

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

INFORME FINAL INTEGRADO
UNIDAD DE BIODIVERSIDAD, TECNOLOGÍA Y APROVECHAMIENTO DE HONGOS – UBIOTAH-
PERIODO DE REALIZACIÓN
ENERO 2018 – ENERO 2019

GUSTAVO ENRIQUE GONZÁLEZ VALDEZ
PROFESOR SUPERVISOR DE EDC: LIC. BILLY ALQUIJAY

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

INFORME FINAL DE DOCENCIA Y SERVICIO
UNIDAD DE BIODIVERSIDAD, TECNOLOGÍA Y APROVECHAMIENTO DE HONGOS – UBIOTAH-
PERIODO DE REALIZACIÓN
ENERO 2018 – ENERO 2019

GUSTAVO ENRIQUE GONZÁLEZ VALDEZ
PROFESOR SUPERVISOR DE EDC: LIC. BILLY ALQUIJAY
ASESOR INSTITUCIONAL: DR. ROBERTO FLORES ARZÚ

Vo. Bo. ASESOR INSTITUCIONAL

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	3
CUADRO RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES DE EDC.....	4
ACTIVIDADES DE SERVICIO.....	5
ACTIVIDADES DE DOCENCIA.....	6
ACTIVIDADES NO PLANIFICADAS.....	7
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	7
ANEXOS.....	8

INTRODUCCIÓN

Las prácticas del subprograma Experiencia Docente de la Comunidad –EDC- se llevaron a cabo en la Unidad de Biodiversidad, Tecnología y Aprovechamiento de Hongos –UBIOTAH-, de la Escuela de Química Biológica, Facultad de CCQQ y Farmacia. Allí se realizaron actividades de servicio y docencia durante el primer semestre del año 2018. El tercer informe bimensual de actividades, que abarca los meses de enero a mayo, tuvo como objetivo que el estudiante se dé cuenta de las actividades que puede realizar y adquiriera un panorama más amplio de las que desea desarrollar en un futuro (Alquijay, 2017).

Entre las distintas actividades realizadas, se destacan las enfocadas en el servicio de ordenamiento de los ejemplares del género *Lactarius* que se encuentran en la Micoteca “Rubén Mayorga Peralta” –MICG- así como en el apoyo en distintas salidas de campo para la recolecta de macrohongos en la zona oriental de Guatemala. En el apartado de docencia se brindó información sobre aspectos taxonómicos y ecológicos a estudiantes interesados en el área de macrohongos y se colaboró en la edición de videos para conferencias sobre la diversidad fúngica del país. Parte del tiempo fue invertido en la adquisición de conocimiento para la identificación taxonómica de géneros de gran importancia evolutiva, taxonómica y ecológica. En cuanto a actividades de investigación, se realizó un perfil y plan de investigación enfocado en el análisis de especies del género *Lactarius* que se encuentran colectados en el país, aunque posteriormente, por decisión conjunta con el profesor encargado, se cambió al estudio preliminar sobre la diversidad de macrohongos de la Sierra de Las Minas, en el municipio de San Agustín Acasaguastlán, El Progreso.

CUADRO RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES DE EDC

Programa Universitario	Nombre de la actividad	Fecha de la actividad	Horas EDC ejecutadas
A. Servicio	Ordenar y curar ejemplares de la micoteca.	enero – mayo	110 hrs.
	Identificar ejemplares de la micoteca.	febrero – mayo	50 hrs.
	Ayudar a tesisistas a localizar ejemplares de la colección.	marzo – mayo	16 hrs.
	Recopilar información sobre el género <i>Lactarius</i> .	febrero – marzo	40 hrs.
	Apoyar en giras de campo.	abril – octubre	120 hrs.
	Obtención y manejo de fotografías satelitales sobre lugares de interés de UBIOTAH.	abril	20 hrs.
	Ordenar la base de datos de la UBIOTAH.	abril	30 hrs.
	Gestión de investigación con Defensores de la Naturaleza.	abril	4 hrs.
B. Docencia	Brindar información a estudiantes.	marzo – mayo	20 hrs.
	Elaboración de videos para exposiciones.	mayo	50 hrs.
	Enseñanza de taxonomía básica de hongos por el Dr. Roberto Flores.	febrero – noviembre	70 hrs.
C. Servicio y docencia	Elaboración de diagnóstico, plan de trabajo e informes.	enero – junio	80 hrs.

ACTIVIDADES DE SERVICIO

1. Ordenar y curar ejemplares de la micoteca.
 - 1.1. *Objetivo:* Que el estudiante adquiera capacidades de manejo de ejemplares micológicos y el mantenimiento de la organización de la micoteca MICG.
 - 1.2. *Procedimiento:* Se manejaron los ejemplares almacenados en la micoteca para organizarlos por orden alfabético según el género del espécimen, así como curar ejemplares atacados por plagas que pueden dañar el valor científico de los especímenes.
 - 1.3. *Resultados:* Todos los ejemplares del género *Lactarius* que fueron recolectados en años recientes fueron ordenados y colocados en sus respectivas cajas. Además, se les adjuntó descripciones que se encontraban extraviadas.
 - 1.4. *Limitaciones:* No hubo limitaciones.

2. Identificar ejemplares de la micoteca.
 - 2.1. *Objetivo:* Que el estudiante adquiera capacidades taxonómicas de ejemplares micológicos.
 - 2.2. *Procedimiento:* Se estudiaron las principales características morfológicas de especímenes depositados en la Micoteca y sus descripciones
 - 2.3. *Resultados:* Varios ejemplares, principalmente del género *Lactarius* fueron reubicados al concluir que era otro género o especie. Se determinó que ha habido personas que no colocaron los especímenes correctos dentro de las bolsas respectivas.
 - 2.4. *Limitaciones:* No hubo limitaciones.

3. Ayudar a tesistas a localizar ejemplares de la colección y dar información de recolectas por medio de la base de datos MICG.
 - 3.1. *Objetivos:* Compartir información micológica a tesistas sobre información recopilada en la micoteca.
 - 3.2. *Procedimiento:* se compartió conocimiento sobre aspectos ecológicos y de la micoteca a estudiantes en procesos de elaboración de tesis que lo solicitaron.
 - 3.3. *Resultados:* Se logró transmitir conocimientos para guiar a tesistas en sus investigaciones en aspectos ecológicos principalmente.
 - 3.4. *Limitaciones:* No hubo limitaciones.

4. Recopilar información sobre el género *Lactarius* en Guatemala y ayudar en el ordenamiento fotográfico del género.
 - 4.1. *Objetivos:* Mantener organizada y actualizada la información y las fotografías de la UBIOTAH acerca de las distintas especies del género *Lactarius* en Guatemala.
 - 4.2. *Procedimiento:* Recopilar información sobre taxonomía y ecología de los hongos del género *Lactarius* en Norteamérica y en Guatemala y crear una base de datos con los datos recabados.
 - 4.3. *Resultados:* Se logró recabar información reciente sobre el género *Lactarius*, principalmente sobre nuevas especies y secciones, además de ordenar las fotografías de los hongos colectados en el país.

- 4.4. *Limitaciones:* No hubo limitaciones.
5. Brindar apoyo en viajes de campo realizados por la unidad de práctica.
- 5.1. *Objetivos:* Que el estudiante adquiera capacidades y conocimientos sobre recolección e identificación de hongos en campo.
- 5.2. *Procedimiento:* Se hicieron 11 giras de recolecta de cuerpos fructíferos; 4 en Sierra de las Minas, en el departamento de El Progreso, 1 en Mataquescuintla, Jalapa, 1 en Quezada, Jutiapa, 1 en Altavista, cerca del Cerro Alux, Sacatepéquez, 1 en Monterrico, Santa Rosa y 3 en El Cuje, Pueblo Nuevo Viñas, Santa Rosa. Los especímenes fueron posteriormente descritos, secados e ingresados a la Micoteca.
- 5.3. *Resultados:* Se apoyó en la recolecta de más de 100 ejemplares, principalmente micorrícicos en los órdenes Agaricales, Boletales, Cantharellales y Russulales.
- 5.4. *Limitaciones:* La época lluviosa de 2018 fue muy irregular por lo que se tuvo que posponer varios viajes. Algunos debieron hacerse entre semana, de un día e incluso en fines de semana. El tráfico y el mal estado de las carreteras hizo que algunos ejemplares se arruinaran durante el recorrido de retorno a la Capital.

