

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

INFORME FINAL INTEGRADO DE EDC
JARDÍN BOTÁNICO DEL CENTRO DE
ESTUDIOS CONSERVACIONISTAS DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
PERIODO DE REALIZACIÓN
ENERO 2016 – ENERO 2017

EMILY SOFÍA CAR CALÁN
PROFESOR SUPERVISOR DE EDC: BILLY ALQUIJAY
ASESORA INSTITUCIONAL: CAROLINA ROSALES DE ZEA
ASESORA DE INVESTIGACIÓN: MAURA QUEZADA
Vo.Bo. ASESOR INSTITUCIONAL Y DE INVESTIGACIÓN

INDICE

1) INTRODUCCIÓN.....	3
2) CUADRO DE RESUMEN DE ACTIVIDADES DE EDC.....	4
3) ACTIVIDADES DE SERVICIO.....	5, 6
4) ACTIVIDADES DE DOCENCIA.....	7, 8
5) ANEXOS.....	9, 10

INTRODUCCIÓN

En el presente informe se detallan las actividades realizadas desde el inicio de las prácticas (en marzo) del Programa de Experiencias Docentes con la Comunidad –EDC- hasta la finalización de las actividades de docencia y servicio en la unidad de práctica.

Las prácticas de EDC fueron realizadas en el Jardín Botánico, unidad perteneciente al Centro de Estudios Conservacionistas de la Universidad de San Carlos de Guatemala; el Jardín Botánico está compuesto por tres secciones que son El Jardín Botánico, Index Seminum y Herbario USCG (Rosales de Zea, Carolina, 2010). Las actividades se programaron de acuerdo a la oferta realizada por cada sección y se programaron de acuerdo a los intereses de cada estudiante.

En el Jardín Botánico se realizó una serie de actividades como el trabajo de actualización de la base de datos fenológicos de algunas especies del Jardín Botánico, también la fenología, manejo e identificación de la colección de orquídeas. En la parte docente se realizó visitas guiadas, actividades de extensión de fines de semana (¿Quién lleva el polen? Y Amigos Nocturnos) y revisión de guías pedagógicas. En el Herbario USCG se actualizó la biblioteca y la curación de hongos de la colección del Herbario. En el Index seminum se realizó la curación de semillas de intercambio con otros jardines botánicos y se ingresó información a la base de datos de la colección de referencia de semillas.

Programa universitario	Nombre de la actividad	Fecha de la actividad	Horas EDC ejecutadas
	Elaboración de Diagnóstico, Plan de trabajo e informes	Enero a enero	60
	Preestablecidas Colección zoológica	Febrero	20
A. Servicio	Curación de muestras de semillas de intercambio con otros jardines botánicos	Febrero a marzo	40
	Datos fenológicos de especies de importancia del Jardín Botánico	Marzo a junio	34
	Manejo e identificación de la colección de orquídeas del Jardín Botánico	Marzo a mayo	39
	Base de datos de la colección de referencia de semillas	Marzo a abril	34
	Preservación y etiquetado de hongos en el Herbario USCG y actualización de la biblioteca del Herbario USCG	Mayo a junio	132
	Limpiar ventanas		4
B. Docencia	Visitas guiadas	Marzo a octubre	33
	Revisión y mejora de guías pedagógicas	Mayo a julio	40
	Desarrollo de actividades de extensión los fines de semana	Marzo a octubre	30
	Charla informativa sobre el Jardín Botánico	Junio	4
	Simulacro de terremoto	Mayo	2

ACTIVIDADES DE SERVICIO

Nombre de la actividad No. 1: Curación de muestras de semillas de intercambio con otros jardines botánicos

- A) Objetivos: aplicar los métodos correctos de preservación de semillas e ingresarlas a la base de datos.
- B) Procedimiento: Se realizó el procedimiento de curación de las semillas extranjeras, aplicando alcohol a las muestras y volviéndolas a guardar en sus respectivos frascos.
- C) Resultados: 386 frascos curados, en un armario con 7 estantes
- D) Limitaciones o dificultades: no se tuvo dificultades para realizar esta actividad.

Nombre de la actividad No. 2: Datos fenológicos de importancia del Jardín Botánico

- A) Objetivos: actualizar los datos fenológicos de los listados oficiales de especies del Jardín Botánico
- B) Procedimiento: Comparar la base de datos de tres períodos (1992-1993, 2004 y 2005) y tener un listado oficial de los árboles y su fenología existentes hasta el 2005, también corroborar con los tabloneros actualizados en el 2015 si las especies existentes hasta el 2005 se encuentran todavía en el jardín de acuerdo con una revisión parcial de jardineras
- C) Resultados: Listado oficial de fenología de los tres períodos y listado de especies existentes en el 2015
- D) Limitaciones o dificultades: no se tuvo dificultades para realizar esta actividad.

Nombre de la actividad No. 3: Manejo e identificación de la colección de orquídeas del Jardín Botánico

- A) Objetivos: identificar y actualizar la base de datos de orquídeas presentes en el invernadero del Jardín Botánico.
- B) Procedimiento: Se actualizó la base de datos que ya se tiene, comparando las presentes en el invernadero con la base de datos, así como su nombre científico, e ingresar nuevos especímenes. Fueron regadas por varias semanas y también se les aplicó fertilizante. También se les tomó fotografías a las orquídeas que presentan flor.
- C) Resultados: Base de datos antigua actualizada, fotos de 22 orquídeas con flor.
- D) Limitaciones o dificultades: no se tuvo dificultades para realizar esta actividad.

Nombre de la actividad No. 4: Base de datos de la colección de referencia de semillas

- A) Objetivos: Reorganizar las bases de datos de la colección de semillas con la revisión del estado actual de las muestras de semillas
- B) Procedimiento: Se elaboró una nueva base de datos, comparando la base antigua y utilizando solamente algunos datos de la misma. Se determinó si las muestras aún se encontraban presentes. A las muestras completas se les asignó un número de ficha técnica. Para las muestras que poseen ficha técnica se realizó otra base de datos en la cual se agrupan varias bases de datos antiguas que tienen datos dispersos, empezando desde la especie 1 a la especie 100 con su respectivo número de ficha técnica y otros datos importantes.

- C) Resultados: 34 muestras ingresadas, listado de fichas técnicas actualizado con 300 especies.
- D) Limitaciones o dificultades: no se tuvo dificultades para realizar esta actividad.

Nombre de la actividad No. 5: Preservación y etiquetado de hongos en el Herbario USCG

- A) Objetivos: Procesar de manera correcta los hongos de trabajos ya realizados para su mejor conservación.
- B) Procedimiento: Los hongos ya colectados que estaban en la congeladora se colocaron en una secadora, para luego ser guardados con papel libre de ácido en cajas especiales de acuerdo al tamaño de cada hongo (anexo 1).
- C) Resultados: 320 hongos del proyecto de Encinos secados y guardados.
- D) Limitaciones o dificultades: no se tuvo dificultades para realizar esta actividad.

