funciones de la Unidad de Práctica y su relación con la carrera de Biología.

D) Limitaciones: Ninguna

1.4. Actividad No.4: Elaboración del Plan de Trabajo

A) Objetivos: Planificar las actividades de docencia, servicio e investigación que se realizarán durante la práctica de EDC.

B) Procedimiento: Se platicó con el Lic. Osberth Morales, de cuáles podrían ser las actividades de servicio y docencia que podía realizar en la Unidad de Práctica. Surgieron dos actividades de servicio: una de curadora adjunta de la Micoteca y otra de cepario. Dentro de las actividades de docencia, se encuentran: la preparación de inóculo, taxonomía de hongos, programa de capacitación, participación en una gira de campo y la elaboración de un trifoliar. Con las actividades anteriormente mencionadas, se procedió a planificar cada una, con su

respectivo tiempo y fecha de elaboración; tomando en cuenta las horas de la investigación y las horas obligatorias en el herbario BIGU.

D) Limitaciones: Ninguna

1.5. Actividad No.5: Cepario

A) Objetivos: Proteger el germoplasma fúngico de las especies de hongos de Guatemala.

B) Procedimiento: El día 21 de abril se realizó el medio de cultivo en uno de los laboratorios de Microbiología. Primero, se pesaron 39gramos de agar PDA y se añadieron a 500ml de agua destilada hirviendo, luego se agregaron otros 500ml de agua destilada fría y se movió hasta que se disolviera el agar. El agar se dejó en la estufa y se movió constantemente con un agitador de vidrio para que no se pegara. Cuando el medio empezó a ponerse más transparente e hirviera, entonces se quitó de la estufa y se trasvasó el medio a beackers de 500ml. Los beackers se llenaron hasta los 350ml aproximadamente, se taparon con papel aluminio y papel kraft, y luego se amarró la boquilla con un cordón. Los beackers se colocaron en la autoclave por 15 minutos. El medio de cultivo se trasvasó a cajas de petri, procurando que el agar no estuviera muy caliente y se dejó dentro de la campana de flujo laminar del LAMIR. Este procedimiento se realizó para obtener medio de cultivo en cajas de petri.

El día 22 de abril, se realizó medio de cultivo en tubos de ensayo con rosca, se realizó el mismo procedimiento, pero el medio de cultivo hervido no se trasvasa a los beackers, sino que directamente se cooca dentro de los tubos de ensayo utilizando una jeringa. Los tubos de ensayo se llenaron aproximadamente con 8ml del medio. Luego se colocaron dentro de una canasta de metal y se introdujeron dentro del autoclave por 15 minutos, procurando que los tubos estuvieran semicerrados. Cuando los tubos se sacaron del autoclave, se colocaron recostados sobre una vara de madera y cerrados para que no se contaminaran.

El viernes 22 también se esterilizaron pipetas para cortar trocitos de agar que serían inoculados en el medio de cultivo. Las pipetas se envolvieron dentro de tiras de papel, procurando que estuvieran bien sellados. Luego se colocaron dentro de un sobre de papel kraft y se dejaron en el autoclave por 15 minutos.

En la campana de flujo laminar de LAMIR; el día 25 de abril se trabajaron las cepas: 112.02, 52.03, 70.03, 144.04, 6.03 y 267.04. De las primeras cinco cepas se trabajaron 5 tubos de ensayo y 3 cajas de petri. Con la boquilla más ancha de las pipetas se realizaron trozos pequeños de agar. Cada trozo fue colocado con la punta de las asas de nicromo dentro de los tubos de ensayo y no se cerró por completo para que el hongo pueda respirar. Los trozos de agar también fueron colocados dentro de las cajas de petri. Tanto las cajas de petri, como los tubos de ensayo se identificaron con el número de cepa, fecha y medio (PDA). Con la cepa 267.04 se cultivaron sólo 10 cajas de petri, pero de éstas ninguna produjo micelio.

El día 26 de abril se llenaron 25 tubos pequeños de vidrio con agua destilada (2-3ml), se colocaron semicerrados dentro de una canasta de metal y se introdujeron en el autoclave por 15 minutos.

El día 27 de abril se trabajó en la campana de flujo laminar de LAMIR. Se trabajaron las cepas: 112.02, 107.01, 70.03 y 52.03. De cada cepa se trabajaron 3 cajas de petri y 5 tubos con agua estéril. Con la boquilla más ancha de las pipetas se realizaron pequeños trozos de agar. Con el asa de nicromo se colocaron los trozos en las cajas de petri. En los tubos con agua estéril se colocaron 5 trozos de agar.

C) Resultados: Proteger el germoplasma fúngico de las cepas de hongos comestibles de Guatemala. Conocer y dominar la técnica de preparación de medio cultivo e inoculación.

D) Limitaciones: Ninguna

2. ACTIVIDADES DE DOCENCIA

2.1. Actividad No.1: Preparación de inóculo

A) Objetivos: Conocer y dominar la técnica para la preparación del material de inóculo de hongos saprófitos comestibles. Producir inóculo para la obtención de cuerpos fructíferos de hongos saprófitos comestibles.

B) Procedimiento: Dicha docencia fue impartida por el Br. Roberto Cáceres Staackmann y se llevó a cabo en LAMIR o en el laboratorio de Micología, Escuela de Química Biología. Tuvo una duración de 160 horas, trabajando al menos cuatro días de la semana, desde las 9:00 hasta las 1:00.

El procedimiento consta de tres etapas: la preparación de la semilla, el empaquetado y autoclaveado de la semilla e, inoculación de las cepas de hongos en el maicillo. Primero, se lava el maicillo y se deja en un recipiente con agua hasta que desprenda un olor dulce (12-14 horas); ya que después de esas horas, el maicillo puede fermentarse, creando un ambiente propicio para otros microorganismos. Luego, se coloca en un cedazo o colador para que escurra el agua. Después, el material se pone a secar sobre papel hasta que ya no se pegue a las manos; procurando que el maicillo no esté muy húmedo para evitar que crezcan otros hongos, ni muy seco para que el hongo tenga la suficiente humedad para crecer.

Cuando el sustrato está seco se pesan 200-230gramos del maicillo en bolsas de polipapel. Las bolsas se empaquetan en forma de tamalitos y se envuelven con papel kraft. Los paquetes ya preparados, se ponen a esterilizar por 30min aproximadamente en un autoclave a 100 C. Cuando los paquetes ya están fríos, se prosigue a inocular las cepas de los hongos; las cuales se encuentran en cajas de petri con agar PDA.

El procedimiento de inoculación se realizó en la campana de flujo laminar con rayos UV de LAMIR o en la campana de flujo laminar del laboratorio de Micología, cuidando que todo el material esté debidamente esterilizado con alcohol al 75%. El agar se corta en cuadritos de 1x1 o 2x2 utilizando la punta de una asa de nicromo y luego se insertan de cuatro a cinco cuadros en las bolsas que contienen el sustrato, cuidando que los cuadritos de agar queden bien distribuidos por todo el sustrato.

Las bolsas se envuelven nuevamente y se anota la fecha y número de cepa. Los paquetes ya inoculados se colocan en una incubadora a 26 C y hay que esperar a que el micelio invada el sustrato y se ponga completamente blanco.

Para que las cepas no se destruyeran por completo, se procedió a cultivar el micelio de los hongos que se utilizaron el proceso de inóculo (el mismo día que se inoculó la semilla). Se cortaban con el asa de nicromo cuadritos muy pequeños que se colocaban en una nueva caja de petri con agar PDA recién elaborado, para que el micelio creciera y así poder utilizarlo en otros procesos de inóculo.

Se trabajaron con tres cepas de *Pleurotus* (144.04, 70.03 y 107.01), se inocularon en total más de 500 paquetes y se cultivaron aproximadamente 25 cajas de petri con cepas de *Pleurotus*.

C) Resultados: Dominar la técnica de preparación de inóculo de cepas de *Pleurotus* en maicillo.

D) Limitaciones: Ninguna

2.2. Actividad No.2: Taxonomía de hongos.

A) Objetivos: Aprender sobre la taxonomía actual de hongos. Reconocer las características macro y microscópicas de los hongos para su identificación. Realizar las descripciones correctas para la clasificación de los hongos.

B) Procedimiento: Dicha docencia fue impartida por el Lic. Osberth Morales y se trabajó en el laboratorio de Micología de la Escuela de Química Biológica. Tuvo una duración de 40 horas.

Se realizaron cortes longitudinales de las laminillas de los hongos (en KOH al 5% y floxina al 1%) de la Micoteca y se observaron las características principales como: basidios, basidiosporas, basidiolos, trama lameral, etc.). Así mismo, se realizó un raspado de las laminillas de los hongos y se observó la forma de las esporas (tamaño, espículas, papila apical, etc) en KOH al 5%. Las medidas de las esporas se realizaron en un microscopio a 40x y se midieron 25 esporas de cada uno y se les sacó el promedio. Las mediciones y descripciones se apuntaron en un cuaderno; al igual que la referencia y el nombre científico. Se trabajaron con las especies del género *Lactarius* (25 ejemplares).

Se trabajó con los hongos que se colectaron en el Cerro Alux. Se colectaron cinco ejemplares de discomycetes y se llevaron al laboratorio de Microbiología para realizar las descripciones macroscópicas y luego se hicieron cortes transversales para observar las estructuras microscópicas (ascas, ascosporas, opérculo de las ascas, etc.) que son importantes para su taxonomía. Las descripciones también fueron anotadas en el cuaderno. Todos los cortes fueron fijados con reactivo de Melzer; ya que si se utiliza KOH, éste puede disolver las espículas u otras estructuras de las esporas.

C) Resultados: Conocer las características microscópicas que son importantes para la taxonomía de los hongos. Dominar la técnica de los cortes de las láminas de los hongos para observar su microscopía.

D) Limitaciones: Ninguna

2.3. Actividad No.3: Elaboración de un trifoliar sobre la preparación de inóculo de cepas de hongos saprófitos comestibles.

A) Objetivos: Dar a conocer qué hongos son los más cultivados y vendidos a las comunidades rurales. Dar a conocer los medios biológicos, físico-químicos y económicos que se utilizan en la elaboración del cultivo de hongos comestibles en Guatemala.

B) Procedimiento: Primero se buscó información que podría servir como base teórica en el trifoliar. Luego se realizó un bosquejo, sobre la información y en Internet se buscó información y fotografías que ayudaran en la elaboración del trifoliar.

C) Resultados: Dar a conocer qué hongos son los más cultivados y vendidos a las comunidades rurales. Dar a conocer los medios biológicos, físico-químicos y económicos que se utilizan en la elaboración del cultivo de hongos comestibles en Guatemala.

D) Limitaciones: Falta de cámara fotográfica.

2.4. Actividad No.4: Participación en un taller de capacitación para el cultivo de hongos comestibles.

A) Objetivos: Transferir tecnología sobre el aprovechamiento de los recursos fúngicos a las comunidades de Aguacatán, Huehuetenango.