ACTIVIDADES DE DOCENCIA

1. Brindar información a estudiantes interesados.
- 1.1. *Objetivos:* Que el estudiante brinde oportunamente sus conocimientos sobre ecología y micología a tesisistas o estudiantes de cursos de investigación de la Facultad..
- 1.2. *Procedimiento:* Se asesoró a tres estudiantes que se acercaron a la unidad práctica en busca de información micológica.
- 1.3. *Resultados:* Se logró transmitir conocimiento hacia estudiantes de la carrera de Química Biológica sobre micología, principalmente hongos micorrícicos.
- 1.4. *Limitaciones:* No hubo limitaciones.
2. Material didáctico para exposiciones.
- 2.1. *Objetivos:* Divulgar información sobre macrohongos y su importancia en nuestros ecosistemas.
- 2.2. *Procedimiento:* Se elaboró una presentación con archivos multimedia que exponen información sobre Guatemala, su cultura y su diversidad micológica.
- 2.3. *Resultados:* Se logró una presentación en power point que contenía varios videos acerca de la diversidad fúngica, etnomicología, hongos ectomicorrícicos y ecosistemas en Guatemala, que se presentó en el Kunming Institute of Botany, China. Esta conferencia fue un elemento importante para establecer un convenio entre ese centro de investigación y la Facultad de CCQQ y Farmacia.
- 2.4. *Limitaciones:* No hubo limitaciones.

ACTIVIDADES NO PLANIFICADAS

1. Fotografías satelitales sobre lugares de interés de UBIOTAH.
 - 1.1. *Objetivos:* Localizar áreas de mayor recolecta y diversidad fúngica en el país.
 - 1.2. *Procedimiento:* A través del software GoogleEarth y los registros de hongos depositados en la micoteca, se buscaron los lugares con mayor diversidad de hongos para recabar datos como vegetación y altitud.
 - 1.3. *Resultados:* Se localizaron los sitios donde se han realizado más colectas de hongos, como los remanentes de encino de Las Charcas, zona 11; los bosques mixtos de la aldea El Cuje., Pueblo Nuevo Viñas; Parque ecológico Florencia, Sacatepéquez.
 - 1.4. *Limitaciones:* No hubo limitaciones.

2. Ordenar la base de datos de la UBIOTAH.
 - 2.1. *Objetivos:* Colocar la información de la base de datos de una manera uniforme.
 - 2.2. *Procedimiento:* Se recabó información sobre las localidades de algunos ejemplares depositados en la micoteca, además de las familias en las que se encuentran actualmente algunos ejemplares, buscando actualizarla.
 - 2.3. *Resultados:* Se cambiaron localidades, colectores, identificadores y familias de distintos datos que se encontraban dudosos.
 - 2.4. *Limitaciones:* No hubo limitaciones.

3. Coordinación de investigación con Defensores de la Naturaleza.
 - 3.1. *Objetivos:* Que el estudiante adquiera capacidades y conocimientos para futuros proyectos científicos con otras instituciones.
 - 3.2. *Procedimiento:* Se acompañó al equipo técnico de UBIOTAH a la Fundación Defensores de la Naturaleza para buscar información sobre áreas de mutuo interés y para formar alianzas en futuras investigaciones.
 - 3.3. *Resultados:* Se logró recabar información de interés del área protegida Sierra de las Minas en donde se comenzó a recolectar hongos a partir del mes de julio del 2018.
Limitaciones: No hubo limitaciones.

4. Enseñanza de taxonomía básica de macrohongos por el Dr. Roberto Flores.
 - 4.1. *Objetivos:* Que el estudiante adquiera capacidades y conocimientos taxonómico de macrohongos comestibles y de interés taxonómico y ecológico.
 - 4.2. *Procedimiento:* Identificar hongos a través de fotografías, ejemplares de la micoteca y viajes de campo.
 - 4.3. *Resultados:* Se logró reconocer hongos muy comunes en la época lluviosa hasta género, como *Amanita*, *Lactarius*, *Boletus*, *Ramaria*, *Russula*, *Cantharellus*, etc.
Limitaciones: No hubo limitaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Alquijay, B. (2017). Informe bimensual EDC Integrado. Guatemala: Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia

Flores, R. (2018). Comunicación personal, realizada el 05/02/2018. Edificio T-12; USAC

ANEXOS



Anexo 1: Identificación de hongos colectados en giras de campo.



Anexo 2: Ordenar ejemplares en la Micoteca Rubén Mayorga Peralta –MICG-



Anexo 3: Apoyo en las colectas de campo de la unidad.

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

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN
“ESTUDIO PRELIMINAR DE LA DIVERSIDAD DE MACROHONGOS EN LA RESERVA DE
BIOSFERA SIERRA DE LAS MINAS, SAN AGUSTÍN ACASAGUASTLÁN, EL PROGRESO.”
UNIDAD DE INVESTIGACION: BIODIVERSIDAD, TECNOLOGÍA Y APROVECHAMIENTO DE
HONGOS –UBIOTAH-
PERIODO DE REALIZACIÓN ENERO 2018 – ENERO 2019

GUSTAVO ENRIQUE GONZÁLEZ VALDEZ
PROFESOR SUPERVISOR DE EDC: LIC. BILLY ALQUIJAY
ASESOR DE INVESTIGACIÓN: DR. ROBERTO FLORES ARZÚ

Vo. Bo. ASESOR DE INVESTIGACIÓN

ÍNDICE

RESUMEN.....	11
INTRODUCCIÓN.....	12
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
JUSTIFICACIÓN.....	13
REFERENTE TEÓRICO.....	14
OBJETIVOS.....	16
METODOLOGÍA.....	17
RESULTADOS.....	19
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	21
CONCLUSIONES.....	23
RECOMENDACIONES.....	23
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24
ANEXOS.....	27

RESUMEN

La Reserva de Biósfera Sierra de las Minas (RBSM) es un área con gran diversidad de flora y fauna, donde el aislamiento geográfico, la gran variedad de elevaciones y de clima provocan distintos hábitats en territorios cercanos. Un grupo biológico que aún no había sido estudiado en la RBSM son los hongos, los cuales desempeñan importantes funciones en el equilibrio ecológico de la reserva.

Se realizó un estudio preliminar sobre la diversidad de macrohongos que se encuentran en la Reserva de Biósfera Sierra de las Minas, en el municipio de San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, así como conocer cómo cambian las especies según el gradiente altitudinal e identificar especies que puedan ser endémicas. El estudio se llevó a cabo desde marzo a octubre de 2018, haciendo varias visitas de campo con recolecta de hongos, muestreando desde los 800-2600 msnm en bosques de encino, pino, pino-encino, y bosque mixto de latifoliadas-coníferas y trabajo de laboratorio con revisión bibliográfica. Estos muestreos se realizaron aprovechando las condiciones de precipitación pluvial y humedad existentes en la región. Al describir los ejemplares se analizaron las tres partes principales del cuerpo fructífero: píleo, himenio y estípite. Se midió la longitud de cada parte en milímetros con una regla y para definir de mejor manera los colores de los ejemplares se usaron guías de colores.

Se recolectaron 94 especies/morfoespecies, los cuales corresponden a 6 órdenes distintos (Pezizales, Agaricales, Boletales, Cantharellales, Polyporales y Russulales) y 39 géneros distintos. El orden con mayor riqueza fue el de Boletales con 42 especies/morfoespecies, mientras que el menor fue Polyporales con únicamente una especie. Los macrohongos presentaron mayor riqueza a los 1001-1500 msnm de altitud, seguido de 2001-2500 msnm. El mes que presentó mayor colecta de hongos fue septiembre, lo cual se encuentra relacionado con la época de lluvia del lugar de estudio.

Se reportaron primeros registros para el país, así como especies nuevas para la ciencia. Entre ellas se puede mencionar a *Amanita aff. farinosa*, *Aureoboletus singeri*, *Boletellus* sp. nov., *Phylloporus* sp. nov., *Pulveroboletus* sp. nov. *Suillus spraguei*, *Lactarius* sp. nov.

INTRODUCCIÓN

La Reserva de Biósfera Sierra de las Minas (RBSM) es un área con gran diversidad de flora y fauna, donde el aislamiento geográfico, la gran variedad de elevaciones y de clima provocan distintos hábitats en territorios cercanos. La vegetación local es una mezcla de asociaciones neárticas y neotropicales donde coexisten de coníferas, robledales y poblaciones de diversas lauráceas con abundantes asociaciones de musgos, helechos y epífitas. La RBSM divide la zona oriental del país en una región húmeda al norte (valle del Polochic) y en una región muy seca al sur (valle del Motagua) (Defensores de la Naturaleza, 2010).