Nombre de la actividad No. 6: Actualización de la biblioteca del Herbario USCG

- A) Objetivos: Actualizar y etiquetar los libros de la biblioteca del Herbario USCG
- B) Procedimiento: Se ordenaron los libros por tema en los diferentes armarios y estantes del Herbario USCG y se está realizando la revisión de la base de datos, así como el etiquetado de estos libros
- C) Resultados: Se ordenaron por tema los libros de 5 armarios y dos cajas y se etiquetaron 1405 libros.
- D) Limitaciones o dificultades: no se tuvo dificultades para realizar esta actividad.

Nombre de la actividad No. 7: Limpieza de vidrios del invernadero

- A) Objetivos: Colaborar con actividades del Jardín Botánico para su mantenimiento y mejorar la presentación al público.
- B) Procedimiento: Se limpiaron los vidrios por dentro y fuera del invernadero donde se encuentran las semillas
- C) Resultados: Limpieza de todos los vidrios del invernadero.
- D) Limitaciones o dificultades: no se tuvo dificultades para realizar esta actividad.

ACTIVIDADES DE DOCENCIA

Nombre de la actividad No. 1: Visitas guiadas

- A) Objetivos: Difundir información sobre el Jardín Botánico a las personas interesadas.
- B) Procedimiento: Se dieron recorridos sobre diferentes temáticas en el Jardín Botánico a grupos institucionales y educativos, dependiendo de su rango de edad.
- C) Resultados: Una visita guiada por institución: Alumnos de la Escuela Oficial Urbana Mista Mateo Flores, Instituto Lo de Coy, Liceo Guatemala, Instituto Técnico San José Pinula, Colegio Capullitos, entre otros.
- D) Limitaciones o dificultades: no se tuvo dificultades para realizar esta actividad.

Nombre de la actividad No. 2: Revisión y mejora de guías pedagógicas

- A) Objetivo: Actualizar las guías pedagógicas para poder brindar una mejor información.
- B) Procedimiento: Se revisaron las guías pedagógicas que ya estaban redactadas anteriormente, por lo que se corrigieron errores de 5 guías, correspondientes a sexto primaria, primero, segundo y tercero básico.
- C) Resultados: 5 guías actualizadas con aspectos del Curriculum Nacional Base.
- D) Limitaciones o dificultades: no se tuvo dificultades para realizar esta actividad.

Nombre de la actividad No. 3: Desarrollo de actividades de extensión los fines de semana

- A) Objetivos: Ampliar los conocimientos de la población en general a través de actividades conjuntas entre el Jardín Botánico y el Museo de Historia Natural.
- B) Procedimiento: Para la actividad ¿Quién lleva el polen? Se realizó material didáctico para que las personas aprendieran datos sobre los polinizadores, se realizó un mapa para que los niños aprendieran sobre animales en conmemoración al día de la tierra y se realizaron huellas y flechas para que las personas supieran el recorrido de la actividad. En la mesa introductoria se dio una charla general sobre los polinizadores. También se realizó la actividad llamada Amigos Nocturnos, en la cual participé en la mesa de Botánica en donde había fotografías con flores nocturnas, se habló sobre polinizadores de plantas nocturnas y sobre el proceso de herborización y por último se realizó un corto recorrido en el cactario.
- C) Resultados: Se atendió a todas las personas que llegaron aproximadamente 400 para la actividad ¿Quién lleva el polen? Y para la actividad de Amigos nocturnos se atendieron a 757 personas aproximadamente (anexo 2 y 3).
- D) Limitaciones o dificultades: no se tuvo dificultades para realizar esta actividad.

Nombre de la actividad No. 4: Charla informativa sobre el Jardín Botánico

- A) Objetivos: Informar a las personas sobre El Jardín Botánico, su ubicación y sobre las visitas que se realizan en el mismo.
- B) Procedimiento: Se informó a las personas a través de folletos, trifoliales y postales lo que comprende el Jardín, explicándoles su importancia.
- C) Resultados: Comunicar a las personas sobre los trabajos que se hacen en el Jardín.
- D) Limitaciones o dificultades: no se tuvo dificultades para realizar esta actividad.

Nombre de la actividad No. 5: Simulacro de terremoto

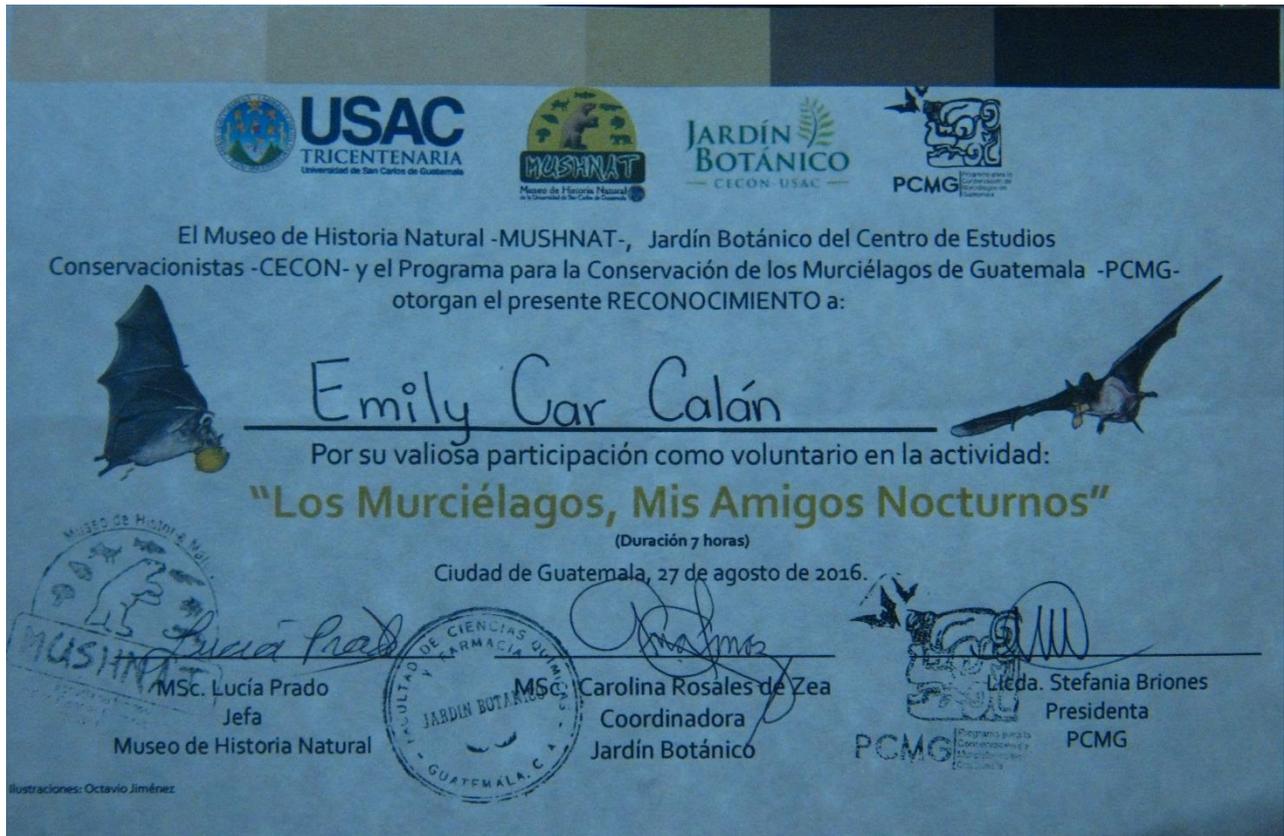
- A) **Objetivos:** Informar a las personas sobre las acciones a tomar en caso de un terremoto si se encuentran en el Herbario USCG.
- B) **Procedimiento:** Se divulgó información a las personas que trabajan en el Herbario USCG sobre acciones para evitar accidentes dentro del Herbario y las rutas de evacuación del Jardín Botánico.
- C) **Resultados:** 5 personas evacuadas hacia el punto de encuentro después del terremoto, que se encontraban en la sección del Herbario USCG.
- D) **Limitaciones o dificultades:** no se tuvo dificultades para realizar esta actividad.