B) Procedimiento: La capacitación se llevó a cabo en la aldea Joya Hermosa de las Tres Cruces, Huehuetenango, durante los días 23, 24 y 25 de febrero. Fue impartida junto con el Lic. Osberth Morales. Participaron aproximadamente 26 personas de distintas aldeas de Aguacatán. El primer día, el Lic. Osberth Morales dio una plática sobre los fundamentos principales del cultivo de hongos comestibles; por ejemplo: tipo de sustrato que se debe utilizar según el tipo de hongo que se cultive, cuánto tiempo de debe dejar en remojo, cómo pasteurizar el sustrato, reglas higiénicas, cantidad de semilla que se debe utilizar y la forma en que se debe mezclar con el sustrato, cómo se debe incubar, etc. Se trabajaron con dos cepas de *Pleurotus* (*P. levis* y *P. ostreatus*).

El miércoles en la noche se procedió a picar el sustrato con el fin de que le sea más fácil al hongo absorber los nutrientes del sustrato. Con la ayuda de un machete, las mujeres picaron la paja de maíz, ya que no había suficiente sustrato para trabajar. Parte de la paja de maíz se mezcló con los trozos de elote picados que habían llevado algunos campesinos. El sustrato se colocó dentro de bolsas de manta y se amarraron fuertemente. Para pasteurizar el sustrato, las bolsas se dejaron en remojo en agua con cal (3onz.cal/5gal.agua) durante toda la noche (aproximadamente de 12-14horas). Al día siguiente se les enseñó el método de pasteurización por medio de agua hirviendo. Ya que en el lugar había escasez de agua, se tuvo que utilizar el agua con cal que se utilizó en la noche. El sustrato que no se remojó durante la noche, se colocó en el agua con cal hirviendo por 30 minutos. Cuando el sustrato se enfrió se procedió a enseñarles la técnica del cultivo de la semilla de *Pleurotus* en los distintos tipos de sustratos. Primero, se limpió con alcohol la mesa en la que se trabajó y cada persona se limpió con alcohol las manos para evitar cualquier tipo de contaminación. En bolsas de una arroba, se coloca primero una pequeña capa de semilla, luego se tapa con una capa de sustrato y se vuelve a colocar una pequeña capa de semilla

(procurando que se disperse bien) y, así sucesivamente hasta llenar por completo la bolsa. Hay que procurar que se utilice únicamente la mitad de la bolsa de la semilla para una bolsa de sustrato. Las bolsas se cierran con un nudo y se les coloca el nombre del hongo y el tipo de método que se utilizó para pasteurizar. Finalmente se les entregó una bolsa de sustrato ya cultivada a un representante de cada aldea de Aguacatán y se les indicó que se deben dejar en un lugar oscuro y donde los animales no se los puedan comer y, a los tres días se les deben hacer pequeñas aberturas a las bolsas con un gillette o cualquier objeto previamente desinfectado para que el hongo pueda respirar. También se les indicó que cuando el sustrato esté completamente blanco, éste debe colocarse a la luz y debe regarse cuatro a cinco veces diarias para que el hongo no se muera y pueda crecer.

C) Resultados: Tecnificar a los campesinos de las aldeas de Aguacatán, Huehuetenango sobre el cultivo de *Pleurotus* en distintos sustratos.

D) Limitaciones: Falta de agua en la aldea.

3. ACTIVIDADES NO PLANIFICADAS

3.1. Actividad No.1: I Congreso Multidisciplinario del Programa de EDC.

A) Objetivos: Dar a conocer la importancia de la investigación en los estudiantes de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

B) Procedimiento: Dicha actividad se llevó a cabo en el Colegio de Profesionales, zona 15, durante los días 1, 2 y 3 de septiembre de 2004. El primer día se realizó la inauguración y conferencias sobre la proyección social de los profesionales de la Facultad y cómo nos vemos afectados por el TLC. El segundo día, nos dieron conferencias sobre la importancia de la investigación y algunos estudiantes que ya realizaron su EDC nos expusieron su tema de investigación en la práctica. El último día, nos hablaron sobre manejo de desastres, la situación de nuestro medio ambiente en las áreas protegidas de Guatemala y la clausura de la actividad con la participación artística de algunos estudiantes.

C) Resultados: Conocer la importancia de la investigación en Biología, al igual que en otras carreras.

D) Limitaciones: Ninguna

3.2. Actividad No.1: Participación en el II Seminario Taller y I Congreso Internacional sobre Etnoveterinaria, Etnozootecnia y Ciencias Afines.

A) Objetivos: Conocer el uso y la importancia de la medicina tradicional en la Medicina Veterinaria. Conocer el procedimiento que se utiliza para la elaboración de productos herbolarios en el área rural. Conocer el procedimiento que se utiliza para el control de calidad del material vegetal que se promociona en los centros naturistas.

B) Procedimiento: Se participó en la conferencia impartida por varios invitados que hablaron sobre la importancia de la Etnoveterinaria y la diferencia de ésta con la Etnozootecnia. Se participó en el Taller "Control de calidad del material vegetal" impartido por personal de Farmaya, donde se explicó el procedimiento que utilizan para elaborar un

control de calidad del material vegetal que se vende en los centros naturistas. Los expositores explicaron la manera en que se revisa el material vegetal para observar si el material que se vende es el correcto o si está limpio. Luego se realiza un análisis microbiológico para determinar si el material vegetal contiene bacterias coniformes totales (en caldo lactosado), coniformes fecales (en bilis verde brillante) o si contiene *E. coli*.

Se realizó una visita por el Bioterio de la Facultad de Farmacia para observar cómo utilizan las ratas para comprobar las propiedades farmacológicas de las plantas. También se realizó una visita al Vivero de Plantas Medicinales de la Facultad de Agronomía para observar cómo cultivan las plantas medicinales que comercialmente se utilizan en el mercado.

Se participó en el taller “Elaboración de productos herbolarios en el área rural”, donde expositores pertenecientes al área rural explicaron la manera en que preparan productos medicinales para animales utilizando plantas. Se realizó una pomada para quemaduras, una tintura desparasitante y un concentrado vitamínico para los animales desnutridos o enfermos.

C) Resultados: Conocer el método de elaboración de productos medicinales utilizando plantas. Conocer la importancia de la medicina natural en la cura de enfermedades de animales.

D) Limitaciones: Ninguna

3.3. Actividad No.1: Participación en el curso y taller sobre Taxonomía de Hongos.

A) Objetivos: Conocer la diversidad y distribución de especies de hongos que existen actualmente.

B) Procedimiento: Dicho curso fue impartido por el Dr. Greg Muller. Explicó sobre la taxonomía del género *Laccaria*. Realizó cortes longitudinales de las láminas de las distintas especies de *Laccaria* de la Micoteca “Lic. Rubén Mayorga Peralta” y las fijó con KOH al 3%. Se lograron observar las características microscópicas de dicho género; las cuales son útiles para su identificación (espículas, papila apical, forma de esporas).

C) Resultados: Conocer las características microscópicas del género *Laccaria* que son útiles para su identificación.

D) Limitaciones: Ninguna

4. ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN

4.1. Actividad No.1: Elaboración del Protocolo de Investigación

A) Objetivos: Plantear un problema que pueda resolver la investigación. Justificar la elaboración de la investigación. Planificar la elaboración de la investigación de EDC.

B) Procedimiento: En libros y tesis se consultó información sobre el grupo de hongos (*Morchella* y *Helvella*) con el cual se trabajó en la investigación para verificar si actualmente existen estudios sobre dicho grupo. Recabando la información, se procedió a plantear un problema (en Guatemala se conoce muy poco sobre este grupo), justificar la

elaboración de la investigación (los Ascomycetes son un grupo poco estudiado y demasiado diverso) y se colocó un poco de la información o referencia teórica del grupo (desde lo más general a lo particular). Así mismo, se planificó la elaboración de la investigación con su respectiva metodología y su cronograma.

C) Resultados: Elaborar correctamente un plan de trabajo.

D) Limitaciones: Ninguna

4.2. Actividad No.2: Colecta de campo

A) Objetivos: Comprobar si en el cerro Alux se encuentran los hongos de los géneros *Morchella* y *Helvella*.

B) Procedimiento: Dos días (sábado) se realizaron visitas al cerro (desde 8:00-1:00) Alux para verificar si habían especímenes de los géneros *Morchella* y *Helvella* en los transectos de un estudio de aves, realizado por la compañera Cristina Chaluleu. Desafortunadamente no se encontraron especímenes y lo único que se colectó fueron ejemplares de Ascomycetes; los cuales fueron llevados al Laboratorio de Microbiología para realizarles su microscopía (docencia).

C) Resultados: Ninguno

D) Limitaciones: Ninguna

4.3. Actividad No.3: Determinación taxonómica

A) Objetivos: Determinar si las especies de *Morchella* y *Helvella* reportadas en la Micoteca "Lic. Rubén Mayorga Peralta" están correctamente identificadas. Identificar las especies que no hayan sido determinadas.

B) Procedimiento: Se realizaron cortes longitudinales con un gillette de las costillas o de los márgenes del ascoma de cada ejemplar y se observaron al microscopio en 100x, utilizando el reactivo de Melzer para ver si las ascas son amiloides. Se trabajó en el laboratorio de Microbiología; utilizando el microscopio con regla métrica. Cada descripción microscópica se apuntó en una libreta de campo, colocando las siguientes estructuras: forma del asca, tamaño y forma de las esporas, paráfisis, excípulo ectal y reacción de yodo con Melzer. Se sacó el promedio del tamaño de las esporas, midiendo la longitud y el ancho de cada una en μm .

En la bibliografía se buscó información sobre cada especie identificada, para verificar si las descripciones coincidían con las que se observaron. Pero, se comprobó que las descripciones microscópicas son una herramienta secundaria (a excepción de *H. macropus*) para la identificación de *Morchella* y *Helvella*. Las descripciones macroscópicas son la herramienta principal para la identificación de las especies de *Morchella* y *Helvella*.

C) Resultados: Las características macroscópicas fueron las principales en la identificación de las especies. El tamaño y forma de las esporas es una característica microscópica que en algunas especies no se tomó en cuenta para la taxonomía, debido a que la literatura difiere en la terminología y el tamaño de las esporas. Únicamente en *H. macropus* se utilizó la forma de las esporas; ya que éstas se caracterizan por poseer esporas verrugosas.

D) Limitaciones: Ninguna

4.4. Actividad No.4: Informe final

A) Objetivos: Dar a conocer los resultados finales de la investigación de EDC.

B) Procedimiento: Primero, se realizó un resumen de la investigación, luego se realizó la introducción, la metodología, planteamiento del problema, justificación, objetivos, etc. Con las especies ya determinadas, se procedió a discutir los resultados, sacar conclusiones y recomendaciones del trabajo de investigación. En la discusión, se colocaron las razones por las cuales se identificaron las especies; como por ejemplo, forma y color del ascoma, forma de las esporas en el caso de *H. macropus*, forma y color del estípite, etc.

C) Resultados: En los géneros *Morchella* y *Helvella*, la microscopía es una herramienta secundaria; aunque en algunos casos importantes, para la taxonomía de los mismos. *H. lacunosa* se diferencia de *H. sulcata* y *H. crispa* en que su ascoma es de tonalidades oscuras (grisáceo oscuro a negruzco) y tiene formas variables desde silla de montar hasta mitriforme e irregular. *H. elastica* es la única especie que posee una única acanaladura longitudinal en todo el estípite. *H. macropus* se caracteriza de poseer un ascoma en forma de copa, pero se diferencia de las demás porque sus esporas son verrugosas. Las características más importantes en la identificación de las especies de *Morchella* son: la forma del ascoma, el tamaño de los alvéolos y la ruborización del cuerpo fructífero.