Un grupo biológico que aún no ha sido estudiado en la RBSM son los hongos, los cuales desempeñan importantes funciones en el equilibrio ecológico de la reserva. Los hongos simbióticos son indispensables para el desarrollo de muchas plantas, las cuales no prosperarían sin la asociación de hongos en forma de micorrizas. Los saprófitos, en cambio, utilizan sustancias orgánicas inertes, muchas de ellas en descomposición, que pueden ser reservas de otros organismos, productos de excreción y excrementos o restos de animales o vegetales (Herrera y Ulloa, 1990). También se encuentran líquenes y hongos patógenos de plantas e insectos, que cumplen su función en ese equilibrio ecológico.

En Guatemala el estudio sobre hongos aún sigue siendo escaso, como sucede en muchos países de América, tanto a nivel de riqueza de especies, como de ecología y aprovechamiento. Flores, Comandini & Rinaldi (2012) reportaron 350 especies para el país, un dato conservador considerando que los hongos son el segundo grupo de organismos más diverso del planeta (Pérez-Moreno y Read, 2004).

En la presente investigación se planteó realizar un estudio preliminar sobre la diversidad de macrohongos que se encuentran en la Reserva de Biósfera Sierra de las Minas, en el municipio de San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, así como conocer cómo cambian las especies según el gradiente altitudinal e identificar especies que puedan ser endémicas. El estudio se llevó a cabo desde marzo a octubre de 2018, haciendo varias visitas de campo con recolecta de hongos, muestreando desde los 800-2600 msnm en bosques de encino, pino, pino-encino, y bosque mixto de latifoliadas-coníferas y trabajo de laboratorio con revisión bibliográfica.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas es una de las cadenas montañosas más grandes de América Central. Su aislamiento geográfico y la gran variedad de elevaciones contiene una gran diversidad de flora y fauna que son equivalentes a islas de evolución genética, con alto endemismo (UNESCO, 2002).

Por la gran variabilidad de microclimas que posee, dados por particulares gradientes topográficos y climáticos regionales (la ladera norte, por ejemplo, recibe mucha humedad del océano Atlántico) y la dominancia de fagáceas y coníferas, puede esperarse una gran cantidad de cuerpos fructíferos, ya que su producción aumenta considerablemente en presencia de altas tasas de humedad (Arteaga y Moreno, 2006; Rosito, 2010). Además, la Sierra constituye uno de los sistemas montañosos más antiguos de Centroamérica Nuclear (Rosito, 2010) por lo que podrían encontrarse remanentes fúngicos nunca antes estudiados en el país.

Aunque la Sierra es la principal fuente de producción hídrica de la zona oriental del país también se ve amenazada por la deforestación y la tala ilegal (Defensores de la Naturaleza, 2010) por lo que este trabajo de investigación pretende conocer la diversidad fúngica presente en un área de la Sierra como un primer paso hacia un proyecto más grande de profundización sobre el mismo.

JUSTIFICACIÓN

Guatemala cuenta con una gran cantidad de géneros y especies de macrohongos a pesar de su pequeña extensión territorial. El estudio sobre hongos en el país es aún escaso, a pesar de que varias comunidades los utilizan como parte importante de su dieta y tradición (Bran, *et al.*, 2003), además el estudio taxonómico de este grupo sigue siendo muy limitado y pocos investigadores se han podido dedicar a la descripción de nuevas especies (Flores, Comandini y Rinaldi, 2012; Morales, Cáceres, Guirriarán, Flores y Bran, 2012; Medel, Morales, Castillo y Cáceres, 2013; Quezada, Pérez-Silva y Sunum, 2013).

Hasta la fecha solo se conoce de un estudio preliminar sobre diversidad fúngica en la Sierra de las Minas, pero nunca fue publicado y generó una serie de preguntas acerca de la distribución de ciertos géneros y especies de hongos al comparar la zona occidental de la oriental, el tipo de suelo, vegetación e historia geológica.

Este estudio pretende dar respuesta a algunas de estas preguntas y conocer de mejor manera la diversidad fúngica presente en el área.

REFERENTE TEÓRICO

La Reserva de Biósfera Sierra de las Minas (RBSM) está ubicada en el nororiente de Guatemala, entre los valles del río Polochic y el río Motagua, que ocupa un área de 242,642 hectáreas de extensión. Forma parte de una cadena montañosa que ocupa parte de cinco departamentos de Guatemala: Alta Verapaz, Baja Verapaz, El Progreso, Zacapa e Izabal. En un recorrido de este a oeste, se extiende aproximadamente en 130 kilómetros de longitud y varía entre 10 y 30 kilómetros de ancho, con elevaciones desde el nivel del mar hasta los 3,015 metros (Fundación Defensores de la Naturaleza, 2010).

La RBSM alberga una alta biodiversidad y aún mantiene buenos niveles de integridad biológica que brindan importantes servicios ambientales como agua, sumidero de carbono, productor oxígeno, además de ser una fuente de semilleros forestales y especies de plantas medicinales y nutricionales; además se encuentra albergadas importantes especies endémicas y en peligro de extinción, tanto regionales como nacionales (Estrada, 2017).

Así también, la Sierra de las Minas es una barrera natural importante que ha mitigado los fenómenos del cambio climático y vulnerabilidad ambiental dentro de la región especialmente por la cobertura forestal, provocando menos daños a la infraestructura y población local (Rosito, 2010; Estrada, 2017).

La cantidad y características de la lluvia en las partes altas varían mucho en distancias muy cortas. La precipitación se estima entre los 700 y 3,000 mm. anuales. La condensación de agua en la vegetación de los bosques nubosos alimenta a los ríos, también durante los meses de baja precipitación. La depresión oeste-este de la Sierra de las Minas juega un papel muy importante en el patrón de precipitación del Valle del Motagua. Las cordilleras altas crean condiciones de sombra de lluvia, lo que repercute en el valle medio del Motagua donde se reporta una precipitación anual de menos de 500 mm, siendo el valle más árido y seco de Centro América (Fundación Defensores de la Naturaleza, 2010).

La gran cantidad de humedad que se encuentra en la RBSM puede ser un factor clave en la búsqueda de macrohongos, ya que la producción de cuerpos fructíferos está asociada a las lluvias y altas tasas de humedad. Además la Sierra de las Minas está bordeada, tanto al norte como al sur, por dos grandes depresiones que corresponden a las fallas del Motagua y del Polochic. Está formada en su mayoría por rocas paleozoicas, que son las rocas más antiguas de Centro América, por lo que podrían

encontrarse especies aisladas con un alto endemismo (Defensores de la Naturaleza, 2010; Uribarren Bazán y Rosio, 2017).

Los hongos (reino Fungi) son eucariontes, aerobios, macro o microscópicos, heterótrofos, con nutrición efectuada mediante secreción de enzimas (exoenzimas) que digieren la materia orgánica antes de ingerirla (absorción) y es almacenada en forma de glucógeno (Uribarren *et al.*, 2017).

Según Blackwell *et al.* (2009) la clasificación actual del reino incluye 7 *phyla*:

- Ascomycota: hongos formadores de sacos y levaduras.
- Basidiomycota: hongos de sombrilla, royas y tizones.
- Blastocladiomycota: hongos zoospóricos con absorción osmótrofa.
- Chytridiomycota: hongos zoospóricos.
- Glomeromycota: hongos formadores de micorrizas arbusculares.
- Neocallimastigomycota: hongos anaeróbicos presentes en el tracto digestivo de herbívoros.

La mayoría de macrohongos se encuentra en el grupo Basidiomycota, sin embargo muchas especies del grupo Ascomycota que son llamativas por su forma o color también se consideran macrohongos.

Los cuerpos fructíferos de Basidiomycota están compuestos en su mayoría por un sombrero o píleo, sostenido por un pie llamado estípite. La parte interna del píleo y el estípite es llamado contexto. El tejido fértil o reproductivo se encuentra debajo del píleo y es denominado himenio; puede ser totalmente liso o estar formado por láminas, venaciones, arrugas, dientes y poros. En el himenio se pueden encontrar basidios (característica distintiva del grupo), las cuáles dan origen a las esporas; éstas son células especializadas que forman parte de la fase reproductiva del hongo (Mata, 1999).

Los hongos de Ascomycota se diferencian por la presencia de sacos (ascos) en el himenio, que contienen las esporas. El grupo incluye especies cuyos cuerpos fructíferos semejan copas, dedos, colmenas, etc. (Mata, 1999).

La taxonomía actual de hongos está presentando varios problemas por haberse basado en criterios morfológicos, los cuáles en muchos casos son respuesta a condiciones ambientales. Actualmente se intenta crear un sistema de clasificación que incluya un conjunto de caracteres no excluyentes (químicos, fisiológicos, moleculares) que reflejen las verdaderas relaciones de este grupo (Jiménez, 2013).