ANEXOS

Anexo 1. Curación de ejemplares de hongos



Anexo 2. Diploma de participación de la actividad Amigos Nocturnos



The diploma is a certificate of appreciation for Emily Car Calán. It features logos at the top for USAC (Universidad de San Carlos de Guatemala), MUSHNAT (Museo de Historia Natural), Jardín Botánico (CECON-USAC), and PCMG (Programa para la Conservación de los Murciélagos de Guatemala). The text states that these organizations are presenting the recognition to Emily Car Calán for her participation as a volunteer in the activity "Los Murciélagos, Mis Amigos Nocturnos" (Duration: 7 hours) on August 27, 2016, in Guatemala City. The certificate is signed by three individuals: Lucía Prado (Jefa, Museo de Historia Natural), Carolina Rosales de Zea (Coordinadora, Jardín Botánico), and Lidia Stefania Briones (Presidenta, PCMG). There are also circular stamps from MUSHNAT and the Faculty of Pharmacy and Botany at the University of San Carlos. Illustrations of bats are shown on the left and right sides of the certificate.

USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

MUSHNAT
Museo de Historia Natural
de la Universidad de San Carlos de Guatemala

JARDÍN BOTÁNICO
— CECON-USAC —

PCMG
Programa para la Conservación de los Murciélagos de Guatemala

El Museo de Historia Natural -MUSHNAT-, Jardín Botánico del Centro de Estudios Conservacionistas -CECON- y el Programa para la Conservación de los Murciélagos de Guatemala -PCMG- otorgan el presente RECONOCIMIENTO a:

Emily Car Calán

Por su valiosa participación como voluntario en la actividad:

"Los Murciélagos, Mis Amigos Nocturnos"
(Duración 7 horas)

Ciudad de Guatemala, 27 de agosto de 2016.

Lucía Prado
MSc. Lucía Prado
Jefa
Museo de Historia Natural

Carolina Rosales de Zea
MSc. Carolina Rosales de Zea
Coordinadora
Jardín Botánico

Lidia Stefania Briones
Lidia Stefania Briones
Presidenta
PCMG

MUSEO DE HISTORIA NATURAL

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA
JARDÍN BOTÁNICO
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, C. A.

PCMG

Ilustraciones: Octavio Jiménez

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

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN
HONGOS BOLETÁCEOS ASOCIADOS A LOS DOS SUBGÉNEROS DE *Quercus* DE LOS
DEPARTAMENTOS DE ALTA VERAPAZ, BAJA VERAPAZ Y PETÉN
JARDÍN BOTÁNICO DEL CENTRO DE
ESTUDIOS CONSERVACIONISTAS DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
PERIODO DE REALIZACIÓN
ENERO 2016 – ENERO 2017

EMILY SOFÍA CAR CALÁN
PROFESOR SUPERVISOR DE EDC: BILLY ALQUIJAY
ASESOR DE INVESTIGACIÓN: MAURA QUEZADA
Vo.Bo. ASESOR DE INVESTIGACIÓN

INDICE

1. RESUMEN	13
2. INTRODUCCIÓN	14
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
4. JUSTIFICACIÓN	16
5. REFERENTE TEÓRICO	
5.1 Asociación micorrízica.....	17, 18
5.2 Mecanismo de colonización de la micorriza.....	18
5.3 Género <i>Quercus</i>	19
5.4 Familia Boletaceae.....	19, 20
6. OBJETIVOS	20
7. HIPÓTESIS	20
8. METODOLOGÍA	20
8.1 Diseño.....	20
8.1.1 Población.....	20
8.1.2 Muestra.....	20
8.2 Técnicas a usar en el proceso de investigación.....	21
8.2.1 Recolección de datos.....	21
8.2.2 Análisis de datos.....	21
8.2.3 Instrumentos para registro y medición de las observaciones.....	22
9. RESULTADOS	24-38
Láminas de hongos boletáceos.....	25-38
10. DISCUSIÓN	39-40
11. CONCLUSIONES	41
12. RECOMENDACIONES	41
13. REFERENCIAS	42-43
14. ANEXOS	44-47

1. RESUMEN

Las ectomicorrizas son asociaciones clave para el desarrollo de muchas especies vegetales en el planeta. Las especies del género *Quercus*, son componentes estructurales importantes de los bosques de Guatemala y son la fuente energética primaria en el área rural del país. Estas especies son micorrízicas y por lo tanto presentan numerosas especies de hongos asociados, sin embargo, en Guatemala su estudio aún es incipiente. Por lo cual el presente estudio registró la diversidad de boletáceos asociados a encinos en 16 localidades de los departamentos de Alta Verapaz, Baja Verapaz y Petén. Se registra un total de 39 especímenes, los cuales corresponden a 11 géneros y 25 morfoespecies, siendo el género *Boletus* el que cuenta con el mayor número de ejemplares (14). Se registran 15 posibles nuevos registros para el país. La información generada se espera pueda ser de utilidad para la planificación de estrategias de manejo y restauración de bosques de encino para el país.

2. INTRODUCCIÓN

Los bosques de Guatemala cuentan con una gran diversidad florística, se reportan 10,317 especies registradas (Jolon, 2005), de estas 1,361 son especies endémicas, aproximadamente el 15% de las especies reportadas (URL-IIA 2004) y muchas especies de plantas son utilizadas de alguna manera para beneficio humano.

Los bosques son amenazados por el uso indiscriminado de los servicios que brinda. En Guatemala la deforestación se estima en 90000 ha en el año, dentro de las cuales el 73% corresponde a bosques latifoliados y un 23% a bosques de coníferas. De acuerdo con el INAB, las regiones en donde más se deforesta son los departamentos de Petén, Alta Verapaz y Baja Verapaz (Melgar, 2003).