D) Limitaciones: Ninguna

RESUMEN DE INVESTIGACIÓN

Revisión taxonómica de los géneros de hongos *Morchella* y *Helvella* de la Micoteca “Lic. Rubén Mayorga Peralta” Facultad de C.C. Q.Q. y Farmacia, USAC (años 2003-2004)

Autor: Br. Carmen Regina Álvarez
Correo electrónico: cregialvarez@hotmail.com

En Guatemala se han realizado pocos estudios sobre la diversidad de los Ascomycetes, siendo éstos muy abundantes en la naturaleza. Los géneros *Morchella* y *Helvella* pertenecen a este grupo; por lo tanto, se conoce poco acerca de su taxonomía y la información de los mismos es escasa. De estos géneros, en Guatemala se conoce muy poco y se piensa que existen más especies que aún no han sido reportadas.

Para enriquecer el conocimiento de estos hongos, se realizó una revisión taxonómica sobre los géneros *Morchella* y *Helvella*. Los especímenes se obtuvieron de la Micoteca de Macrohongos “Lic. Rubén Mayorga Peralta” de la Escuela de Química Biología, Facultad de C.C. Q.Q. y Farmacia, USAC; del año 2,003 y 2,004. En total se obtuvieron 17 especímenes; 4 género *Morchella* y 13 géneros de *Helvella*. A cada espécimen se le realizaron cortes longitudinales de las costillas u orillas de los lóbulos. El reactivo que se utilizó fue Melzer, para observar si algunas estructuras eran amiloides (tornándose de color azul). Las estructuras que se describieron fueron: forma de las ascas, forma y tamaño de las esporas, las paráfisis y excípulo ectal. Adjunto a las descripciones microscópicas se utilizaron las descripciones macroscópicas para identificar los hongos por medio de claves dicotómicas para cada género.

Se identificaron dos *M. guatemalensis*, una *M. elata* y una *M. aff. rufobrunnea*. *M. aff. rufobrunnea* se diferencia de *M. rufobrunnea* en las tonalidades de las manchas del estípite. La clave dicotómica que se utilizó fue la de Guzmán G, & Tapia F. (Clave para las especies mexicanas de *Morchella*). En el caso de *Helvella*, se utilizó la clave dicotómica de Herold A. Treibs (Trial Key to Helvellaceae in the Pacific Northwest) y se identificaron cuatro *H. lacunosa*, dos *H. sulcata* (**nuevo registro para Guatemala**), dos *H. macropus*, tres *H. crispa*, una *H. elastica* y una *H. aff. macropus*. *H. aff. macropus* se diferencia de *H. macropus*, en que la primera posee la superficie fértil del ascoma velutinoso y las esporas no son verrugosas, características principales de *H. macropus*. Después de haber sido identificadas cada una de las especies, se elaboró una clave dicotómica para cada uno de los géneros (*Morchella* y *Helvella*), utilizando sus descripciones macroscópicas.

Tanto para *Morchella*, como para *Helvella*, las características macroscópicas son las más importantes en la identificación. Pero en algunos casos, como por ejemplo, *H. macropus*, difiere de las demás debido a que ésta posee las esporas verrugosas y las demás especies que se trabajaron, las esporas son lisas. La forma de las esporas es una de las características que también distingue a las especies, pero, muchos autores difieren en su terminología, por lo tanto, en esta investigación no se utilizó como herramienta importante en la identificación.

Asesor: Lic. Osberth Morales
Unidad de Biodiversidad, Aprovechamiento y Tecnología de Hongos

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

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

Revisión taxonómica de los géneros de hongos *Morchella* y *Helvella* de la
Micoteca “Lic. Rubén Mayorga Peralta”, Facultad de C.C. Q.Q. y
Farmacia, USAC. (años 2003-2004)

Carmen Regina Álvarez Hernández
SUPERVISOR: Licda. Eunice Enríquez
ASESOR DE INVESTIGACIÓN: Lic. Osberth Morales Esquivel

Vo.Bo. ASESOR DE INVESTIGACIÓN

Revisión taxonómica de los géneros de los hongos *Morchella* y *Helvella* de la Micoteca “Lic. Rubén Mayorga Peralta”, Facultad de C.C. Q.Q. y Farmacia, USAC. (años 2003-2004)



INDICE

RESUMEN	3
INTRODUCCIÓN	4
REFERENTE TEÓRICO	5
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
JUSTIFICACIÓN	7
OBJETIVOS	7
METODOLOGÍA	8
RESULTADOS	9
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	23
CONCLUSIONES	24
RECOMENDACIONES	24
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25
ANEXOS	26

RESUMEN

En Guatemala se han realizado pocos estudios sobre la diversidad de los Ascomycetes, siendo éstos más abundantes en la naturaleza. Los géneros *Morchella* y *Helvella* pertenecen a este grupo; por lo tanto, se conoce poco acerca de su taxonomía y la información de los mismos es escasa. De estos géneros, en Guatemala se conoce muy poco y se piensa que existen más especies que aún no han sido reportadas.

Para enriquecer el conocimiento de estos hongos, se realizó una revisión taxonómica sobre los géneros *Morchella* y *Helvella*. Los especímenes se obtuvieron de la Micoteca de Macrohongos “Lic. Rubén Mayorga Peralta” de la Escuela de Química Biología, Facultad de C.C. Q.Q. y Farmacia, USAC; del año 2,003 y 2,004. En total se examinaron 17 especímenes; 4 del género *Morchella* y 13 del género *Helvella*. A cada espécimen se le realizaron cortes longitudinales de las costillas u orillas de los lóbulos en KOH y Melzer. Las estructuras que se estudiaron fueron: forma de las ascas, forma y tamaño de las esporas, las paráfisis y excípulo ectal. Adjunto a las descripciones microscópicas se utilizaron las descripciones macroscópicas para identificar los hongos por medio de claves dicotómicas para cada género.

Se identificaron dos *M. guatemalensis*, una *M. elata* y una *M. aff. rufobrunnea*. *M. aff. rufobrunnea* se diferencia de *M. rufobrunnea* en las tonalidades de las manchas del estípote. La clave dicotómica que se utilizó fue la de Guzmán G, & Tapia F. (Clave para las especies mexicanas de *Morchella*). En el caso de *Helvella*, se utilizó la clave dicotómica de Herold A. Treibs (Trial Key to Helvellaceae in the Pacific Northwest) y se identificaron cuatro *H. lacunosa*, dos *H. sulcata* (**nuevo registro para Guatemala**), dos *H. macropus*, tres *H. crispa*, una *H. elastica* y una *H. aff. macropus*. *H. aff. macropus* se diferencia de *H. macropus*, en que la primera posee la superficie fértil del ascoma velutinoso y las esporas no son verrugosas, características principales de *H. macropus*. Después de haber sido identificadas cada una de las especies, se elaboró una clave dicotómica para cada uno de los géneros (*Morchella* y *Helvella*), utilizando sus descripciones macroscópicas.

Tanto para *Morchella*, como para *Helvella*, las características macroscópicas son las más importantes en la identificación. Pero en algunos casos, como por ejemplo, *H. macropus*, difiere de las demás debido a que ésta posee las esporas verrugosas y las demás especies que se trabajaron, las esporas son lisas. La forma de las esporas es una de las características que también distingue a las especies, pero, muchos autores difieren en su terminología, por lo tanto, en esta investigación no se utilizó como herramienta importante en la identificación.

INTRODUCCIÓN

Los hongos son organismos que se alimentan por absorción y descomponen la materia orgánica en sustancias más simples y asimilables para otros organismos como son las plantas y los animales. Además de descomponedores, el hombre le ha encontrado múltiples utilidades a los hongos, como por ejemplo: la medicina, la alimentación, rituales religiosos, para compuestos venenosos o alucinógenos, etc. Debido a que este grupo taxonómico es importante, no solamente se le debe dar importancia en estudios etnomicológicos, sino que también hay que darle prioridad a la taxonomía de los hongos. En Guatemala, los estudios taxonómicos sobre los hongos son muy escasos, especialmente en el grupo de los Ascomycetes (producen sus esporas en ascas o sacos), al cual pertenecen los hongos que se estudiaron en esta investigación (*Morchella* y *Helvella*). Los géneros *Morchella* y *Helvella* son del grupo de los discomycetes (cuerpo fructífero en forma de disco), los cuales pertenecen al orden Pezizales.

En Guatemala no se han realizado estudios sobre este grupo de hongos. Por lo tanto, el propósito del estudio es realizar una revisión taxonómica de ambos géneros, hacer un listado de las especies de Guatemala y realizar una clave dicotómica para las especies de *Helvella* de Guatemala.

Por medio de claves dicotómicas se identificaron las especies de *Morchella* y *Helvella*, utilizando las descripciones microscópicas (forma y tamaño de esporas, forma del asca o saco, paráfisis y excípulo ectal) y macroscópicas de los hongos. También se utilizó el reactivo de Melzer para observar si las ascas son amiloides.

REFERENTE TEÓRICO

▪ GENERALIDADES DE HONGOS

Los hongos son organismos vivos que se clasifican dentro del reino Fungi. Se diferencian de las plantas porque no poseen clorofila, por lo tanto, no fotosintetizan y esto no les permite elaborar su propio alimento. Por la incapacidad de poder desplazarse en el medio, se diferencian de los animales. Su rol ecológico es muy importante; ya que descomponen la materia orgánica en sustancias más simples y asimilables por otros seres vivos, lo cual permite el flujo de energía y nutrientes a través de los ecosistemas. También son de alto valor económico; ya que son importantes en la producción de medicinas, alimentos y primordialmente en la industria. Los hongos pueden formar asociaciones simbióticas con otros organismos; como por ejemplo: mutualismo (cuando ambos se benefician), parasitismo (sobre seres vivos) o saprófitos (sobre materia en descomposición). Los hongos pueden ser unicelulares o compuestos por filamentos (hifas) que conforman el cuerpo del hongo. El cuerpo fructífero del hongo está formado por un píleo (parte superior) y un estípite o talo (parte inferior). Las esporas son células especializadas que utiliza el hongo para la reproducción (Mata, 1999).

Los hongos pueden reproducirse sexual y/o asexualmente.