Los macromicetos, que se caracterizan por producir cuerpos fructíferos visibles para dispersar sus esporas, no son de ninguna manera una categoría sistemática, pero los hongos más grandes son de particular interés debido a su importancia como recursos alimentarios y como componente de la cultura tradicional. Además, muchos basidiomicetos y ascomicetos con esporocarpos conspicuos a menudo desempeñan un papel importante como micobiontes ectomicorrícicos de árboles y arbustos de bosques boreales en el hemisferio norte y son elementos importantes en muchas áreas del hemisferio sur (Rinaldi, Comandini y Kuyper, 2008).

A pesar de la enorme diversidad biológica en el país, nuestro conocimiento de la micobiota local es bastante pobre. El último listado de especies de macrohongos del país fue publicado por Flores *et al.* en 2012, donde se enlistan 350 especies, un número bastante alto tomando en cuenta la extensión territorial de Guatemala; Sin embargo, parece ser que solo se ha documentado aproximadamente el 1% de las especies, según las previsiones de Mueller, Bills y Foster 2004) y contando las publicaciones de Medel *et al* (2013) y Quezada *et al* (2013). Es importante reportar la diversidad, especiación y función ecológica de este grupo, ya que se encuentra amenazado por la deforestación, el avance de la frontera agrícola y la falta de estudios sobre su aprovechamiento y potencialidad (Flores *et al.*, 2002).

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Identificar las especies de macrohongos en la Reserva Biosfera Sierra de las Minas, dentro del municipio de San Agustín Acasaguastlán, durante el período julio-noviembre 2018.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar si existe diferencia en la composición micológica según el gradiente altitudinal en la Sierra, desde los 1200-2600 msnm.
- Determinar si existen especies con carácter endémico, particularmente boletales y lactarios.

METODOLOGÍA

DISEÑO

POBLACIÓN

Macrohongos de la Sierra de las Minas, Municipio de San Agustín Acasaguastlán, El Progreso.

MUESTRA

Macrohongos recolectados en la Sierra de las Minas, Municipio de San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, en el periodo marzo-octubre 2018.

TÉCNICAS A USAR EN EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN

RECOLECCIÓN DE MUESTRAS

Los muestreos se realizaron durante el año 2018 en los meses de marzo, julio, septiembre y octubre en la Reserva de Biósfera Sierra de las Minas, en la parte ubicada en San Agustín Acasaguastlán, El Progreso. Estos muestreos se realizaron aprovechando las condiciones de precipitación pluvial y humedad existentes en la región. Se hicieron muestreos por conveniencia, buscando aleatoriamente los ejemplares a lo largo del camino, senderos y dentro del bosque con una distancia no mayor de 100 m de un camino. Los hongos se recolectaron con las técnicas usuales en estudios de macromicetos señaladas por Guzmán (1977), Cifuentes, Villegas y Pérez-Ramírez (1986), Largent (1986) y Mueller *et al.*, (2004), procurando recolectar todos los grupos ecológicos que estuvieran presentes durante en cada muestreo. Los principales sitios de colecta fueron los distintos remanentes de bosques ubicados en el camino de terracería hacia la RBSM y en el área protegida RBSM. Al localizar un ejemplar se tomó fotografía en su hábitat natural. Cada espécimen recolectado se colocó sobre papel encerado, de manera que se puedan cerrar los extremos sin producirles daño. Se anotaron en la libreta de campo todos los datos del espécimen, sus caracteres macroscópicos sobresalientes, ubicación geográfica y datos ecológicos. Se colocaron debidamente identificados dentro de una canasta para posteriormente ser llevados a la Micoteca "Rubén Mayorga Peralta"–MICG para su descripción macroscópica completa. Finalmente los hongos fueron colocados en una deshidratadora con temperaturas entre 35° C a 50° C hasta su secado completo.

El material estudiado se encuentra depositado en la Micoteca "Rubén Mayorga Peralta" –MICG-, Escuela de Química Biológica, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, con su etiqueta de número de referencia, geoposición, y descripción.

ANÁLISIS DE DATOS

Las características macroscópicas fueron utilizadas para la determinación taxonómica y fueron utilizadas claves taxonómicas de Norte América y Europa, donde se comparó y evaluó las semejanzas y diferencias de los ejemplares locales con las fotos y descripciones de cada especie afín. Para la identificación fue necesario acudir a publicaciones sobre grupos taxonómicos particulares y sobre biotas regionales, en las que se describen nuevas especies de macromicetos, esto implicó la revisión de diferentes tipos de documentos en revistas especializadas, monografías de géneros, familias o grupos taxonómicos particulares y libros sobre hongos de diferentes regiones del mundo.

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el programa Excel, con el que se elaboró una planilla con la información recabada, además de gráficos de barras.

INSTRUMENTOS PARA REGISTRO Y MEDICIÓN DE LAS OBSERVACIONES

Para la descripción macroscópica se utilizaron boletas de papel donde se coloca el correlativo de la Micoteca "Ruben Mayorga Peralta" – MICG, la localidad donde se colectó el hongo, la fecha y características de la vegetación alrededor del espécimen y el recolector.

Al describir los ejemplares se analizaron las tres partes principales del cuerpo fructífero: píleo, himenio y estípite. Se midió la longitud de cada parte en milímetros, con una regla y para definir de mejor manera los colores de los ejemplares se usaron las guías de colores de Küppers (1987 y 1999), teniendo en cuenta la importancia de este dato en publicaciones indexadas.

RESULTADOS

Se hicieron 4 muestreos en donde recolectaron 94 especies/morfoespecies (más de un ejemplar por especie si era posible), los cuales corresponden a 6 órdenes distintos (Pezizales, Agaricales, Boletales, Cantharellales, Polyporales y Russulales), 39 géneros distintos (Ver anexo 1). El orden con mayor riqueza fue el de Boletales con 42 especies/morfoespecies, mientras que el menor fue Polyporales con únicamente una especie (Ver gráfico 1). De las 84 especies identificadas, únicamente 7 eran saprobias y 87 eran micorrícicas, mostrando una distinción notable (Ver gráfico 2).

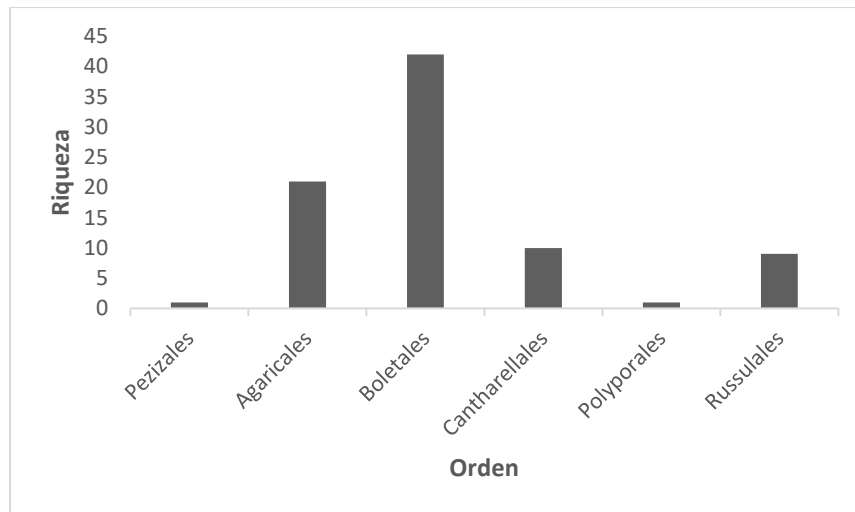


Gráfico 1: Riqueza de macrohongos recolectados en la RBSM con respecto al orden al que pertenecen.

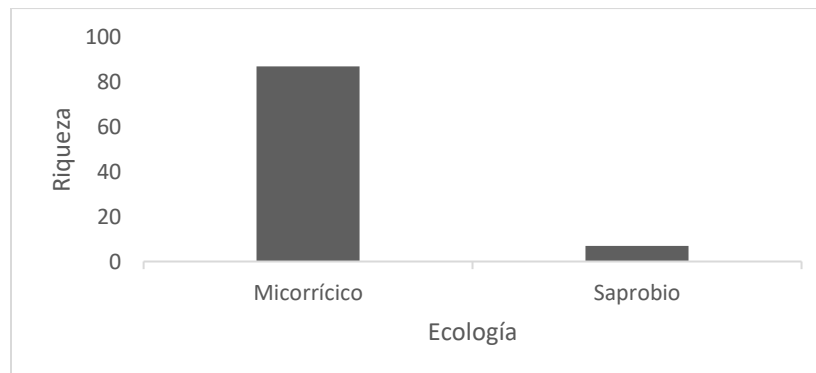


Gráfico 2: Riqueza de macrohongos recolectados en la RBSM con respecto a la forma de vida.