En los bosques latifoliados de altura que se encuentran arriba de los 2000 msnm, se localiza el género *Quercus*, al igual que en el bosque mixto. Siendo un espécimen determinante en los bosques de Guatemala de su ecología y también de la economía del país; ya que es altamente utilizado para el comercio (Standley, & Steyermark, 1952).

Como evidencia de la diversidad que poseen los bosques de Guatemala se han encontrado hongos asociados al género *Quercus*, en asociación simbiótica denominada micorriza. Las cuales son asociaciones entre hifas y raíces de los hongos y plantas respectivamente, en la cual los dos organismos se benefician, la planta obtiene mayor absorción de agua y nutrientes y el hongo toma de la planta el carbono necesario para su desarrollo (De las Salas, 1987 y Alexopoulos, Mins & Blackwell, 1996).

Siendo la familia Boletaceae uno de los taxones que cuenta con más especies registradas (53) para Guatemala (Arzú, Comandini & Ronaldini, 2012), se han reportado en la revisión de Morales, Cáceres y Flores (2002) y en el estudio de Flores y Giampaolo (2000) especies y géneros de la familia Boletaceae asociados a *Quercus* en el altiplano guatemalteco.

Estos registros de hongos asociados a *Quercus* en el altiplano del país hace evidente la necesidad de estudiar su diversidad micorrízica; ya que estas regiones del país presentan los niveles más altos de deforestación, así mismo se reporta alto endemismo tanto de hongos como de *Quercus*, principalmente de bosque latifoliado. Por ello los objetivos principales de este estudio es analizar y evaluar la diversidad de la Boletaceae asociados a dos subgéneros de *Quercus*, así como la diversidad alfa, beta y gama de la riqueza de géneros de hongos de la familia Boletaceae distribuidos en los departamentos de Alta Verapaz, Baja Verapaz y Petén.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las micorrizas son asociaciones simbióticas entre las hifas de muchos tipos de hongos y órganos absorbentes de plantas como la raíz. Las micorrizas son elementos importantes en la conservación, absorción y transporte de nutrientes en el sistema radical, en diferentes tipos de bosque (De las Salas, 1987, 44 y Alexopoulos, Mins & Blackwell, 1996, 515), en este caso son fundamentales en las asociaciones con árboles de bosques latifoliados y mixtos.

En Guatemala existe gran desconocimiento de la diversidad de especies de hongos asociadas a encinos en bosques nubosos y selvas bajas; siendo estos ecosistemas en donde existe mayor diversidad de especies endémicas (Quezada, Rodas, y Marroquín, 2015). Un alto porcentaje de especies de hongos ectomicorrízicos son especies endémicas de Sudamérica y Centro América de los bosques dominados por encinos (Mueller, Halling, Carranza, Mata, & Schmit, 2006).

Las micorrizas son muy importantes en el desarrollo de bosques de encino, por lo que es necesario realizar esfuerzos que nos permitan conocer la diversidad de hongos ectomicorrízicos asociados a las especies del género *Quercus*, iniciando con una familia muy diversa en el país como Boletaceae.

Así mismo la importancia ecológica y económica de los encinos estaría estrechamente relacionada con los hongos micorrízicos, en este caso los boletáceos, ya que los factores antropogénicos afectan cada vez más las poblaciones de encinos. Al tener un registro de las especies con riesgo y de las especies endémicas se puede contrarrestar la erosión de los suelos, promover la restauración, tomando en cuenta a los hongos micorrízicos, inherentes a los encinos (Valencia y Nixon, 2004).

4. JUSTIFICACIÓN

El alto endemismo del género *Quercus* y de especies de boletáceos y los registros de estos hongos encontrados cerca de encinos crea indicios de una posible asociación específica entre estos dos taxones. Ya que la demanda de encinos es alta en el país, los boletáceos serían determinantes en los bosques de encinos para que estos bosques sigan teniendo a los encinos como género dominante.

La importancia de las micorrizas en el crecimiento vegetal fue reconocida recientemente y la “micorrización” es práctica común en los proyectos de silvicultura, horticultura y agricultura en los trópicos y subtrópicos a una escala local, regional y global (De las Salas, 1987 y Brundrett, 2009).

Las especies de Boletaceae se distribuyen en todo el mundo, y los lugares con precipitaciones son adecuados para el desarrollo de hongos carnosos. Muchos son ectomicorrízicos y algunos se han encontrado en específicas asociaciones con ciertos árboles. Las micorrizas anfitrionas están en abetos, encinos, hayas y álamos (Alexopoulos, Mins & Blackwell, 1996). Estos registros promueven el estudio específico de asociaciones entre boletáceos y encinos.

Así mismo las regiones del altiplano guatemalteco son determinantes ya que desde 1952, Standley y Steyermark reportaron 16 especies de *Quercus*, con mayor incidencia en los departamentos de Baja Verapaz y Alta Verapaz, también Petén representa a los bosques más extensos del país. Siendo estos bosques muy importantes, ya que representan alta demanda económica por todos los servicios que la madera de encino brinda; también debido a su uso indiscriminado que se ven afectados estos servicios.

Por las razones anteriores el estudio de esta asociación es fundamental para promover la diversidad de los bosques y utilizar esta relación micorrízica como herramienta para el desarrollo de los bosques de encino.

5. REFERENTE TEÓRICO

5,1 Asociación micorrízica:

Una de las mayores investigaciones que engloba las asociaciones micorrízicas es el trabajo de Brundrett (2009) en el cual recopiló datos de 336 familias de plantas que representan el 99% de angiospermas.

Brundrett (2009) hizo una evaluación de literatura micorrízica a nivel mundial, provee datos para 336 familias de plantas que representa el 99% de las plantas con flor, considerando las micorrizas y otras adaptaciones nutricionales, así como las plantas sin micorrizas y con micorrizas y los diferentes tipos de micorrizas y nutrición. Notándose la inherencia de hongos y plantas a una escala global.

Los hongos micorrízicos favorecen a su huésped y se ha sugerido que sin esta asociación micorrízica la mayoría de las plantas no serían capaces de sobrevivir en los hábitats naturales del suelo, donde ocurre competitividad por este. Las micorrizas benefician a la planta por incrementar el área fisiológica activa del sistema de raíces; incrementar la habilidad de las plantas para capturar agua y nutrientes; incrementar la tolerancia de la planta a la sequía, altas temperaturas del suelo; provee protección a las plantas del ataque de patógenos fúngicos y nemátodos; e induciendo una relación hormonal que mejora alimentación de raíces (Alexopoulos, Mins & Blackwell, 1996). También el hongo se beneficia de la planta siendo esto una simbiosis, ya que el hongo toma de la planta el carbono necesario para su desarrollo

Las condiciones propicias para una asociación micorrízica son diferentes para cada especie nativa de hongo y planta, existiendo una especificidad en estas relaciones (CORPOICA, 2007, 6). Existen dos divisiones de micorrizas, endomicorrizas y ectomicorrizas: las primeras tienen un nacimiento intracelular de hifas que penetran la raíz y las segundas sólo se extienden hacia la primer capa de corteza (De las Salas, 1987 y Alexopoulos, Mins & Blackwell, 1996).