1. Reproducción asexual (somática o vegetativa): Se puede dar de las siguientes formas:
 - Fragmentación del soma
 - Fisión de células somáticas a células hijas
 - Por gemación
 - Producción de esporas
2. Reproducción sexual: Se da en tres fases.
 - Plasmogamia: Unión de dos protoplastos.
 - Cariogamia: Fusión de dos protoplastos.
 - Meiosis: Los núcleos se dividen y forman 4 núcleos haploides. (Sommerkamp, 1984)

▪ ASCOMYCETES

Los Ascomycetes son el grupo más grande de hongos y se caracterizan por su estructura reproductiva en forma de saco (asca), en la cual se forman las esporas (ascosporas); que generalmente son ocho. Después de la meiosis, el asca contiene cuatro u ocho esporas haploides que son liberadas por un poro en la extremidad del saco. El estado sexual se conoce como teleomorfo y el asexual como anamorfo. Cuando se reproducen asexualmente producen unas estructuras especializadas conocidas como conidias. Los hongos que producen más de un tipo de esporas se llaman pleomórficos (Mata, 1999)

Poseen formas muy variadas, como copa, botón, dedos, colmena, entre otras. Poseen un órgano de producción de esporas, el ascocarpo, donde nacen las ascas. Según la forma del ascocarpo, éstos pueden ser: Cleistotecios (ascocarpo completamente cerrado), peritecios (con un poro por el cual salen las esporas) o apotecios (en forma de disco o copa). Los géneros *Morchella* y *Helvella* pertenecen al grupo de los Discomycetes; los cuales se caracterizan por la producción de un ascoma abierto llamado apotecio. (Mata, 1999; Hanlin y Sommerkamp, 1984)

- **DISCOMYCETES**

Este grupo de hongos se caracteriza por poseer las siguientes características morfológicas:

1. Estructura del talo: Las hifas son uninucleadas o multinucleadas y; son haploides (raro en Helotiales y Pezizales)
2. Ascomata: Existen dos modos del desarrollo del ascomata; gimnocárpico o angiocárpico. El ascomata maduro está compuesto generalmente por capas compactas, conocidas como excípulo. El excípulo está compuesto por dos capas; una interna y una externa. La primera se conoce como médula o excípulo medular y la capa externa se conoce como excípulo ectal.
3. Asca: Estas pueden ser operculadas, inoperculadas o con un poro apical.
4. Ascosporas: Estas varían en tamaño, forma, estructura de la pared celular y su compartimiento en las ascas. Estas están cubiertas por dos capas; una externa (saco perispórico) y una interna (membrana plasmática). La capa interna puede estar compuesta de beta glucanos, como en el caso del orden Pezizales. El material de la pared es depositado en la pared externa; por lo tanto, ésta define la morfología de la espora, pigmentación y formación de apéndices. Las esporas pueden ser uni, di, tetra o multinucleadas. Los lípidos son la fuente de reserva de las ascosporas.
5. Paráfisis: Son elementos estériles del tejido del ascomata, que ayudan en la reproducción. Éstos se hinchan de agua, aplastando las ascas, haciendo que las esporas salgan al romperse las ascas.
6. Estructuras septales: En los Ascomycetes se pueden encontrar distintos organelos asociados a los septos; como por ejemplo, tapones en los poros septales, cuerpos globosos, hexagonales o rectangulares.

- ***Morchella* Dill. ex Pers:**

Ascoma, un apotecio erecto, estipitado, con un pileo parecido a una esponja de hasta 20cm o más de alto, simple, esparcido, pileo subgloboso, ovoide a estrechamente cónico, irregulares y anastomosados, cordoncillos estériles separando depresiones llanas que sostienen el himenio, amarillento marrón a menudo con cordoncillos más pálidos. Estípite ahuecado, quebradizo, subcilíndrico, algunas veces bulboso en la base, ocasionalmente surcado, amarillento o blanco cremoso. Paráfisis septadas cerca de la base, ramificadas, con ápices clavados. Ascas unitunicadas, operculadas, subcilíndricas, estrechas en la base, sin teñirse de azul en yodo, ocho esporas. Ascosporas hialinas, unicelulares, ampliamente elipsoides a oblongo-elipsoides, lisas, hialinas a subhialinas, pleurinucleadas. Hábitat: Sobre todo en áreas abiertas. (Hanlin y Tortolero O.,1995)

- ***Helvella* L:**

Ascoma, un apotecio, solitario a gregario, usualmente estipitado pero algunas veces subsésil, cupulado, en forma de salchicha, mitriforme, hasta de 10cm de ancho. Superficie himenial color marrón, gris, negra o algunas veces crema o blanca, lisa o rugosa. Estípite variable, comprimido o redondeado, y de los mismos colores que el himenio. Excípulo ectal de textura angular o una palisada de puntas hifales; excípulo medular de textura intrincada. Paráfisis simples, delgadas con puntas clavadas. Ascas unitunicadas, operculadas, cilíndricas, no amiloides, ocho esporas. Ascosporas hialinas, unicelulares, elipsoides, oblongas o fusiformes, lisas a verrugosas o rugosa-verrugosas, con una gota de aceite larga y central, y a menudo gotas más pequeñas, tetranucleadas al

madurar. Hábitat: Sobre el suelo, ocasionalmente sobre madera podrida. (Hanlin y Tortolero O.,1995)

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Guatemala, se conoce muy poco sobre la diversidad de Ascomycetes. *Morchella* y *Helvella* pertenecen a este grupo y se piensa que existen especies nuevas, que no han sido reportadas para Guatemala.

JUSTIFICACIÓN

Morchella y *Helvella* son un grupo de hongos poco estudiados en Guatemala. En Guatemala no se han realizado estudios sobre estos taxa y se piensa que pueden existir nuevos registros para Guatemala. Es por eso, que este estudio pretende acrecentar la información acerca de la riqueza de las especies de *Morchella* y *Helvella*.

Estos géneros se caracterizan porque la mayoría de las especies poseen un interés culinario en algunos departamentos de Guatemala; como por ejemplo, *M. guatemalensis*, *M. elata*, *H. lacunosa*, *H. macropus*, *H. elastica* y *H. crispa*.

OBJETIVOS

- Realizar una revisión taxonómica de las especies de los géneros *Morchella* y *Helvella* de la Micoteca “Lic. Rubén Mayorga Peralta” de la Facultad de C.C. Q.Q. y Farmacia, USAC.
- Elaborar un listado de géneros para Guatemala basado en las colectas de la micoteca.
- Realizar una clave dicotómica basada en los géneros de *Helvella* de la micoteca.

HIPÓTESIS

Por ser una investigación de tipo descriptivo, no se plantea una hipótesis.

METODOLOGÍA

- **Diseño**

Población: Macrohongos de Guatemala colectados en distintas regiones del país.

Muestra: Macrohongos secos de los géneros *Morchella* y *Helvella* colectados por los investigadores y colocados en la Micoteca “Lic. Rubén Mayorga Peralta” del año 2003 al 2004.

- **Técnicas a usar en el proceso de investigación**

En primer lugar, las especies se buscaron en la base de datos de la Micoteca y se sacó una lista de cada especie con su respectiva referencia. Los ejemplares fueron extraídos de la Micoteca para realizarles su respectiva microscopía.

Se trabajó en el laboratorio de Microbiología de la Escuela de Química Biológica, USAC. Los cortes se realizaron con un gillette y cuidadosamente se les realizó a cada hongo un corte longitudinal en las costillas (*Morchella*) o en las orillas de los lóbulos (*Helvella*).

Los cortes se fijaron con Melzer en portaobjetos y se observaron en un microscopio con regla métrica a 100x (con objetivo de inmersión). En una libreta de campo se anotaron las estructuras como: forma de las ascas, tamaño y forma de las esporas (por lo menos 25), paráfisis, excípulo ectal y observar si las ascas reaccionan con yodo (tornándose de color azul) en Melzer. Las descripciones se escribieron en una libreta de campo junto.

Las especies se identificaron con claves dicotómicas. Las especies de *Morchella* se identificaron con la clave de Guzmán G, y Tapia F. (Clave para las especies mexicanas de *Morchella*) y las especies de *Helvella* se identificaron con la clave dicotómica de Herold A. Treibs (Trial Key to Helvellaceae in the Pacific Northwest). Para la identificación de las especies se utilizaron las descripciones macroscópicas de los hongos y también algunas descripciones macroscópicas que son importantes en la taxonomía. Como material de apoyo se utilizó información de libros e Internet para verificar si las características de los hongos coincidían con las descripciones de los especímenes que se identificaron.

Con las especies correctamente identificadas, tanto para *Helvella* como para *Morchella*, se procedió a realizar una clave dicotómica para ambos géneros. Se escogieron las características particulares de cada especie para realizar la clave dicotómica; como por ejemplo, color y forma del píleo, forma y color del estípite, tamaño y disposición de los alvéolos (en el caso de *Morchella*), forma y número de los lóbulos del píleo (en el caso de *Helvella*).

RESULTADOS

• *Morchella*

Morchella es un género que se caracteriza por poseer un ascoma anastomosado (en forma de colmena), formando alvéolos anchos o delgados y dispuestos de forma irregular o longitudinalmente. La forma del ascoma puede ser subgloboso, ovoide o cónico. El estípote regularmente es ahuecado, quebradizo, de base bulbosa y surcada, aplanado o cilíndrico, granuloso o con manchas de tonos rojizos a marrón.

Las ascas son operculadas, unitunicadas, inamiloides en reactivo de Melzer y contienen ocho esporas. Las paráfisis son más delgadas que las ascas, tabicadas y más anchas en la parte apical. Las esporas son elipsoides, de paredes gruesas, lisas y hialinas. El excípulo ectal es paralelo.

Morchella guatemalensis se caracteriza por poseer un ascoma de color miel y los alvéolos son alargados. El estípote es ahuecado, quebradizo y del mismo color que el ascoma. La base del estípote se ruboriza de manchas de color rojizo o marrón, es bulbosa y surcada. Se encuentra asociado a *Pinus*.

Morchella aff. rufobrunnea se caracteriza por poseer un ascoma de color gris a grisáceo amarillento. Los alvéolos son muy largos y dispuestos verticalmente. El estípote es de color amarillento, granuloso y rugoso. El estípote y el ascoma se manchan de color rojizo a marrón, principalmente en la base del estípote.

Morchella elata se caracteriza por poseer alvéolos anchos y de color café rojizo oscuro. Las costillas son gruesas y de color café negruzco. El estípote es de color blanquecino a levemente rosáceo, aplanado, acanalado y granuloso. Crece asociado a *A. guatemalensis* y puede encontrarse a alturas de hasta 3,560msnm.

Clave dicotómica para las especies de *Morchella* de Guatemala

- 1a. El estípote nunca se ruboriza o mancha de color rojizo o marrón en la base. 2
 1b. El estípote se ruboriza de rojizo o marrón en la base 3
- 2a. Ascoma de color café-amarillento, ampliamente cónico u ovoide. Las costillas son irregulares y forman pequeños alvéolos de color más claro que las costillas. Estípote blanquecino o café claro descolorido, liso o con gránulos *M. esculenta*.
 2b. Ascoma de color café negruzco en las costillas y los alvéolos de color café rojizo oscuro. Las costillas longitudinales son gruesas y forman alvéolos anchos. Estípote blanquecino a levemente rosáceo y granuloso..... *M. elata*
- 3a. Costillas formando alvéolos cortos e irregulares. Ascoma de color amarillento a miel. Estípote ahuecado, quebradizo, base bulbosa y surcada. El resto del estípote es blanquecino con manchas amarillentas..... *M. guatemalensis*
 3b. Costillas formando alvéolos alargados con configuración vertical. Ascoma de color gris a grisáceo amarillento. Estípote ensanchado en la base, con rugosidades y gránulos en la base, de color amarillento..... *M. aff. rufobrunnea*

Morchella guatemalensis Guzmán, Torres & Logemann

Material estudiado:

- **Ref. 142.03** Edificio M-4. Ciudad Universitaria z.12. Ciudad de Guatemala 25/09/03
- **Ref. 264.04** Ciudad Universitaria zona.12. Vivero del Parque de las Ardillas, frente al T-10, bajo *Pinus sp.* 29/09/04

Descripción macroscópica:

Ascoma, un apotecio erecto, de 4.5 a 10cm de alto, simple, píleo estrechamente cónico y anastomosado, cordoncillos estériles que separan las depresiones del himenio. Depresiones cortas e irregulares. Estípite ahuecado, quebradizo, base bulbosa y surcado en la base. Color amarillento, se tiñe de rojizo o marrón en la base del estípite. El resto del estípite es blanquecino con manchas amarillentas. (Fig. No.1 A)

Descripción microscópica:

1000x en Melzer

Las ascas son operculadas, unitunicadas, inamiloides en reactivo de Melzer y contienen ocho esporas.