Al comparar la riqueza de hongos según el gradiente altitudinal, se produjeron dos picos con valores de riqueza muy altos, que corresponden a altitudes entre los 1001-1500 msnm y 2001-2500 msnm,

reportando 40 y 38 especies/morfoespecies respectivamente. La altitud superior a 2501 msnm fue la que menor riqueza mostró, pudiendo encontrar únicamente 2 especímenes.

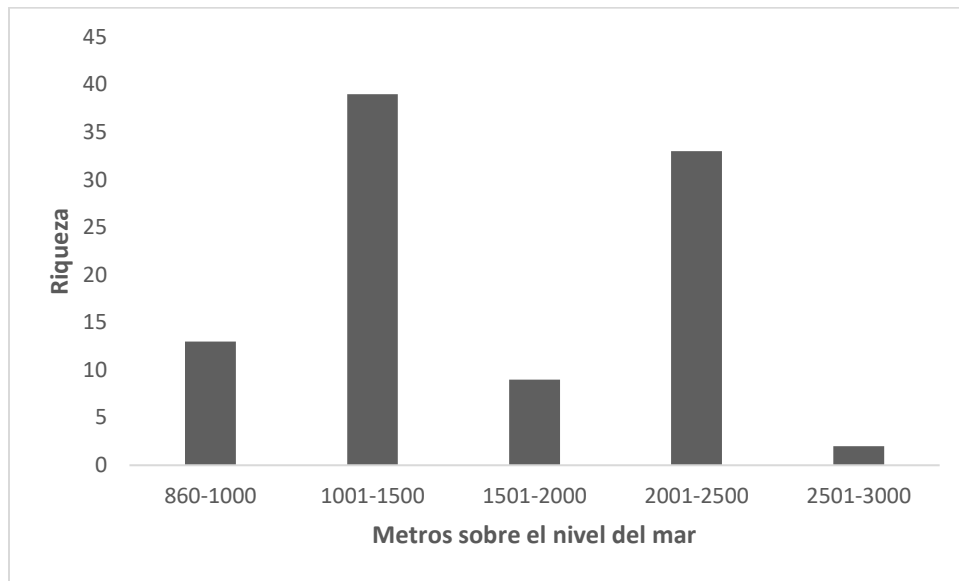


Gráfico 3: Riqueza de macrohongos recolectados en la RBSM con respecto a un gradiente altitudinal.

Al comparar la riqueza de hongos según los meses en donde se realizaron las colectas, se produjo un pico con un valor de riqueza alto (51), que corresponden al mes de septiembre del año 2018. El mes de marzo del 2018 fue el que menos colectas demostró con únicamente una especie.

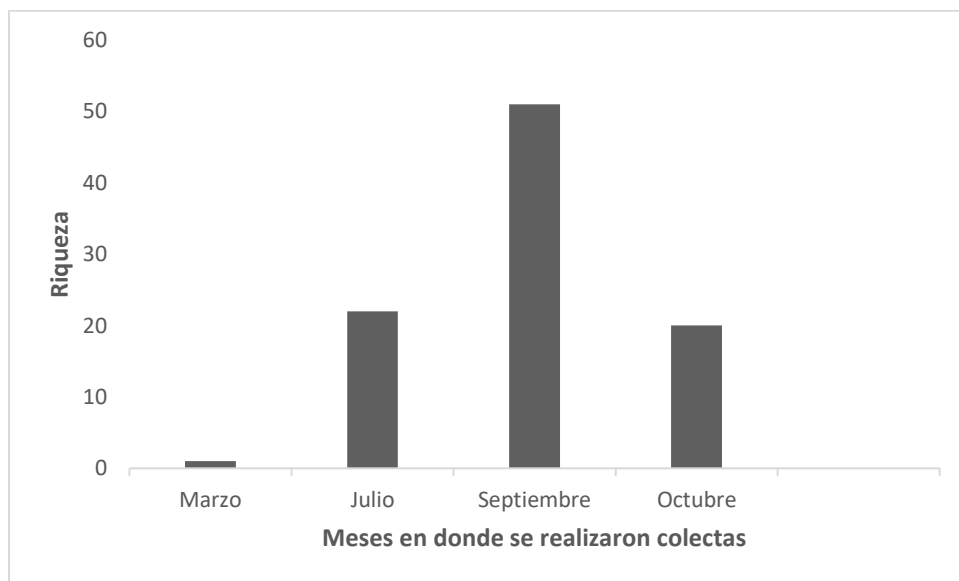


Gráfico 4: Riqueza de macrohongos recolectados en la RBSM con respecto al mes de colecta.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Guatemala es un sitio de alta diversidad biológica, producto de su posición geográfica, historia geológica y natural del istmo centroamericano. A pesar de poseer una extensión territorial pequeña (108,889 km²), la cantidad de especies fúngicas en el país es alta a pesar de la falta de información en ciertas localidades.

En este estudio se registraron 94 especies/morfoespecies de macrohongos, un número alto al compararlo con otros estudios en Costa Rica, en donde reportan 400 especies en las montañas de Talamanca a lo largo de 10 años de muestreos (Halling y Mueller, 2005), un período notablemente mayor al de nuestra investigación si se toma en cuenta que solamente se realizaron tres colectas. Sin embargo esta diversidad seguramente incrementará al aumentar la frecuencia de muestreos. O'Dell & Ammirati (1999) indicaron que sólo el 5-20% de las especies de que forman ectomicorrizas fructifican en dos años consecutivos, esto en base a su estudio en el Parque Nacional Olympic, Washington, EE. UU.; mientras que Schmit, Murphy & Mueller (1999) reportaron también diferencias en la composición de especies durante tres años consecutivos de muestreo en el bosque de encino Dunes National Lakeshore, Indiana, EE. UU.

La elevada riqueza de los órdenes Boletales, Agaricales y Cantharellales se puede explicar por la facilidad de detectarlas en el campo, ya que algunos son muy conspicuos o de coloraciones intensas, además de que engloban un gran número de especies con diferentes requerimientos (Papa, 2015). Se debe resaltar que estos órdenes abarcan aproximadamente 93% del total de especies encontradas.

Henkel, Aime, Chin, Miller, Vilgalys y Smith (2011) citan a la familia Boletaceae como la segunda con mayor número de especies presentes en bosques de Guyana, lo que se asemeja a lo encontrado en este estudio.

Gómez (2013) encontró que en Veracruz, México, la diversidad y riqueza de hongos ectomicorrícicos incrementa con la altitud y que muchas especies mostraron esta tendencia en el gradiente altitudinal del bosque nuboso, encontrando la máxima riqueza alrededor de los 2,000 metros de altitud. En nuestro estudio, la mayor riqueza de hongos se encontró a los 1001-1500 msnm, seguido cercanamente de 2001-2500 msnm. La influencia del patrón altitudinal no se refleja totalmente puesto que se encontró una disminución intermedia, que probablemente se debió a menor recolecta de hongos por lo escarpado del camino y lodo así como por la densa vegetación. A llegar cerca de los 2000 metros la pendiente es menos pronunciada y la vegetación un poco más abierta.

Sorprendentemente, en la cumbre (2550 mts aprox.), se encontraron pocos ejemplares de hongos a pesar de contar con la presencia de árboles de encino más grandes y antiguos, pero también menor diversidad de especies. También debe considerarse que el muestreo fue menor en la zona más alta, por lo tardío del ascenso y la presión de regresar antes del anochecer. En las áreas de sotobosque solo se encontraron algunos géneros micorrícicos como *Laccaria*, *Cortinarius*, *Chalciporus* y *Tricholoma* y se observó mayor cantidad de poliporales y algunos agaricales saprobios. Para documentar la diversidad fúngica y los patrones de la altitud, Schmit & Lodge (2005) señalan que es preciso un mayor tiempo de muestreo. En este caso, la investigación en la zona más alta requiere de más apoyo humano, energía eléctrica para la adecuada preservación de los ejemplares colectados y permanecer en el albergue por lo menos una noche en cada muestreo.

Otro factor que puede explicar la distribución altitudinal de las 87 especies de hongos ectomicorrizógenas registradas, es la distribución de sus plantas hospederas (*Quercus*, *Pinus*, *Alnus*, *Abies*, *Podocarpus*, *Carpinus*) en la Sierra y de una probable especificidad, que apenas se comienza a entender en ciertos bosques de Guatemala. Se debe reconocer la existencia de especies generalistas de hongos que pueden compartir diferentes hospederos y en ocasiones diferentes niveles del gradiente altitudinal y climático y otras que manifiestan una más notable especificidad de simbioses vegetales (García, 2013).