Las endomicorrizas se asocian a cultivos agrícolas y bosque tropical, y las ectomicorrizas se asocian a coníferas (De las Salas, 1987 y Alexopoulos, Mins & Blackwell, 1996).

Para la formación de una asociación micorrízica se requiere que en el suelo exista inóculo del hongo que forma esta asociación, puede ser una especie nativa como habitante natural del suelo, o producido por el hombre en un cultivo (CORPOICA, 2007, 7).

Es fácil de reconocer la típica asociación ectomicorrízica con un manto prominente y raíces engrosadas con un patrón de ramificación, en algunos casos las raíces no son tan alteradas, el manto es delgado, ausente o bien desarrollado (Brundrett, 2009, 58).

La mayoría de las especies forman asociaciones ectomicorrízicas con árboles de gimnospermas y angiospermas. Algunas son saprobias en ramas caídas y hojarasca, unos pocos son parásitos de otros hongos (Cannon & Kirk, 2007).

En la agricultura es de fundamental importancia el crecimiento vegetal, que se promueve por la asociación simbiótica de las plantas y hongos; por lo que han sido utilizadas prácticas *in vitro* de micorrización para beneficio de proyectos de silvicultura, horticultura y agricultura en los trópicos y subtropicos a una escala local, regional y global (De las Salas, 1987 y Brundrett, 2009).

Las especies de la familia Boletaceae se han encontrado en todo el mundo, especialmente en lugares con precipitaciones. Muchos hongos ectomicorrízicos como los boletáceos ha sido documentados en asociaciones específicas con ciertos árboles como abetos, encinos, hayas y álamos (Alexopoulos, Mins & Blackwell, 1996).

Los factores antropogénicos afectan cada vez más a las poblaciones de encinos, por lo que al realizar estudios y tener registros de las especies en riesgo y las especies endémicas se puede contrarrestar la erosión de suelos, promoviendo la restauración; si se toma en cuenta esta estrecha asociación micorrízica (Valencia y Nixon, 2004).

La alta incidencia de los bosques de encino en Guatemala, que se han reportado desde 1952 (Standley y Steyermark), especialmente en el altiplano, hace esta relación sumamente importante; ya que los beneficios que brindan los encinos son dados también por los hongos micorrízicos que ayudan al encino durante toda su vida.

5.2 Mecanismo de colonización de la micorriza

El mecanismo de colonización de los hongos micorrízicos se produce de forma parecida en todos los tipos de micorrizas.

Primera etapa

Se produce la diferenciación de las espores, se propaga el hongo y ocurre la identificación entre la planta y el hongo, en la rizósfera o pelos radicales. Este proceso es facilitado por sustancias emitidas por la raíz (Franco, sf.).

Segunda etapa

Ocurre el acercamiento y acoplamiento gradual del micelio y la raíz, produciéndose el contacto intercelular, formando una estructura que une ambos organismos. (Franco, sf.).

Tercera etapa

Ocurre la colonización, produciéndose cambios morfológicos y estructurales en los tejidos colonizados por el hongo, y en la pared celular de la raíz de la planta. Posteriormente se produce la integración fisiológica de ambos organismos, por último, se produce una alteración de las actividades enzimáticas en las que los dos simbioses integran sus procesos metabólicos (Franco, sf.).

5.3 Género *Quercus*

El género *Quercus* pertenece a la familia Fagaceae, siendo el género más diverso dentro de esta familia y es ampliamente distribuido en el hemisferio norte, en regiones montañosas, templadas, tropicales y subtropicales. Se estima que existen entre 300 y 600 especies de *Quercus* en el mundo (Valencia y Nixon, 2004). En Guatemala según Standley y Steyermark (1952) se reportan 16 especies de encinos.

El género *Quercus* es uno de los más importantes de todos los árboles a nivel mundial, llamado comúnmente roble o encino. Posee características especiales por su madera como su resistencia, fuerza y durabilidad; siendo utilizada por esto en numerosas maneras, por ejemplo, para construcción de edificios, variedad de muebles, acabados interiores, combustible. Por ello su demanda económica es alta tanto a nivel mundial como nacional (Standley, & Steyermark, 1952).

En Guatemala forman bosques espesos, y han sido durante mucho tiempo una fuente importante de combustible y madera, otros usos que se describen son los taninos de la corteza, las hojas y corteza como astringente con propiedades medicinales, las cenizas para lejía en la fabricación de jabón, entre otros. Standley y Steyermark (1952) describen que en Cobán el área de bosques de encino es bastante extensa y que en las montañas de Baja Verapaz probablemente se encuentren los bosques de encino más grandes de toda Guatemala.

Este género se divide en dos subgéneros: *Lepidobalanus* comúnmente llamado roble o encino blanco, que cuenta con 6 especies y *Erythrobalanus* comúnmente llamado roble o encino blanco, que cuenta con 10 especies (Standley, & Steyermark, 1952).

Este género ha sido identificado como formador de micorrizas con hongos ectomicorrízicos, por lo que al ser un género dominante en los bosques latifoliados y a la vez más extensos de Guatemala, esta relación presenta una importancia fundamental para el desarrollo de estos bosques; ya que son organismos dependientes y todas sus implicaciones los afectarán o beneficiarán de igual manera.

Familia Boletaceae

Esta familia también se caracteriza por la formación de micorrizas. Los ejemplares de la familia Boletaceae una forma típica de sombrero, la diferencia principal son las “laminillas” del lado inferior del píleo, la mayoría de ejemplares tiene tubos en un arreglo vertical, dejando poros visibles en la superficie inferior del sombrero. El tamaño y profundidad de los tubos puede variar de especie a especies pero esta característica es común en todas las especies (Alexopoulos, Mins & Blackwell, 1996 y Cannon & Kirk, 2007).

En la región de Mesoamérica se tiene registrados para Costa Rica 32 especies de Boletaceae en bosque montanos en el libro Hongos reportados en Costa Rica (Halling & Mueller, 2005), clima similar a los bosques del Altiplano de Guatemala.

Para Guatemala se han realizado varios estudios, Morales, Cáceres, Guirrián, Flores y Bran (2012) reportan 39 especies de la familia Boletaceae, Orden Boletales en Guatemala; en la revisión de Morales, Cáceres y Flores (2002) se presenta un listado de 70 especies de hongos comestibles, siendo 21 nuevos reportes para Guatemala. Y en el estudio de Flores y Giampaolo (2000) se reporta al género *Boletus* asociado en solitario a Bosques de *Quercus* y *Quercus-Pinus*, en el altiplano, resaltando las especies de importancia económica.