Las paráfisis son más delgadas que las ascas, tabicadas y más anchas en la parte apical.

Las esporas son elipsoides, unicelulares, lisas, hialinas y la pared celular es muy gruesa. (Fig. No.1 B)

El excípulo ectal es paralelo.

Esporas:

Largo: 17.5-22.5 μ

Ancho: 10-15 μ

Comentario: Las características más distintivas de esta especie son: Cuerpo fructífero de color miel, alvéolos alargados e irregulares y, la base del estípite se ruboriza de manchas rojizas a marrón. *M. guatemalensis* crece asociado a *Pinus*. Es comestible.

A.



B.

Fig. No.1: A. Ascocarpo herborizado de *M. guatemalensis* (Ref.264.04). B. Esporas (1000x)

Morchella aff. rufobrunnea Guzmán

Material estudiado:

- **Ref. 143.03** Edificio M-4. Ciudad Universitaria zona.12. Ciudad de Guatemala. 25/09/03

Descripción macroscópica:

Ascoma de 45-80mm de longitud. Himenio cónico a subcilíndrico y ovoide. Costillas longitudinales con septos transversales formando alvéolos alargados con configuración vertical. Color gris a grisáceo amarillento ^{7^{3/E}} en adultos y gris oscuro ^{7^{3/F}}. Estípite de 20-40mm de longitud, ensanchado en la base, 20-25mm de diámetro en la base y 5-10mm de diámetro en el ápice, cilíndrico con rugosidades que se acentúan hacia la base. Cubierta con gránulos finos hacia el ápice, color amarillento ^{5^{3/B}} a ^{5^{3/A}}. Se mancha de color rojizo ^{8^{7/E}} a marrón ^{8^{7/F}}, principalmente hacia la base. Todo el ascoma puede teñirse de estas mismas tonalidades. (Fig. No.2 A)

Descripción microscópica:

1000x en Melzer

El asca es operculada, unitunicada, inamiloide en reactivo de Melzer y contiene ocho esporas.

Las parálsis son delgadas, tabicadas y son más anchas en el ápice.

Las esporas son elipsoides, lisas y poseen dos pequeñas estructuras esféricas en cada polo de la espora. Son unicelulares, hialinas y la pared celular es gruesa. (Fig. No.2 B)

El excípulo ectal es paralelo.

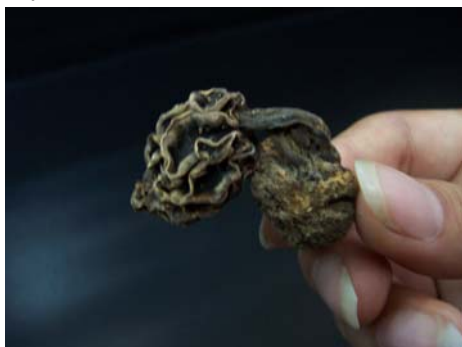
Esporas:

Largo: 17.5-22.5 μ

Ancho: 10-15 μ

Comentario: Las características más distintivas de esta especie son: Ascoma de tonalidades grisáceas, alvéolos alargados y verticales, el cuerpo fructífero puede teñirse de manchas rojizas a marrón (pero principalmente en la base del estípite), el estípite posee gránulos y rugosidades.

A.



B.

Fig. No.2: A. Ascocarpo herborizado de *M. aff. rufobrunnea*. B. Esporas (1000x)

***Morchella elata* Bull.:Fr.**

Material estudiado:

- **Ref. 302.04** Puerta del Cielo, Tuicay, Todos Santos Cuchumatán, Huehuetenango. 3560msnm. 23/10/04

Descripción macroscópica:

Ascocarpo, un apotecio con forma de colmena, cónico, 35x45mm de altura y ancho sin incluir el estípite.

Costillas longitudinales gruesas, alvéolos anchos, superficie finamente pulverulenta a opaca. Color café negruzco sobre los bordes de las costillas longitudinales y transversales. Alvéolos de color café a rojizo oscuro.

Estípite de 60mm de longitud, 20mm de diámetro en el ápice y 25mm de diámetro en la base. Aplanado, acanalado y lobulado hacia el ápice y base. Superficie granulosa. Color blanquecino levemente rosáceo, micelio basal de color blanco. (Fig. No.3 A)

Hábito: Solitario

Hábitat: Sobre el suelo, en bosque de *A. guatemalensis*.

Descripción microscópica:

1000x en Melzer

Las ascas son unitunicadas, operculadas, inamiloides en reactivo de Melzer y contienen ocho esporas.

Las paráfisis son delgadas, tabicadas pero más anchas en la parte apical.

Las esporas son lisas, hialinas, unicelulares, elipsoides y la pared celular es muy gruesa. (Fig. No.3 B)

El excípulo ectal es paralelo.

Esporas:

Largo: 15-27.5 μ

Ancho: 10-17.5 μ

Comentario: Esta especie se caracteriza por: Las costillas y los alvéolos son de distinto color (café negruzco y café rojizo oscuro respectivamente); el estípite es blanquecino a levemente rosáceo; crece en suelo y bosques de *A. guatemalensis*, a alturas de hasta los 3560msnm. Es comestible

A.



B.

Fig. No.3: A. Ascocarpo herborizado de *M. elata*. B. Esporas (1000x)

- ***Helvella***

Helvella es un género que se caracteriza por poseer un ascoma que varía en formas: desde irregular, lobulado, en forma de silla de montar hasta en forma de copa. La superficie del píleo puede ser cerosa, húmeda, granulosa, velutinosa o lisa. Los márgenes del píleo pueden encontrarse libres o unidos al estípite formando acanaladuras internas. El estípite puede ser acanalado con profundos agujeros distribuidos a lo largo del estípite, con una sola acanaladura longitudinal, completamente liso o cilíndrico a levemente aplanado.

Las ascas son unitunicadas, operculadas, inamiloides en reactivo de Melzer y contienen ocho esporas. Las paráfisis son tabicadas, más delgadas que las ascas y anchas en la parte apical. Las esporas son lisas o verrugosas; elipsoides, ovoides u oblongo-elipsoidales; hialinas y con una gota de aceite que abarca casi toda la espora (algunas veces con pequeñas gotas de aceite en los polos de las esporas). El excípulo ectal es angular.

H. lacunosa se caracteriza por poseer un ascoma de forma irregular a manera de lóbulos (2-3 lóbulos) o en forma de silla de montar, con los márgenes de éstos acercándose al estípite (formando acanaladuras internas). El ascoma es de color gris oscuro a negruzco. Estípite de color gris negruzco, acanalado longitudinalmente a manera de costillas, cilíndrico, hueco y con agujeros distribuidos a lo largo del estípite. Crece asociado a *Pinus*, *Quercus* y *A. guatemalensis*, regularmente en bosques que han sido quemados. Se distribuye en Huehuetenango, El Quiché, San Marcos y Chimaltenango. Es comestible, aunque en algunas regiones no se conoce su uso.

H. sulcata se caracteriza por poseer un ascoma en forma de silla de montar con agudas a poco profundas curvas, o con tres lóbulos, a veces surcado, de color café o gris pálido a negro en la superficie fértil, la superficie no fértil es más pálida que la superficie de arriba, lisa, en algunos estadios los lóbulos se unen al estípite o a sí mismos. El estípite es acanalado, ocasionalmente con agujeros cerca de la base, de color gris claro a oscuro. Crece asociado a *Pinus* y *Quercus*, regularmente en bosques que han sido quemados. Se distribuye en Chimaltenango. No es comestible.

H. macropus se caracteriza por poseer un ascoma en forma de copa, margen entero, elevado a ondulado. Con un largo de pie de 3-7cm de altura, por no más de medio centímetro de grosor, hueco y algo ensanchado en la base, superficie tomentosa a velutinosa. Toda la fructificación es de color gris-azuloso o negruzca, pubescente, excepto el interior de la copa que es lisa. Consistencia elástica o coriácea. Es la única especie de *Helvella* que posee esporas verrugosas. Crece asociado a *Pinus*, *Quercus* y *A. guatemalensis*. Se distribuye en Totonicapán y Chimaltenango. Es comestible.

H. crispa se caracteriza por poseer un ascoma parecido a una silla de montar, con dos lóbulos convolutos y ondulados, superficie himenial de color café amarillento, libre del estípite. El estípite es cilíndrico, atenuado a la base, profundamente lacerado, de color blanco amarillento a blanco grisáceo, de

consistencia cartilaginosa. Crece asociado a *Pinus*. Se distribuye en Huehuetenango y Chimaltenango. Es comestible.

H. elastica se caracteriza por poseer un ascoma con solamente dos a tres lóbulos y es menos contorsionado que el de otros hongos del género *Helvella*, tiene forma de silla de montar, de color café blanquecino a café oscuro y liso. El estípote posee una única acanaladura longitudinal que abarca todo el estípote; lo cual lo diferencia de otras especies, cilíndrico, hueco, blanquecino a crema (rara vez teñido de ocre cerca de la base), algo engrosado en la base. Se distribuye en Guatemala. Es comestible.

H. aff. macropus se caracteriza por poseer un ascoma cupulado. La superficie no fértil es finamente granulosa y velutina, de color beige. La superficie fértil es finamente tomentosa y de color café negruzco. El estípote es velutinoso, de color grisáceo y aplanado hacia la base. Crece asociado a *Pinus*. Se distribuye en Sololá a alturas de hasta 2,350msnm. No se conoce su uso.