En el presente estudio se observó una mayor cantidad de especies colectadas en el mes de septiembre, mientras que en el mes de marzo la presencia de macrohongos fue casi nula, esto debido a que La Sierra de las Minas recibe menor lluvia durante los meses de noviembre a mayo que varían en promedio entre 44.7 mm en el lado sur y 97 mm y norte. Mientras que la temporada lluviosa que va de junio a octubre alcanza en promedio los 242.7 mm en la vertiente sur y 596.1 mm (Rosito, 2010).

Otro aspecto de amplia importancia que alberga este estudio es el reporte de primeros registros para el país, así como especies nuevas para la ciencia. Entre ellas se puede mencionar, *Aureoboletus aff singerii*, *Suillus aff spraguei*, *Hericium aff erinaceus* y nuevas especies en los géneros *Amanita*, *Boletellus*, *Phylloporus*, *Pulveroboletus*, *Caloboletus*, *Rubroboletus*, *Hortiboletus*, *Cortinarius*, *Laccaria*, *Lactarius*. El conocimiento de estas especies nos permitirá conocer con mayor profundidad la diversidad fúngica que se encuentra en Guatemala y aprovecharla correctamente en la difusión de esta riqueza, su función ecológica y como medio para contribuir a la conservación de esta reserva de la biósfera.

Es importante señalar que los hongos de algunas familias como Marasmiaceae, Mycenaceae y otras, son un tanto complicadas en cuanto a su identificación y pocos investigadores especializados en estos grupos se encuentran en Guatemala de tal forma que han sido poco estudiadas a través de este tiempo y por dicha razón solo pocas especies de estos géneros han sido incluidas en el estudio, y en algunos casos solo han sido determinadas a género en la categoría de morfoespecie.

CONCLUSIONES

- Se recolectaron cuerpos fructíferos de macrohongos que corresponden a 6 órdenes distintos (Pezizales, Agaricales, Boletales, Cantharellales, Polyporales y Russulales), 39 géneros y 94 especies/morfoespecies distintas en la RBSM, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso.
- El grupo que presentó mayor riqueza fue el orden Boletales, con 42 especies/morfoespecies colectadas.
- Los macrohongos presentaron mayor riqueza a los 1001-1500 msnm de altitud, seguido de 2001-2500 msnm.
- El mes que presentó mayor colecta de hongos fue septiembre, lo cual se encuentra relacionado con la época de lluvia del lugar de estudio.

RECOMENDACIONES

- Realizar un mayor número de muestreos y recolectas para poder obtener resultados más significativos sobre la diversidad y riqueza de especies en la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas y determinar por qué la reducción hacia los 2500 msnm.
- Realizar el mismo tiempo de muestreo en las distintas altitudes para que los datos obtenidos sean comparables.
- Identificar macrohongos de órdenes como Polyporales y familias como Marasmiaceae y Mycenaceae para complementar este estudio.
- Aumentar el estudio de macrohongos en la RBSM, ya que por su historia geológica y su rol ecológico en la actualidad, es un sitio de alto endemismo que alberga especies endémicas locales o regionales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arteaga, B. & Moreno, C. (2006). Los hongos comestibles silvestres de Santa Catarina del Monte, Estado de México. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 12(2), 125–131.
- Blackwell, M., Vilgalys, R., James, T. y Taylor, J. (2009). *Fungi. Eumycota: mushrooms, sac fungi, yeast, molds, rusts, smuts, etc.*. Recuperado de tolweb.org/Fungi/2377/2012.01.30
- Bran, M., Morales, O., Cáceres, R., & Flores, R. (2003). Contribución al conocimiento de los hongos comestibles de Guatemala, *Revista Científica Facultad de Farmacia Universidad de San Carlos de Guatemala*, 1(1), 5- 21.
- Cifuentes, J., Villegas, M., Pérez-Ramírez, L. (1986). Hongos. In: Lot, A., F. Chiang (comp.). *Manual de herbarios*. México: Consejo Nacional de la Flora de México.
- Estrada, C. (2017). *Síntesis de investigaciones en la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas y su zona de influencia*. Guatemala: Defensores de la Naturaleza.
- Flores, R. *et al.* (2002). Hongos micorrícicos del bosque de pino y pinabete de Guatemala. Dirección General de Investigación, Guatemala.
- Flores, R., Comandini, O. & Rinaldi, A.C. (2012). A preliminary checklist of macrofungi of Guatemala with notes on editability and traditional knowledge. *Mycosphere*, 3(1), 1-21.
- Fundación Defensores de la Naturaleza. (2010). *IV Actualización Plan Maestro 2010-2014: Reserva de Biosfera Sierra de las Minas*. Guatemala. 149p.
- García, J. (2013). *Diversidad de Macromicetos en el estado de Tamaulipas, México*. México: Universidad Autónoma de Nuevo León: Tesis de Doctorado.
- Gómez, M. (2013). *Efecto de un gradiente ambiental determinado por altitud en la distribución y diversidad de grupos funcionales macrofúngicos en el centro de Veracruz, México*. México: INECOL.
- Guzmán, G. (1977). *Identificación de los Hongos Comestibles, Venenosos, Alucinantes y Destruidores de Madera*. Limusa, México.
- Halling, R. y Mueller, G. (2005). *Common mushroomsof the Talamanca mountains, Costa Rica*. Estados Unidos: The New York Botanical Garden.

- Henkel, T., Aime, M.C., Chin, M., Miller, S., Vilgalys, R. & Smith, M. (2011). Ectomycorrhizal fungal sporocarp diversity and discovery of new taxa in Dicumbe monodominant forests of the Guiana Shield. *Biodiv Conserv*, 2011, 1-26.
- Herrera, T. y Ulloa, M. (1990). *El Reino de los Hongos Micología básica y aplicada*. Primera Edición. UNAM & Fondo de Cultura Económica. México. 552pp.
- Küppers, H. (1972). *Der Große Küppers-Farbenatlas*. Germany: Callwey. ISBN 3 7667 0841 4
- Küppers, H. (1999). *Atlas de los colores*. Argentina: Editorial Blume.
- Largent, D. L. (1986). *How to identify Mushrooms to genus I: macroscopic features*. 2nd ed. Eureka: Mad River Press Inc. 166 p.
- Mata, M. (1999). *Macromicetos de Costa Rica*. Vol. 1. Costa Rica: Instituto Nacional de Biodiversidad de Costa Rica.
- Medel, R., Morales, O., Castillo, R. y Cáceres, R. (2013). New ascomycete records from Guatemala. USA: *Mycotaxone* 124: 73-85.
- Morales, O., Cáceres, R., Guirriarán, N., Flores, R. y Bran, M.C. (2012). *Especies de Macrohongos reportadas para Guatemala*. Guatemala: Biodiversidad de Guatemala Vol. II.
- Mueller, G., Bills, G.F. y Foster, M. (2007). *Biodiversity of fungi*. China: ELSEVIER
- O'Dell, T., Ammirati, J. & Schreiner, E. (1999). Species richness and abundance of ectomycorrhizal basidiomycete sporocarps on a moisture gradient in the *Tsuga heterophylla* zone. *Can J Bot*, 77, 1699-1711.
- Papa, M. (2015). *Relación de la frecuencia de hongos ectomicorrízicos con la estructura y composición de especies arbóreas en el Biotopo Universitario de la Conservación del Quetzal "Mario Dary Rivera*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala (Tesis de Licenciatura).
- Pérez-Moreno, J. y Read, D. (2004). Los hongos extomicorrízicos, lazos vivos que conectan y nutren a los árboles en la naturaleza. *Interciencia* 29:239-245.
- Quezada, M., Pérez-Silva, E. y Sunum, R. (2013). Nuevos registros de Agaricales para la ecorregión Lachuá, Alta Verapaz, Guatemala. España: *Bol. Sociedad Micológica*.

- Rinaldi, A.C., Comandini, O. y Kuyper, T.W. (2008). Ectomycorrhizal fungal diversity: separating the wheat from the chaff. *Fungal Diversity* 33, 1-45.
- Rosito, J. (2010). Sistematización de información ecohidrológica de la Reserva de la biosfera Sierra de las Minas. Guatemala: FDN.
- Schmit, J., Murphy, J. and Mueller, G. (1999). Macrofungal diversity in a temperate oak forest: A test of species richness estimators. *Canadian Journal of Botany* 77:1014-1027
- Schmit, J. & Lodge, J. (2005). Classical methods and modern analysis for studying fungal diversity. En J. Dighton, J. White & P. Oudemans (eds), *The Fungal Community Its organization and role in the ecosystem*, 3 ed (p. 193-214). Estados Unidos: Taylor & Francis Group.
- UNESCO. (2012). Sierra de las Minas Biosphere Reservation. Recuperado de: <https://whc.unesco.org/en/tentativelists/1765/>
- Uribarren, T., Bazán, E. y Rosio, L. (2017). Generalidades de micología. Facultad de Medicina, UNAM, México.