En el estudio de Flores y Giampaolo (2000) se encontraron seis especies del Orden Boletales, como *Boletellus ananas* en montaña, *Boletus luteoloincrustatus* en sombra y *Chalciporus trinitensis* asociados a bosques de *Quercus* a partir de los 1500 msnm (Flores & Simonini, 2000), en el altiplano de Guatemala.

6. OBJETIVOS

- Analizar la diversidad Boletaceae asociados a dos subgéneros de *Quercus* distribuidos en los departamentos de Alta Verapaz, Baja Verapaz y Petén.
- Evaluar diversidad alfa, beta y gama de la riqueza de géneros de boletaceae asociados a dos subgéneros de *Quercus* distribuidos en los departamentos de Alta Verapaz, Baja Verapaz y Petén.

7. **HIPÓTESIS:** no aplica

8. METODOLOGÍA:

8.1 DISEÑO

8.1.1 POBLACIÓN

Hongos de la familia Boletaceae de bosques de encino de los departamentos de Alta Verapaz, Baja Verapaz y Petén y subgénero de *Quercus* reportados en los tres departamentos (Anexo 2).

8.1.2 MUESTRA

39 parcelas modificadas de Whitaker 0.1 ha. realizadas en el 2015, 13 parcelas en cada departamento (Anexo 1 y 2). En las cuales se colectaron hongos boletáceos en las fechas de mayo a septiembre de 2015.

8.2 TÉCNICAS A USAR EN EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN

8.2.1 RECOLECCIÓN DE DATOS:

Se ingresaron a la colección de referencia del Herbario USCG 41 especímenes colectados de mayo a septiembre de 2015, se congelaron varios días para eliminar algún organismo, posteriormente se secaron en una deshidratadora por varias horas, dependiendo del tamaño del hongo, se colocaron en papel libre de ácido y se guardaron en cajas especiales según su tamaño.

Para la determinación de morfoespecies de hongos boletáceos se realizó la identificación de estos con la ayuda de claves dicotómicas de hongos: Mushrooms of Northeastern North America (Bessette, *et al.*, 1997), Mushroom Expert (Kuo, 2013) y Common Mushrooms of the Talamanca Mountains (Halling & Mueller, 2005) (anexo 3).

También se realizó una gira de campo a Jutiapa y Jalapa, con el objetivo de aprender métodos de colecta de hongos y así poder tener un aprendizaje completo sobre la curación de los hongos desde el campo hasta su procesamiento en el herbario. La fecha de realización de esta gira fue del 16 al 20 de agosto, en la cual se colectaron 70 especímenes de hongos aproximadamente (anexo 4).

En el campo se describió la morfología de los hongos, se tomaron fotografías y posteriormente se llenaron boletas de campo para que al momento de realizar la determinación se tengan los datos más completos y así facilitar el uso de las claves. Los especímenes colectados en esta gira de campo se depositaron en la congeladora, no fueron los utilizados en esta investigación.

8.2.2 ANÁLISIS DE DATOS

Se realizó una gráfica de riqueza de géneros asociados a *Quercus* en base a los datos generados en la base de datos con el programa Microsoft Excel ®; así como una gráfica en donde se muestran las especies de boletáceos y encinos y su asociación específica o generalista.

8.3 INSTRUMENTOS PARA REGISTRO Y MEDICIÓN DE LAS OBSERVACIONES

Equipo de herbario

- Cajas de papel texcote
- Papel libre de ácido
- Microscopio Motic con cámara
- Esteroscopio Motic
- Boletas de descripción microscópica
- Portaobjetos
- Cubreobjetos
- Reactivo KOH 5%
- Agua destilada
- Aceite de inmersión
- Materiales y equipo de oficina
- Marcador permanente
- Marcadores resaltadores
- Papel Bond
- Computadora
- Impresora

9. RESULTADOS

De los 39 ejemplares se registraron 24 especies de boletáceos diferentes, distribuidas en 11 géneros. El género con más especímenes es *Boletus*, en donde se encuentra la especie más abundante: *Boletus auriporus* con 8 registros, agrupando los tres departamentos y los dos subgéneros de *Quercus*.

En Baja Verapaz se encontraron 12 especies diferentes de boletáceos, en Alta Verapaz 7 especies, en Petén 12 especies, este último con 18 especímenes. Solamente en Petén se encontró dominante una especie: *Boletus auriporus* con 6 especímenes (Tabla 1).

Se encontraron 23 especies de boletáceos relacionadas al subgénero *Erythrobalanus* con un total de 31 especímenes asociados, en el cual *Boletus auriporus* fue el más abundante con 4 especímenes, agrupando a los tres departamentos.

Se encontraron 9 especies de boletáceos relacionados al subgénero *Lepidobalanus*, con un total de 14 especímenes asociados; la especie más abundante fue *Boletus auriporus* con 5 especímenes, agrupando a los tres departamentos.

Tabla 1. Géneros y especies de boletáceos asociados a subgéneros de *Quercus*

Género	Especie	AV *	BV *	P *	Encinos asociados	Observaciones
<i>Boletellus</i>	<i>Boletellus ananas</i> (M.A. Curtis) Murrill		1		<i>Quercus peduncularis</i> Née; <i>Quercus sapotifolia</i> Liebm.; <i>Quercus crispifolia</i> Trel.	Registrado, comestible
	<i>Boletellus chrysenteroides</i> (Snell) Snell**			1	<i>Quercus cortesii</i> Liebm.	
<i>Boletus</i>	<i>Boletus auriporus</i> Peck**	2	1	6	<i>Quercus oleoides</i> Schldl. & Cham.; <i>Quercus cortesii</i> Liebm.; <i>Quercus skinneri</i> Benth.; <i>Quercus insignis</i> M. Martens & Galeotti; <i>Quercus crispifolia</i> Trel.; <i>Quercus corrugata</i> Hook.	
	<i>Boletus chrysenteron</i> Bull**			1	<i>Quercus insignis</i> M. Martens & Galeotti	
	<i>Boletus neoregius</i> Halling & G.M. Muell.**		1	1	<i>Quercus sapotifolia</i> Liebm.; <i>Quercus oleoides</i> Schldl. & Cham.; <i>Quercus corrugata</i> Hook.	
	<i>Boletus separans</i> Peck**			1	<i>Quercus cortesii</i> Liebm.	
	<i>Boletus sp.</i>			1	<i>Quercus cortesii</i> Liebm.	Registrado
<i>Chalciporus</i>	<i>Chalciporus piperatus</i> (Bull.) Bataille		2		<i>Quercus sapotifolia</i> Liebm.; <i>Quercus corrugata</i> Hook.	Registrado
<i>Gyrodon</i>	<i>Gyrodon sp</i>	1	1		<i>Quercus crispifolia</i> Trel.; <i>Quercus skinneri</i> Benth.; <i>Quercus corrugata</i> Hook.; <i>Quercus conspersa</i> Benth.	