Clave dicotómica para las especies de *Helvella* de Guatemala

- 1a. Ascoma en forma de copa; superficie fértil lisa y superficie no fértil finamente tomentosa *H. macropus*
 1b. Ascoma en forma de silla de montar, mitriforme, lobulado o irregular 2
- 2a. Ascoma de color gris oscuro a negruzco 3
 2b. Ascoma de color beige a gris-amarilento 4
- 3a. Estípote con una sola acanaladura longitudinal, ascoma en forma de silla de montar de color gris oscuro *H. elastica*
 3b. Estípote con varias acanaladuras longitudinales y profundos agujeros entre los canales, ascoma de forma mitriforme o irregular; algunas veces con acanaladuras en la parte superior del ascoma (márgenes del ascoma se unen al estípote).
 *H. lacunosa*
- 4a. Ascoma de tonos gris-amarillentos en forma de silla de montar y trilobulado.....*H. sulcata*
 4b. Ascoma de color beige; bilobulado (convolutos), dando la apariencia de poseer cuatro lóbulos. Los márgenes del ascoma se unen al estípote. Estípote profundamente acanalado con agujeros distribuidos entre los canales.
 *H. crispa*

H. lacunosa Afzel. ex. Fr.

Material estudiado:

- **Ref. 59.03** Finca la Giralda, arriba del tanque municipal nuevo. Área quemada. Tecpán, Chimaltenango. Bosque quemado de *Quercus* y *Pinus*. 14/09/2003
- **Ref. 90.03** Puerta del Cielo, Caserío Tuicay, Todos Santos Cuchumatán, Huehuetenago. *A. guatemalensis*. 29/08/03
- **Ref. 91.03** Cantón Pachoj, Chichicastenango, El Quiché. *Quercus-Pinus*. 28/08/03
- **Ref. 92.03** Ixchiguán, San Marcos. 30/08/03

Descripción macroscópica:

Ascocarpo de 50-120mm de largo, apotecio irregular estipitado. Apotecio 20-40mm de diámetro, de forma irregular a manera de lóbulos (2-3 lóbulos) o en forma de silla de montar, con los márgenes de éstos acercándose al estípote (formando acanaladuras internas). El ascoma es de color gris oscuro a negruzco. Estípote de color gris negruzco, 30-100cm de diámetro por 8-20mm de largo, acanalado longitudinalmente a manera de costillas, de color gris a negruzco, cilíndrico, hueco. (Fig. No.4 A)

Descripción microscópica:

100x en Melzer

Las esporas son ovoides, unicelulares, lisas, hialinas y contienen una gota de aceite que abarca casi toda la célula. (Fig. No.4 B)

El asca es unitunicada, operculada y contiene ocho esporas.

Las paráfisis son delgadas, pero más anchas en la parte apical. Son tabicadas.

El excípulo ectal es angular.

Las ascas dieron (-) la prueba de yodo con el reactivo de Melzer. No se tiñeron de azul.

Esporas:

Largo: 15-17.5 μ

Ancho: 10-12.5 μ

Comentario: *H. lacunosa* se caracteriza principalmente por: Cuerpo fructífero oscuro (gris oscuro a negro), márgenes del ascoma tocando el píleo, estípote acanalado y con agujeros profundos. Crece en suelo, en bosques de *Pinus* y *Abies*. También crece en suelo quemado de bosques de *Quercus* y *Pinus*. Es comestible, aunque en algunas regiones no se conoce su uso.

A.



B.

Fig. No.4: A. Ascocarpo herborizado de *H. lacunosa* (Ref.91.03). B. Esporas (1000x)

H. sulcata Afzel. ex. Fr.

Material estudiado:

- **Ref. 73.03** Finca la Giralda, Tecpán, Chimaltenango, Guatemala. Bosque de *Quercus-Pinus*. 20/09/03
- **Ref. 76.03** Tecpán, Chimaltenango, Guatemala. Cerca de la Carretera Interamericana Km.89-90. Bosque de *Quercus-Pinus*. 26/07/03

Descripción macroscópica:

El ascoma tiene forma de silla de montar con agudas a poco profundas curvas, o con tres lóbulos, 0.5-5cm de diámetro por arriba de 14cm de alto ocasionalmente, a veces surcado, de color café o gris pálido a negro en la superficie fértil, la superficie no fértil es más pálida que la superficie de arriba, lisa, en algunos estadios los lóbulos se unen al estípote o a sí mismos. El estípote es de 1.5-6cm de largo por 0.5-2cm de diámetro, acanalado, ocasionalmente con agujeros cerca de la base, de color gris claro a oscuro. Hábitat: Solitario a gregario. (Fig. No.5 A)

Descripción microscópica:

100x en Melzer

Las ascas son unitunicadas, operculadas y contienen ocho esporas.

Las esporas son unicelulares, oblongo-elipsoides, hialinas, lisas y contienen una gota de aceite que abarca casi toda la célula. (Fig. No.5 B)

Las paráfisis son delgadas pero más anchas en la parte apical. Son tabicadas.

El excípulo ectal es angular.

Las ascas dieron (-) la prueba de yodo con el reactivo de Melzer. No se tiñeron de azul.

Esporas:

Largo: 15-20 μ

Ancho: 10-12.5 μ

Comentario: *H. sulcata* se caracteriza principalmente por: Un ascoma en forma de silla de montar de color gris-amarillento y trilobulado. El estípote es de color crema y acanalado. Crece cerca de árboles de *Quercus* y *Pinus* y, sobre suelo en lugares que se han quemado. No se conoce su uso.

A.



B.

Fig. No.5: A. Ascocarpo herborizado de *H. sulcata* (Ref.73.03). B. Esporas (1000x)

Helvella macropus (Fr.) P. Karst

Material estudiado:

- **Ref. 98.03** Aldea Panquix, Totonicapán. Bosque de *A. guatemalensis* y *P. ayacahuite*. 31/08/03
- **Ref. 152.03** Tecpán, Chimaltenango, Guatemala. Cerca de la Carretera Interamericana Km.89-90. Bosque de *Quercus-Pinus*. 26/07/03

Descripción macroscópica:

Hongo con fructificaciones en forma de copas, 1-3cm de diámetro. Margen entero, elevado a ondulado. Con un largo de pie de 3-7cm de altura, por no más de medio centímetro de grosor, hueco y algo ensanchado en la base, superficie tomentosa a velutinosa. Toda la fructificación es de color gris-azuloso o negruzca, pubescente, excepto el interior de la copa que es lisa. Consistencia elástica o coriácea. (Fig. No.6 A)

Descripción microscópica:

100x en Melzer

Las ascas son unitunicadas, operculadas y contienen ocho esporas.

Las paráfisis son delgadas pero más anchas en la parte apical. Son tabicadas.

Las esporas son unicelulares, lisas, hialinas, elipsoides y contienen una gota de aceite que abarca casi toda la célula. Se observa que las esporas son **verrugosas**. (Fig. No.6 B)

El excípulo ectal es angular.

Dio (-) la reacción de yodo con Melzer. Las ascas no se tiñeron de azul.

Esporas:

Largo: 17.5-27.5 μ

Ancho: 10-15 μ

Comentario: *H. macropus* se caracteriza principalmente por: Ascoma en forma de copa, el cuerpo fructífero es de color gris-azuloso a negruzco, solamente el exterior de la copa es velutinosa, estípite hueco y no más de medio centímetro de grosor. Esporas verrugosas. Común en el suelo o entre musgos y en bosque de *Pinus*, *Quercus* y *A. guatemalensis*. Comestible.

A.**B.**

Fig. No.6: A. Ascocarpo herborizado de *H. macropus* (Ref.98.03) B. Esporas (1000x)

Helvella crispa Fr.

Material estudiado:

- **Ref. 102.03** Aldea Xetonox, San Juan Comalapa, Chimaltenango. 01/09/03
- **Ref. 151.03** Tecpán Chimaltenango. Cerca de la Carretera Interamericana Km89-90. Bosque de *Quercus-Pinus*. 26/07/03
- **Ref. 62.04** San Mateo Ixtatán, Huehuetenango. Bosque de *P. rudis*. 17/04/04

Descripción macroscópica:

Ascocarpo que consiste en un apotecio de 3-8cm de diámetro por 65mm de alto, irregular, parecido a una silla de montar, con dos lóbulos convolutos y ondulados, superficie himenial de color café amarillento, libre del estípite. El estípite es cilíndrico, atenuado a la base, de 10mm de diámetro por 4-8cm de largo, profundamente lacerado, de color blanco amarillento a blanco grisáceo, de consistencia cartilaginosa. (Fig. No.7 A)

Descripción microscópica:

Las ascas son unitunicadas, operculadas y contienen ocho esporas.

Las paráfisis son más delgadas pero más anchas en la parte apical. Son tabicadas.

Las esporas son unicelulares, lisas, hialinas, oblongo-elipsoides y contienen una gota de aceite que abarca casi toda la célula. (Fig. No.7 B)

El excípulo ectal es angular.

Dio (-) la prueba de yodo con el reactivo del Melzer. Las ascas no se tiñeron de azul.

Esporas:

Largo: 12.5-20 μ

Ancho: 5-15 μ

Comentario: *H. crispa* se caracteriza principalmente por: Un ascocarpo en forma de silla de montar, bilobulado (convolutos), los márgenes del píleo son ondulados y tocan el estípite; el cuerpo fructífero es de color beige; el estípite es acanalado y con agujeros profundos. Crece sobre suelo en bosques de *Pinus* y forma asociaciones micorrícicas con diversas especies de *Pinus*. Comestible

A.**B.**

Fig. No.7: A. Ascocarpo herborizado de *H. crispa* (Ref.151.03). B. Esporas (1000x)

Helvella elastica Fr.

Material estudiado:

- Ref. 99.04 Km 37.5 Carretera a San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

Descripción macroscópica:

Superficie fértil de 14-34mm de ancho, bilobulado, superficie cerosa, color negruzco, con forma de silla de montar.

Superficie interior del color de la superficie fértil.

Estípite: 30-50mm de largo, 3-6mm de diámetro en el ápice y 7-10mm de diámetro en la base, central, aplanado. Puede presentar ciertos escrobículos hacia la base. Superficie opaca, blanquecina hacia el ápice, pero se ennegrece hacia la base. Micelio basal blanco. (Fig. No.8 A)

Descripción microscópica:

100x en Melzer

Las ascas son operculadas, unitunicadas y contienen ocho esporas.

Las paráfisis son más anchas en la parte apical y son tabicadas.

Las esporas son oblongo-elipsoides y contienen una gota de aceite que abarca casi toda la espora y otras gotitas pequeñas. Son hialinas, uninucleadas y lisas. (Fig. No.8 B)

El excípulo ectal es angular.

Las ascas dieron (-) la prueba de yodo con el reactivo de Melzer. No se tiñeron de azul.

Esporas:

Largo: 12.5-20 μ

Ancho: 10-15 μ

Comentario: *H. elastica* se caracteriza principalmente por: Un ascoma negruzco, en forma de silla de montar, posee una única acanaladura longitudinal que abarca todo el estípite. Crece en bosques de *Pinus* y *Quercus*. Es comestible, aunque en algunas regiones no se conoce su uso.

A.



B.

Fig. No.8: A. Ascocarpo herborizado de *H. elastica*. B. Esporas (1000x)

Helvella aff. macropus (Fr.) P. Karst

Material estudiado:

- **Ref. 280.04** Centro Ecológico Corazón del Bosque km.144-145-CA-1. El Novillero. Santa Lucía Utatlán, Sololá. 21/10/04.

Descripción macroscópica:

Ascoma, un apotecio estipitado, copa de 12mm de altura por 35mm de ancho de diámetro. Superficie no fértil de finamente granulosa a velutina, color beige. Superficie fértil de lisa a rugulosa, finamente tomentosa, color café negruzco. Contexto de 0.5mm de grosor, color blanquecino. El borde se mancha de negro con el maltrato.

Estípite ensanchado en la base, aplanado hacia la base, superficie velutina, color grisáceo, la base de color blanco. (Fig. No.9 A)

Descripción microscópica:

Las ascas son unitunicadas, inoperculadas y contienen ocho esporas.