ANEXOS

ESTUDIO PRELIMINAR DE LA DIVERSIDAD DE MACROHONGOS EN LA RESERVA DE BIOSFERA SIERRA DE LAS MINAS, SAN AGUSTÍN ACASAGUASTLÁN, EL PROGRESO.

González, Gustavo¹, Flores, Roberto².

¹Programa de Experiencias Docentes de la Comunidad –EDC–, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC.

²Unidad De Biodiversidad, Tecnología Y Aprovechamiento De Hongos – UBIOTAH-

Palabras clave: Macrohongos, Sierra de las Minas, Gradiente altitudinal, Biodiversidad, Endemismo

Resumen

La Reserva de Biósfera Sierra de las Minas (RBSM) es un área con gran diversidad de flora y fauna, donde el aislamiento geográfico, la gran variedad de elevaciones y de clima provocan distintos hábitats en territorios cercanos. Un grupo biológico que aún no había sido estudiado en la RBSM son los hongos, los cuales desempeñan importantes funciones en el equilibrio ecológico de la reserva. Se realizó un estudio preliminar sobre la diversidad de macrohongos que se encuentran en la Reserva de Biósfera Sierra de las Minas, en el municipio de San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, así como conocer cómo cambian las especies según el gradiente altitudinal e identificar especies que puedan ser endémicas. El estudio se llevó a cabo desde marzo a octubre de 2018, haciendo varias visitas de campo con recolecta de hongos, muestreando desde los 800-2600 msnm en bosques de encino, pino, pino-encino, y bosque mixto de latifoliadas-coníferas y trabajo de laboratorio con revisión bibliográfica. Estos muestreos se realizaron aprovechando las condiciones de precipitación pluvial y humedad existentes en la región. Al describir los ejemplares se analizaron las tres partes principales del cuerpo fructífero: píleo, himenio y estípite. Se midió la longitud de cada parte en milímetros con una regla y para definir de mejor manera los colores de los ejemplares se usaron guías de colores. Se recolectaron 94 especies/morfoespecies, los cuales corresponden a 6 órdenes distintos (Pezizales, Agaricales, Boletales, Cantharellales, Polyporales y Russulales) y 39 géneros distintos. El orden con mayor riqueza fue el de Boletales con 42 especies/morfoespecies, mientras que el menor fue Polyporales con únicamente una especie. Los macrohongos presentaron mayor riqueza a los 1001-1500 msnm de altitud, seguido de 2001-2500 msnm. El mes que presentó mayor colecta de hongos fue septiembre, lo cual se encuentra relacionado con la época de lluvia del lugar de estudio. Se reportaron primeros registros para el país, así como especies nuevas para la ciencia. Entre ellas se puede mencionar a *Amanita aff. farinosa*, *Aureoboletus singeri*, *Boletellus sp. nov.*, *Phylloporus sp. nov.*, *Pulveroboletus sp. nov.* *Suillus spraguei*, *Lactarius sp. nov.*

Tabla 1. Especies colectadas y descritas para la Sierra de las Minas, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso.

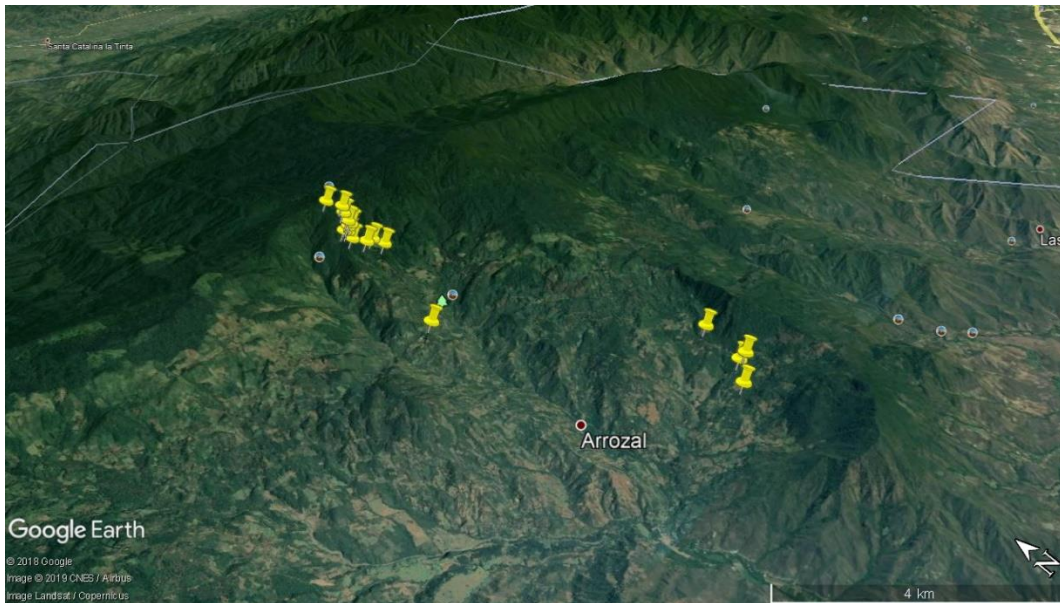
Especie	Ecología	Altitud (msnm)
Ascomycota		
<u>Pezizales</u>		
<i>Morchella guatemalensis</i>	Saprobio	1740
<i>M. rufobrunnea</i>	Saprobio	1750
Basidiomycota		
<u>Agaricales</u>		
<i>Amanita aff citrina</i>	Micorrícico	1260
<i>Amanita aff. daucipes</i>	Micorrícico	860
<i>Amanita aff, farinosa</i>	Micorrícico	1265
<i>Amanita grupo magniverrucata</i>	Micorrícico	1260
<i>Amanita sp. Morfoespecie 1</i>	Micorrícico	1260
<i>Amanita sp. Morfoespecie 2</i>	Micorrícico	1355
<i>Amanita sp. Morfoespecie 3</i>	Micorrícico	1290
<i>Amanita sp. Morfoespecie 4</i>	Micorrícico	1355
<i>Clavaria sp.</i>	Saprobio	2045
<i>Clavulinopsis aff. fusiformis</i>	Saprobio	2000
<i>Cortinarius violaceus</i>	Micorrícico	2253
<i>Cortinarius sp. Morfoespecie 1</i>	Micorrícico	2250
<i>Cortinarius sp. Morfoespecie 2</i>	Micorrícico	2250
<i>Cortinarius sp. Morfoespecie 3</i>	Micorrícico	2250
<i>Cortinarius sp. Morfoespecie 4</i>	Micorrícico	2250
<i>Cyptotrama asprata</i>	Saprobio	1700
<i>Entoloma sp.</i>	Micorrícico	1290
<i>Hygrocybe conica</i>	Saprobio	1900
<i>Hygrophorus cantharellus</i>	Micorrícico	2400
<i>Laccaria aff. amethystina</i>	Micorrícico	2020
<i>Laccaria aff. laccata</i>	Micorrícico	2320
<i>Laccaria aff. nobilis</i>	Micorrícico	2320
<i>Laccaria aff. trichodermophora</i>	Micorrícico	1347
<i>Laccaria sp. Morfoespecie 1</i>	Micorrícico	2170
<i>Laccaria sp. Morfoespecie 2</i>	Micorrícico	2170
<i>Leptonia sp.</i>	Saprobio	1935
<i>Megacollybia aff. platyphyla</i>	Saprobio	2041
<i>Nolanea murrayi</i>	Saprobio	1900
<i>Rozites sp.</i>	Micorrícico	2300
<i>Panellus sp.</i>	Saprobio	1900
<i>Tricholoma equestre</i>	Micorrícico	2470
<i>Tricholomopsis decora</i>	Micorrícico	2253
<u>Boletales</u>		
<i>Aureoboletus aff. auriporus</i>	Micorrícico	2173
<i>Aureoboletus russellii</i>	Micorrícico	860
<i>Aureoboletus singeri</i>	Micorrícico	973
<i>Austroboletus aff. gracilis</i>	Micorrícico	1736
<i>Austroboletus sp.</i>	Micorrícico	2450
<i>Boletellus ananas</i>	Micorrícico	1353