<i>Gyroporus</i>	<i>Gyroporus castaneus</i> (Bull.) Quél.	1			<i>Quercus sapotifolia</i> Liebm.	Registrado, comestible
<i>Heimiella</i>	<i>Heimiella ivoryi</i> (Singer) Watling**			3	<i>Quercus cortesii</i> Liebm.; <i>Quercus skinneri</i> Benth.	
<i>Leccinum</i>	<i>Leccinum holopus</i> (Rostkovius) Watling**			1	<i>Quercus cortesii</i> Liebm.	
	<i>Leccinum rugosiceps</i> (Peck) Singer**		1		<i>Quercus sapotifolia</i> Liebm.; <i>Quercus corrugata</i> Hook.	
<i>Phylloporus</i>	<i>Phylloporus sp.</i>		1		<i>Quercus crispifolia</i> Trel	Registrado
	<i>Phylloporus centroamericanus</i> Singer & L.D. Gómez		1		<i>Quercus crispifolia</i> Trel	Registrado
	<i>Phylloporus phaeoxanthus</i> Singer & L.D. Gómez**		1		<i>Quercus sapotifolia</i> Liebm.; <i>Quercus corrugata</i> Hook.	
<i>Strobilomyces</i>	<i>Strobilomyces floccopus</i> (Fries) Karsten**		1		<i>Quercus crispifolia</i> Trel.	
<i>Suillus</i>	<i>Suillus americanus</i> (Peck) Snell.	1			<i>Quercus sapotifolia</i> Liebm.	Registrado, comestible
	<i>Suillus aff placidus</i> **	1			<i>Quercus crispifolia</i> Trel.	
	<i>Suillus subaureus</i> (Peck) Snell in Slipp & Snell**		1		<i>Quercus crispifolia</i> Trel.	
<i>Tylopilus</i>	<i>Tylopilus bulbosus</i> Halling & G. M. Mueller**		1		<i>Quercus crispifolia</i> Trel.	
	<i>Tylopilus plumbeoviolaceus</i> (Snell & E.A. Dick) Snell & E.A. Dick			2	<i>Quercus cortesii</i> Liebm.	Registrado
	<i>Tylopilus rubrobrunneus</i> Mazzer & Smith**	1		1	<i>Quercus insignis</i> M. Martens & Galeotti; <i>Quercus crispifolia</i> Trel.	
	<i>Tylopilus sordidus</i> (Frost) Smith & Thiers**	2			<i>Quercus sapotifolia</i> Liebm.; <i>Quercus crispifolia</i> Trel.	

*AV: Alta Verapaz; BV: Baja Verapaz; P: Petén

**Posibles nuevos registros

Láminas de hongos boletáceos

Boletellus ananas (M.A. Curtis) Murrill

Píleo convexo a plano, con escamas rosado pálido; himenóforo tubuloso; estípite rosáceo. Basidiosporas café pálido, 16 μm de largo, 7 μm de ancho, textura estriada, forma subfusoides a subcilíndrica.

No. De Registro de Herbario: USCG 40901

Departamento: Baja Verapaz



Boletellus chrysenteroides (Snell) Snell

Píleo 5 cm de ancho, convexo, color café oscuro, superficie aereolada, margen entero, contexto amarillo; himenóforo tubuloso, poros amarillos, se tiñe de azul cuando se dañan, angulares; estípite café, forma cilíndrica, base blanca, contenido sólido, fibriloso, se tiñe de azul; basidiosporas



color café oliva, 14 de largo, 7 de ancho, subfusiforme, estriada. No. De Registro de Herbario: USCG 40902

Departamento: Petén

Boletus auriporus Peck

Píleo 4-5 cm de ancho, café rojizo, convexo a hemisférico, aereolado, margen liso decurvado, contexto amarillo pálido 6 mm, olor dulce; Himenóforo tubuloso, 7-8 mm, poros 2 mm, redondos; estípite 8 cm de largo, 1 cm de ancho, color amarillo brillante en ápice, rojizo hasta la base, cilíndrico, contenido relleno, consistencia cartilaginosa, fibriloso, pubescencia

diminuta, inserción, central, base con almohadilla de micelio escasa; micelio basal blanco. Basidiosporas 12 µm de largo, 5 µm de ancho; color café pálido, elíptica a subfusiforme, gotas de aceite en el interior. Hábito disperso, micorrízico. No. De Registro de

Herbario: USCG 40903, USCG 40904, USCG 40905, USCG 40906, USCG 40907, USCG 40908, USCG 40909, USCG 40910, USCG 40911

Departamentos: Petén (6); Alta Verapaz (2); Baja Verapaz (1)



Boletus chrysenteron Bull

Píleo 6 cm de ancho, café oscuro a pálido, plano a convexo, escuamuloso, margen liso entero, contexto color crema, 12 mm, se tiñe de azul cuando se daña; Himenóforo tubuloso, 7 mm, unión anexa, poro 0.5 mm, forma angular, amarillo brillante; estípite 4-6 cm de largo, 1.2 cm de ancho, color café rojizo, forma cilíndrica, contenido relleno, consistencia cartilaginosa, superficie reticulada con pubescencia diminuta, inserción central, base inserta. Basidiosporas 9 µm de largo, 4 µm de ancho; color verde oliva, subfusiforme, gotas de aceite en el interior. Hábito gregario, micorrízico.

No. De Registro de Herbario: USCG 40912

Departamento: Petén



Boletus neoregius Halling & G.M. Muell.

Píleo rojo brillante, convexo, liso, margen liso entero, se tiñe de azul cuando se daña; Himenóforo tubuloso, poros amarillo brillante; estípite amarillo rosáceo, contenido sólido, consistencia reticulada, superficie glabra a pruinosa, se tiñe de azul cuando se daña, inserción central, base inserta. Basidiosporas 11 μm de largo, 4 μm de ancho; café oliva, subfusiforme, gotas de aceite en el interior.



No. De Registro de Herbario: USCG 40913, USCG 40914

Departamentos: Petén (1); Baja Verapaz (1)

Boletus separans Peck

Píleo 3.5 cm de ancho, café canela oscuro, convexo, aereolado, margen liso entero, contexto 5 mm, color blanco, olor picante; Himenóforo tubuloso, 5 mm de alto, poros 4-5 mm, color blanco, redondos; estípite 6 cm de largo, 1.2 cm de ancho, color café pálido, cilíndrico, sólido, reticulado, inserción central. Basidiosporas 9 μm de largo, 4 μm de ancho; color café oliva, subfusiforme, gotas de aceite en el interior.

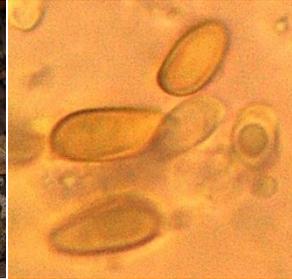


No. De Registro de Herbario: USCG 40915

Departamento: Petén

Boletus sp.