Las paráfisis son delgadas y más anchas en la parte apical. Son tabicadas.

Las esporas son oblongo-elipsoides, unicelulares, lisas, hialinas y contienen una gota de aceite que abarca casi toda la célula. (Fig. No.9 B)

El excípulo ectal es angular.

Las ascas dieron (-) la prueba de yodo con el reactivo de Melzer. No se tiñeron de azul.

Esporas

Largo: 12.5-22.5 μ

Ancho: 10-15 μ

Comentario: Esta especie se caracteriza por: Todo el ascoma es velutinoso, tiene forma de copa. Crece en bosques de *Pinus* y alcanza hasta los 2350msnm. No se conoce su uso.

A.



B.

Fig. No. 9: A. Ascocarpio herborizado de *H. aff. macropus*. B. Esporas (1000x)

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Tanto *Morchella* como *Helvella*, son hongos que crecen en lugares donde el suelo es muy ácido; lo cual ocurre en suelos de bosques de *Pinus*, *Quercus* y *Abies*. Estos géneros, además de la acidez del suelo, prefieren lugares donde la humedad sea muy alta. Es por eso, que las especies de estos géneros se distribuyen en lugares como Huehuetenango, Chimaltenango, Sololá, El Quiché, Totonicapán, San Marcos y partes altas de Guatemala. (Ver anexo No.1)

El rápido deterioro a causa de la actividad antropogénica y la deforestación probablemente ha creado un efecto negativo sobre la diversidad de las especies de estos géneros. La disminución de especies vegetales (*Pinus*, *Quercus* y *Abies*) causa un aumento en la temperatura, la cual tienen un efecto directo sobre la distribución de estas especies. Aunado a estos factores, el interés culinario que poseen estos hongos en Guatemala puede ser un factor que influya en la disminución de la diversidad de las especies.

A causa de los factores antes mencionados, se ha creado un vacío de información acerca de la diversidad que pueda existir en Guatemala de las especies de *Morchella* y *Helvella*.

Las características macroscópicas fueron las principales en la identificación de las especies. El tamaño y forma de las esporas es una característica microscópica que en algunas especies no se tomó en cuenta para la taxonomía, debido a que la literatura difiere en la terminología y el tamaño de las esporas. Únicamente en *H. macropus* se utilizó la forma de las esporas; ya que éstas se caracterizan por poseer esporas verrugosas. (Ver anexo No. 2)

Las especies *M. aff. rufobrunnea* y *H. aff. macropus* únicamente se identificaron como afines debido a que sus características no coinciden con las de las respectivas especies. En el caso de *M. aff. rufobrunnea*, el estípite se mancha de tonalidades rojizas a marrón, mientras que *M. rufobrunnea* se mancha de tonalidades café rosáceas a ferruginosas. En *H. aff. macropus*, tanto la superficie estéril como la fértil, son velutinosas y las esporas son lisas, mientras que la superficie fértil de *H. macropus* es totalmente lisa y la superficie no fértil es velutinosa; además *H. macropus* se caracteriza por poseer esporas verrugosas.

CONCLUSIONES

- En los géneros *Morchella* y *Helvella*, la microscopía es una herramienta secundaria; aunque en algunos casos importantes, para la taxonomía de los mismos.
- *H. lacunosa* se diferencia de *H. sulcata* y *H. crispa* en que su ascoma es de tonalidades oscuras (grisáceo oscuro a negrozco) y tiene formas variables desde silla de montar hasta mitriforme e irregular.
- *H. elastica* es la única especie que posee una única acanaladura longitudinal en todo el estípite.
- *H. macropus* se caracteriza de poseer un ascoma en forma de copa, pero se diferencia de las demás porque sus esporas son verrugosas.
- Las características más importantes en la identificación de las especies de *Morchella* son: la forma y color del ascoma, el tamaño de los alvéolos y la ruborización del cuerpo fructífero.

RECOMENDACIONES

- Continuar con los estudios taxonómicos sobre estos dos géneros; ya que la información es muy escasa.
- Realizar estudios etnomicológicos con las especies de los géneros *Morchella* y *Helvella*.
- Realizar estudios del impacto antropogénico sobre la diversidad de las especies de hongos.
- Continuar con los estudios sobre las asociaciones micorrícicas de estos hongos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Mata, H. 1,999. Macrohongos de Costa Rica. 1ª edición. Instituto Nacional de Biodiversidad INBio; Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. 265p.
2. Pfister, D. y Kimbrough J. 2,001. The Mycota VII Part A; Systematics and Evolution. Editorial McLaughlin/McLaughlin/Lemke. Berlin, Hendeberg. 257-281p.
3. Hanlin, R. Guide to Collecting and Identifying Ascomycetes. 80p.
4. Sommerkamp, Y. 1,984. “Estudio de los Macromicetos del Biotopo Universitario Lic. Mario Dary Rivera para la conservación del Quetzal”. Tesis Químico Biólogo. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. USAC.
5. Hanlin, R. y Tortolero O. 1,995. Géneros Ilustrados de *aculate*es. Editorial Botánica S.A. Barquisimeto, Venezuela. 249p.
6. Gastón S. et al. 1,995. Guía Ilustrada de los Hongos del Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero de Xalapa, Veracruz y Áreas Circunvecinas. 1ª edición. Instituto de Ecología A.C.; Xalapa, Veracruz, México. 142p.
7. García J. et al. 1,998. Hongos del Estado de Querétaro. 1ª edición. Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Autónoma de Querétaro. 199 + xiip.
8. Gammundi I. y Horak E. Hongos de los Bosques Andino-Patagónicos; Guía para el reconocimiento de las especies más comunes y atractivas. Vásquez Manzini Editores. Buenos Aires, Argentina. 139p.
9. <http://mgd.nacse.org/fsl/survey/Helvella.htm>
10. http://www.bluewillowpages.com/mushroomexpert/morchella_esculenta.html
11. <http://nov55.com/mr/phen.html>
12. <http://www.uco.es/investiga/grupos/rea/cordoba/hongos/setas/helvella%20elastica.htm>
13. www.mykoweb.com/CAF/species/Helvella_lacunosa.html
14. www.bluewillowpages.com/mushroomexpert/helvella.html
15. http://www.bluewillowpages.com/mushroomexpert/helvella_crispa.html

ANEXOS

Anexo No.1: Estructuras microscópicas de las especies de *Morchella* y *Helvella*.

Ref.	Nombre	Excípu- lo ectal	Ascas	Esporas	Paráfisis
142.03	<i>M. guatemalensis</i>	Paralelo	Unitunicadas, operculadas, inamiloides, ocho esporas	Elipsoides, lisas, hialinas, pared celular gruesa.	Tabicadas, delgadas y más anchas en la parte apical.
143.03	<i>M. rufobrunnea</i>	Paralelo	idem	idem	idem
264.04	<i>M. guatemalensis</i>	Paralelo	idem	idem	idem
302.04	<i>M. elata</i>	Paralelo	idem	idem	idem
59.03	<i>H. lacunosa</i>	Angular	idem	Ovoides, lisas, hialinas, con una gran gota de aceite.	Idem
73.03	<i>H. sulcata</i>	Angular	idem	Oblongo-elipsoides, lisas, hialinas, con una gran gota de aceite.	Idem
76.03	<i>H. sulcata</i>	Angular	idem	Idem	idem
90.03	<i>H. lacunosa</i>	Angular	idem	Idem	idem
91.03	<i>H. lacunosa</i>	Angular	idem	Idem	idem
92.03	<i>H. lacunosa</i>	Angular	idem	Idem	idem
98.03	<i>H. macropus</i>	Angular	idem	Elipsoides, verrugosas, hialinas, con una gran gota de aceite.	Idem
102.03	<i>H. crispa</i>	Angular	idem	Oblongo-elipsoides, lisas, hialinas, con una gran gota de aceite.	Idem
151.03	<i>H. crispa</i>	Angular	idem	idem	idem
152.03	<i>H. macropus</i>	Angular	idem	Oblongo-elipsoides, verrugosas, hialinas, con una gran gota de aceite.	Idem
62.04	<i>H. crispa</i>	Angular	idem	Oblongo-elipsoides, lisas, hialinas, con una gran gota de aceite.	Idem
99.04	<i>H. elastica</i>	Angular	idem	idem	idem
280.04	<i>H. macropus?</i>	Angular	idem	idem	idem

Anexo No. 2: Vegetación asociada a las especies de *Morchella* y *Helvella*.

Especie/Vegetación	<i>Quercus</i>	<i>Pinus</i>	<i>A. guatemalensis</i>
<i>M. guatemalensis</i>		X	
<i>M. elata</i>			X
<i>M. aff. rufobrunnea</i>			
<i>H. lacunosa.</i>	X	X	X
<i>H. crispa</i>	X	X	
<i>H. macropus</i>	X	X	X
<i>H. elastica</i>			
<i>H. sulcata</i>	X	X	
<i>H. aff. macropus</i>		X	

Anexo No.3 Clave para las especies mexicanas de *Morchella* de Guzmán G. & Tapia F.

- 1^a. Ascocarpo nunca ruborizado (pero puede ennegrecerse con la edad)..... 2
- 1b. Ascocarpo rojizo (pero puede ser difícil de distinguir en ascocarpos jóvenes).....6
- 2^a. Himenóforo amarillento o negruzco en ascocarpos viejos o podridos.....3
- 2b. Himenóforo gris a negruzco
5
- 3^a. Con costillas irregulares, formando pequeños alvéolos. Himenóforo globoso, subcilíndrico o cónico, a veces con la base gruesa..... *Morchella esculenta*
- 3b. Con costillas longitudinales4
- 4^a. Costillas transversales y conspicuas, formando alvéolos pequeños, redondeados y profundos*Morchella costata*
- 4b. Costillas transversales no frecuentes, con alveolos alargados *Morchella elata*
- 5^a. Himenóforo globoso, con alveolos pequeños y redondeados en costillas irregulares*Morchella umbrina*
- 5b. Himenóforo subcilíndrico o cónico, con alveolos alargados... *Morchella angusticeps*
- 6^a. Himenóforo naranja amarillento o color miel, ambos en estadios jóvenes y maduros, con costillas longitudinales y alveolos alargados, con rubor en grandes manchas vináceo oscuro o café rojizo.....*Morchella guatemalensis*
- 6b. Himenóforo gris cuando joven o café amarillento cuando maduro, con costillas longitudinales a irregulares y alvéolos de pequeños a alargados, con rubor irregular en manchas pequeñas u ocasionalmente grandes, color café rosáceo a ferruginoso*Morchella rufobrunnea*

Anexo No.4. Clave para las especies de *Helvella* de Herold A. Treibs (Trial Key to Helvellaceae in the Pacific Northwest)