<i>Boletellus</i> sp.	Micorrícico	1355
<i>Boletus edulis</i>	Micorrícico	2500
<i>Boletus</i> aff. <i>pinophilus</i>	Micorrícico	2320
<i>Boletus</i> aff. <i>variipes</i>	Micorrícico	1265
<i>Boletus guatemalensis</i>	Micorrícico	1250-1355
<i>Boletus variipes</i> var. <i>facicola</i>	Micorrícico	1265
<i>Boletus</i> sp. nov	Micorrícico	1290
<i>Butyriboletus</i> aff. <i>frostii</i>	Micorrícico	1350
<i>Butyriboletus</i> sp. morfoespecie 1	Micorrícico	1250
<i>Butyriboletus</i> sp. morfoespecie 2	Micorrícico	2590
<i>Butyriboletus</i> sp. morfoespecie 3	Micorrícico	2471
<i>Caloboletus</i> sp. morfoespecie 1	Micorrícico	1362
<i>Caloboletus</i> sp. morfoespecie 2	Micorrícico	973
<i>Chalciporus</i> aff. <i>trinitensis</i>	Micorrícico	1800-2500
<i>Harrya</i> aff. <i>chromapes</i>	Micorrícico	1800-2300
<i>Heimioporus</i> aff. <i>betula</i>	Micorrícico	1350
<i>Leccinum</i> aff. <i>snellii</i>	Micorrícico	2200
<i>Phlebopus</i> sp.	Micorrícico	1935
<i>Phylloporus boletinoides</i>	Micorrícico	1350
<i>Phylloporus</i> sp. nov	Micorrícico	1260
<i>Pulveroboletus</i> aff. <i>ravenelli</i>	Micorrícico	1270
<i>Pulveroboletus</i> sp. nov	Micorrícico	1200
<i>Retiboletus ornatipes</i>	Micorrícico	1360
<i>Retiboletus</i> sp. nov Morfoespecie 1	Micorrícico	860
<i>Retiboletus</i> sp. nov Morfoespecie 2	Micorrícico	860
<i>Rubroboletus</i> sp. Morfoespecie 1	Micorrícico	1265
<i>Rubroboletus</i> sp. Morfoespecie 2	Micorrícico	860
<i>Rubroboletus</i> sp. Morfoespecie 3	Micorrícico	860
<i>Rubroboletus</i> sp. Morfoespecie 4	Micorrícico	1260
<i>Strobilomyces confusus</i>	Micorrícico	1355
<i>Suillus</i> aff. <i>americanus</i>	Micorrícico	1685
<i>Suillus</i> aff. <i>spraguei</i>	Micorrícico	2222
<i>Suillus</i> sp.	Micorrícico	1200
<i>Sutorius</i> aff. <i>eximius</i>	Micorrícico	2167
<i>Tapinella</i> aff. <i>atrotomentosa</i>	Micorrícico	2222
<i>Tylopilus leucomyelinus</i>	Micorrícico	1355
<i>Tylopilus</i> sp.	Micorrícico	2450
<i>Xerocomus</i> spp. Morfoespecie 1	Micorrícico	1250
<i>Xerocomus</i> spp. Morfoespecie 2	Micorrícico	1355
<i>Xerocomus</i> spp. Morfoespecie 3	Micorrícico	1355
<i>Xerocomus</i> spp. Morfoespecie 4	Micorrícico	1250
<u>Cantharellales</u>		
<i>Cantharellus cibarius</i>	Micorrícico	1260-2222
<i>Cantharellus</i> aff. <i>cinereus</i>	Micorrícico	860
<i>Cantharellus</i> aff. <i>cinnabarinus</i>	Micorrícico	2165
<i>Cantharellus lateritius</i>	Micorrícico	2222
<i>Cantharellus</i> aff. <i>minor</i>	Micorrícico	1260-2325
<i>Craterellus fallax</i>	Micorrícico	860-2325

<i>Craterellus</i> aff. <i>ignicolor</i>	Micorrícico	2253-2325
<i>Craterellus</i> sp.	Micorrícico	2165
<i>Hydnum</i> aff. <i>umbilicatum</i>	Micorrícico	2385
<i>Pseudocraterellus</i> aff. <i>calyculus</i>	Micorrícico	2165
<i>Polyporales</i>		
<i>Byssomerulius incarnatus</i>	Saprobio	1360
<u><i>Russulales</i></u>		
<i>Hericium</i> sp.	Saprobio	2545
<i>Lactarius</i> sect. <i>Deliciosi</i>	Micorrícico	2173-2245
<i>Lactarius deliciosus</i>	Micorrícico	2000-2470
<i>Lactarius indigo</i>	Micorrícico	1300
<i>Lactarius</i> sect. <i>Uvidus</i>	Micorrícico	1265
<i>Lactarius</i> sect. <i>Zonarius</i>	Micorrícico	1250
<i>Lactarius chrysorheus</i>	Micorrícico	2300
<i>Lactarius</i> sp. nov	Micorrícico	1800-2200
<i>Russula</i> spp.	Micorrícico	1250-2400
<i>Scutiger</i> aff. <i>pes-caprae</i>	Micorrícico	2222

Fuente: Datos obtenidos en colectas en la RBSM, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso.

Anexo 1



Ubicaciones donde se colectaron los cuerpos fructíferos de los hongos, en la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas.

Fuente: GoogleEarth.

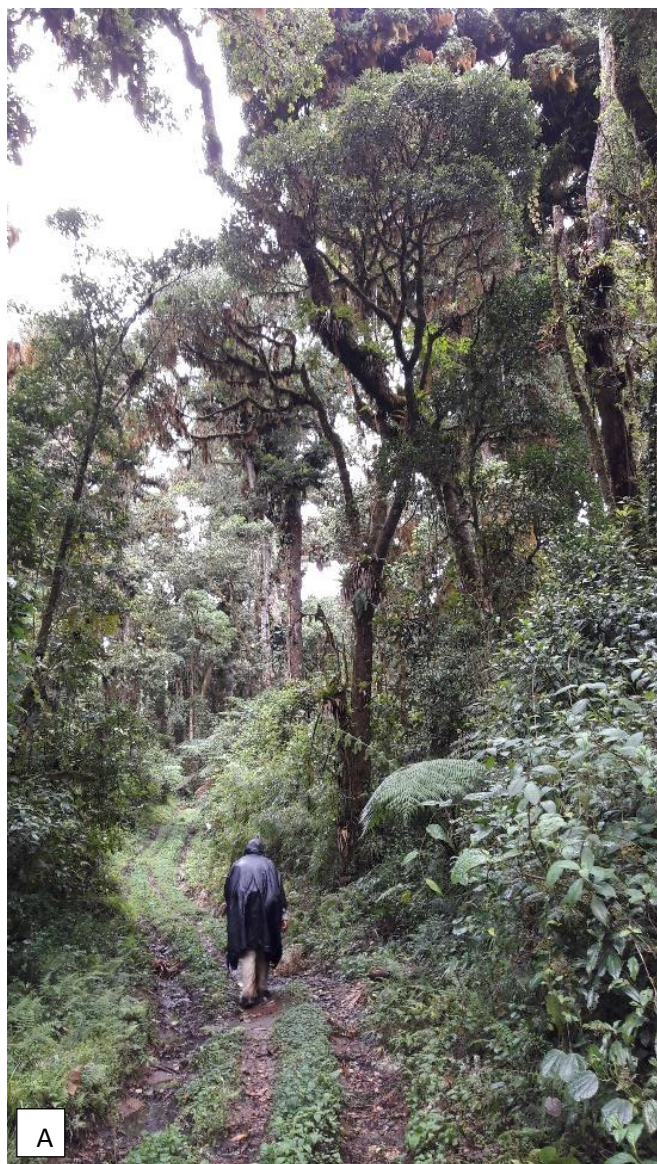
Anexo 2.



Hongos colectados en la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas. **A.** *Amanita* sp. nov; **B.** *Rubroboletus* sp. nov; **C.** *Aureoboletus russellii*; **D.** *Morchella guatemalensis*; **E.** *Laccaria* sp.; **F.** *Boletus variipes* var *fagicola*; **G.** *Craterellus* aff. *tubaeformis*.

Fotos: Roberto Flores Arzú.

Anexo 3.



Vegetación en la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas. **A.** Bosque encino; 2500 msnm; **B.** Bosque mixto pino-encino y presencia de helechos arborescentes, 2000 msnm; **C.** Bosque de coníferas y latifoliadas, 1500 msnm; **D.** Bosque mixto de encino-café, 1200 msnm.

Fotos: Roberto Flores Arzú.