1a	Head cup-shaped or flat, with or without wrinkles	2
1b	Head mitrate, convoluted, lobed, or saddle-shaped	11
2a	(1a) Stem lacking or typically less than half the height of the head.....	3
2b	Stem longer than half the height of the head	7
3a	(2a) With sharp ribs on stem, if present, and continuing at least 1/3 of the way up the outside of the cup	<i>H. acetabulum</i>
3b	Without sharp ribs on outside of head (cup)(but may have ridges on stem)	4
4a	(3b) With broad ridges on stem, if present, continuing to base of cup which appears folded or gathered.....	<i>H. leucomelaena</i>
4b	Stem, if present, is smooth, pitted, or with ridges, but base of head is not folded or gathered	5
5a	(4b) Head cup-shaped or flattened	6
5b	Head not cup-shaped or flattened.....	8
6a	(5a) Head appears waxy	<i>G. melaleuroides</i>
6b	Head not waxy	<i>Discina perlata</i>
7a	(2b) Interior of cup black, exterior and stem brown to black.....	<i>H. corium</i>
7b	Interior of cup shades of gray or brown, but not black	8
8a	(5b, 7b) Stem with 4 to 7 regular blunt ribs.....	<i>H. queletii</i>
8b	Stem smooth or hairy, but not ribbed	9
9a	(8b) Interior of cup whitish to cinnamon brown	<i>H. stevensii</i>
9b	Interior of cup gray, grayish brown, or yellowish brown	10
10a	(9b) Cup gray, grayish brown, or steel gray	<i>H. villosa</i>
10b	Cup yellowish brown to pale grayish brown	<i>H. macropus</i>
11a	(1b) Head convoluted or brain-like	12
11b	Head saddle-shaped, folded, wrinkled, mitrate, or with 2 or 3 lobes.....	16
12a	(11a) Stem deeply and irregularly fluted, like thin ribs running down stem..	<i>G. californ</i>
12b	Stem round, slightly flattened, or with blunt ridges	13
13a	(12b) Stem very thick, usually over half the diameter of the head, often mostly covered by head	<i>Gyromitra</i> □ <i>aculat</i>
13b	Stem usually much less than half the width of the head	14
14a	(13b) Head slightly convoluted and flattened, stem short or very short.....	<i>G. melaleuroides</i>
14b	Head convoluted or brain-like, not flattened, with obvious stem.....	15

- 15a (14b) Head markedly convoluted or brain-like when mature, (may be smooth when young), typically in spring or early summer *G. esculenta*
- 15b Head somewhat convoluted, usually with two pointed lobes, typically in late summer or fall *G. infula*
- 16a (11b) Head mitrate *H. lacunosa*
- 16b Head saddle-shaped, folded, wrinkled, or with 2 or 3 lobes 17
- 17a (16b) Head saddle-shaped 18
- 17b Head other shapes 28
- 18a (17a) Head whitish to cream color 19
- 18b Head darker, shades of gray or brown to black 20
- 19a (18a) Stem ribbed and furrowed *H. crispa*
- 19b Stem round, without ridges or furrows *H. stevensii*
- 20a (18b) Head very dark gray or black 21
- 20b Head shades of gray or brown 23
- 21a (20a) Head black, small (1-2 cm broad), dark round stem *H. atra*
- 21b Head dark gray to black, small to medium size (0.5 to 5 cm broad), stem with pronounced ribs 22
- 22a (21b) Stem with ridges with prominent interconnections appearing like rectangular pits and having ribs on under surface of head *H. lacunosa*
- 22b Stem with prominent ridges, interconnections rare, underside of head smooth *H. sulcata*
- 23a (20b) Stem white or nearly white 24
- 23b Stem not white or whitish 28
- 24a (23a) Stem round or somewhat flattened, not ridged 25
- 24b Stem with prominent ridges or ribs 27
- 25a (24a) Underside of head smooth (not hairy), margin of head turning toward stem especially when young *H. elastica*
- 25b Underside of head slightly hairy to hairy, margin of head turning over upper surface when young 26
- 26a (25b) Upper surface of head whitish to cinnamon brown *H. stevensii*
- 26b Upper surface of head medium to dark brown or grayish brown *H. compressa*
- 27a (24b) Underside of head with prominent ribs or ridges which often branch, often intergrown with stem *H. lacunosa*
- 27b Underside of head without ribs or with ridges scarcely extending down from stem; rarely intergrown with stem *H. □aculate*

- 28a (17b) Stem ribbed or furrowed, the ribs often with sharp edges or double-
 edged.....29
- 28b Stem round or flattened, but without ribs or furrows30
- 29a (28a) Underside of head without ribs..... *H. sulcata*
- 29b Underside of head with ribs extending from the stem toward margin, the ribs often
 branching and/or appearing interconnected *H. lacunosa*
- 30a (28b) Head yellowish brown, reddish brown, to dark brown *H. infula*
- 30b Head gray, grayish brown, or brownish gray31
- 31a (30b) Head cup-shaped or saucer shaped, sometimes splitting (may appear folded
 upward and pressed together when young)..... *H. villosa*
- 31b Head saddle-shaped with corners touching or nearly touching *H. pezizoides*

**Anexo No.5: *Morchella guatemalensis* Guzmán, Torres & Logemann
(Ref. 142.03)**



Anexo No.6: *Morchella aff. rufobrunnea* Guzmán (Ref.143.03)



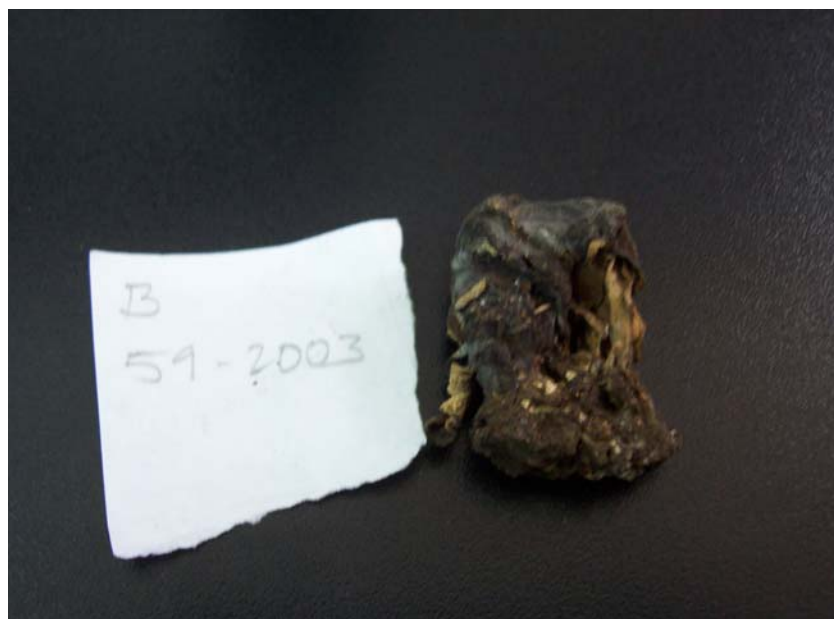
Anexo No.7: *Morchella guatemalensis* Guzmán, Torres & Logemann (Ref.264.04)



Anexo No.8: *Morchella elata* Bull.:Fr. (Ref. 302.04)



Anexo No.9: *H. lacunosa* Afzel. ex. Fr. (Ref.59.03)



Anexo No.10: *H. sulcata* Afzel. ex. Fr. (Ref. 73.03)



Anexo No.11: *H. sulcata* Afzel. ex. Fr. (Ref.76.03)



Anexo No.12: *H. lacunosa* Afzel. ex. Fr. (Ref.90.03)



Anexo No.13: *H. lacunosa* Afzel. ex. Fr. (Ref.91.03)



Anexo No. 14: *H. lacunosa* Afzel. ex. Fr. (Ref.92.03)



Anexo No.15: *Helvella macropus* (Fr.) P. Karst (Ref.98.03)



Anexo No.16: *Helvella crispa* Fr. (Ref.102.03)



Anexo No.17: *Helvella crispa* Fr. (Ref.151.03)



Anexo No.18: *Helvella macropus* (Fr.) P. Karst (Ref.152.03)



Anexo No.19: *Helvella crispa* Fr. (Ref.62.04)



Anexo No.20: *Helvella elastica* Fr. (Ref.99.04)



Anexo No.21: *Helvella aff. macropus* (Fr.) P. Karst (Ref.280.04)



RESUMEN DE INVESTIGACIÓN

**Revisión taxonómica de los géneros de hongos *Morchella* y *Helvella* de la Micoteca
“Lic. Rubén Mayorga Peralta” Facultad de C.C. Q.Q. y Farmacia, USAC
(años 2003-2004)**

Autor: Br. Carmen Regina Álvarez
Correo electrónico: cregialvarez@hotmail.com

En Guatemala se han realizado pocos estudios sobre la diversidad de los Ascomycetes, siendo éstos muy abundantes en la naturaleza. Los géneros *Morchella* y *Helvella* pertenecen a este grupo; por lo tanto, se conoce poco acerca de su taxonomía y la información de los mismos es escasa. De estos géneros, en Guatemala se conoce muy poco y se piensa que existen más especies que aún no han sido reportadas.

Para enriquecer el conocimiento de estos hongos, se realizó una revisión taxonómica sobre los géneros *Morchella* y *Helvella*. Los especímenes se obtuvieron de la Micoteca de Macrohongos “Lic. Rubén Mayorga Peralta” de la Escuela de Química Biología, Facultad de C.C. Q.Q. y Farmacia, USAC; del año 2,003 y 2,004. En total se obtuvieron 17 especímenes; 4 género *Morchella* y 13 géneros de *Helvella*. A cada espécimen se le realizaron cortes longitudinales de las costillas u orillas de los lóbulos. El reactivo que se utilizó fue Melzer, para observar si algunas estructuras eran amiloides (tornándose de color azul). Las estructuras que se describieron fueron: forma de las ascas, forma y tamaño de las esporas, las paráfisis y excípulo ectal. Adjunto a las descripciones microscópicas se utilizaron las descripciones macroscópicas para identificar los hongos por medio de claves dicotómicas para cada género.

Se identificaron dos *M. guatemalensis*, una *M. elata* y una *M. aff. rufobrunnea*. *M. aff. rufobrunnea* se diferencia de *M. rufobrunnea* en las tonalidades de las manchas del estípite. La clave dicotómica que se utilizó fue la de Guzmán G, & Tapia F. (Clave para las especies mexicanas de *Morchella*). En el caso de *Helvella*, se utilizó la clave dicotómica de Herold A. Treibs (Trial Key to Helvellaceae in the Pacific Northwest) y se identificaron cuatro *H. lacunosa*, dos *H. sulcata* (**nuevo registro para Guatemala**), dos *H. macropus*, tres *H. crispa*, una *H. elastica* y una *H. aff. macropus*. *H. aff. macropus* se diferencia de *H. macropus*, en que la primera posee la superficie fértil del ascoma velutinoso y las esporas no son verrugosas, características principales de *H. macropus*. Después de haber sido identificadas cada una de las especies, se elaboró una clave dicotómica para cada uno de los géneros (*Morchella* y *Helvella*), utilizando sus descripciones macroscópicas.

Tanto para *Morchella*, como para *Helvella*, las características macroscópicas son las más importantes en la identificación. Pero en algunos casos, como por ejemplo, *H. macropus*, difiere de las demás debido a que ésta posee las esporas verrugosas y las demás especies que se trabajaron, las esporas son lisas. La forma de las esporas es una de las características que también distingue a las especies, pero, muchos autores difieren en su terminología, por lo tanto, en esta investigación no se utilizó como herramienta importante en la identificación.

Asesor: Lic. Osberth Morales
Unidad de Biodiversidad, Aprovechamiento y Tecnología de Hongos