Píleo crema rosáceo, 18-35 mm de ancho, convexo, hemisférico, liso a glutinoso, margen entero, contexto blanco, 6 mm, olor agradable, se tiñe de azul cuando se daña; Himenóforo tubuloso, 10 mm de largo, poros 1-2 mm,

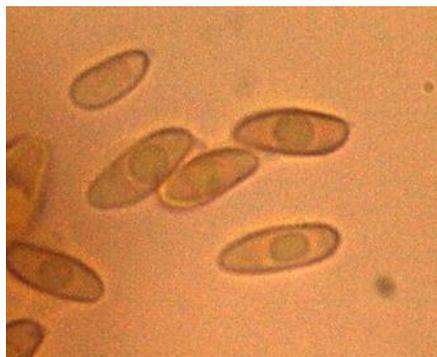


angulares; estípite 7-11 cm de largo, 0.5 a 1.2 cm de ancho, color café pálido en la parte superior y rosáceo en la parte inferior, subclavado, contenido relleno, fibroso, inserción central; Basidiosporas 11 μ m de largo, 4 μ m de ancho; color verde oliva, forma subfusiforme.

No. De Registro de Herbario: USCG 40916

Departamento: Petén

Suillus aff placidus copiar fotografía



Píleo 5 cm de ancho, café amarillo, convexo, mamiforme umbonado, aereolado, lisa a glutinosa, contexto 12 mm, olor picante, se tiñe de azul cuando se daña; Himenóforo tubuloso, largo de tubos 6 mm, poros 1 mm, color amarillo naranja, redondos a elongados; estípite 5.5 cm de largo, 1.2 cm de ancho, color café amarillo, subclavado, contenido sólido, consistencia cartilaginosa, reticulado, inserción central, base inserta.

Basidiosporas 8 μm de largo, 3 μm de ancho; color, subfusiforme, gotas de aceite en el interior. Hábito disperso, humícola, micorrízico, putrescente.

No. De Registro de Herbario: USCG 40917

Departamento: Alta Verapaz

Chalciporus piperatus (Bull.) Bataille

Píleo café ladrillo, 30-50 cm de ancho, convexo, hemisférico, furfuráceo, margen entero, contexto 7 mm, color amarillo claro, se tiñe de azul cuando se daña; Himenóforo tubuloso, 6 mm, poros 2-3 mm, redondos; estípite 5-6 cm de ancho, color café rojizo, cilíndrico a subclavado, contenido sólido, consistencia fibrosa, superficie reticulara, inserción central, base con almohadilla de micelio. Basidiosporas 10 μm de largo, 5 μm de ancho; color verde oliva, subfusiforme. Hábito disperso, sustrato micorrízico.



No. De Registro de Herbario: USCG 40918

Departamento: Baja Verapaz

Gyrodon sp.

Píleo 4.2 cm de ancho, color amarillo pálido, plano a convexo, escuamuloso, margen liso entero a ondulado, contexto 10 mm, color amarillo, olor picante; Himenóforo tubuloso, margen ondulado, unión subdecurrente, poros color amarillo naranja, elongados; estípite 4.3 cm de largo, 0.5 cm de ancho, color naranja, forma cilíndrica con tapón hacia abajo, contenido sólido, consistencia coriosa, con escamas, inserción central, base inserta. Basidiosporas 9 μm de largo, 3 μm de ancho; color verde oliva, subfusiforme, gotas de aceite en el interior. Hábito solitario, micorrízico, putrescente.



No. De Registro de Herbario: USCG 40919, USCG 40920

Departamentos: Baja Verapaz (1); Alta Verapaz (1)

Gyroporus castaneus (Bull.) Quél.

Píleo café brillante, forma plana, superficie lacunosa, areolada-agrietada, margen entero agrietado; contexto 6 mm, color blanco; himenio poroide, poros 1 mm, irregulares, color blanco rosáceo, unión anexa; estípite 45 mm de largo, 5 mm de ancho, color naranja, forma cilíndrica, contenido sólido, consistencia cartilaginosa,



superficie lisa, inserción central, base inserta. Basidiosporas en fresco verde oliva, 12 μm de largo, 6 μm de ancho, forma elíptica a fusiforme, doble pared. Hábito disperso, micorrízico, putrescente.

No. De Registro de Herbario: USCG 40921

Departamentos: Alta Verapaz

Heimiella ivoryi (Singer) Watling

Píleo 1.2 a 5 cm de ancho, color café rojizo, convexo hemisférico, escumuloso, margen liso entero, decurvado, contexto color crema, 8 mm, olor agradable; Himenóforo tubuloso, 10 mm de largo, poros 1 mm, color amarillo verdoso, forma; estípite 7 a 12 cm de largo, 0.5 a 1 de ancho, color café rojizo, cilíndrico a bulboso, ampliamente



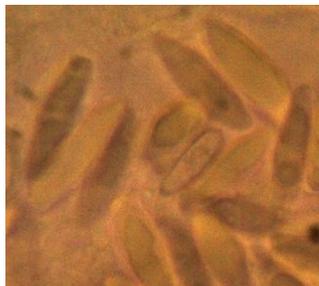
reticulado, inserción central, base inserta; con micelio basal glutinoso. Basidiosporas 13 μm de largo, 5 μm de ancho; color, fusiforme, superficie estriada.

No. De Registro de Herbario: USCG 40922, USCG 40923, USCG 40924

Departamento: Petén (3)

Leccinum holopus (Rostkovius)
Watling

Píleo 3 cm de ancho, color gris claro, convexo, fibriloso adpreso a pruinoso, margen decurvado, contexto color crema, 3 mm; Himenóforo tubuloso, 4 mm, poros 1-2 mm, color blanco rosáceo, redondos; estípite 6 cm de largo, 0.4 cm de ancho, color crema, subclavado, relleno, consistencia fibriloso, con escamas diminutas color café grisáceo, inserción central. Basidiosporas 15 μ m de largo, 5 μ m de ancho; color café pálido, subfusiforme a ovalada. Hábito disperso, micorrízico, putrescente.



No. De Registro de Herbario: USCG 40927

Departamento: Petén

Leccinum rugosiceps (Peck) Singer

Píleo 4 cm de ancho, color amarillo mostaza, convexo a hemisférico, superficie lisa, margen apendiculado color café oscuro, contexto 6 mm, color beige; Himenóforo tubuloso, 1.2 cm, poros 1-2 mm, color crema a café pálido, forma; estípite 10 cm de largo, 1.1 a 1.2 cm de ancho, color café amarillento, cilíndrico a subclavado, consistencia fibrilosa, reticulado en el ápice y escamoso en la base, inserción central, base inserta; micelio basal amarillo a blanco. Basidiosporas 14 μ m de largo, 5 μ m de ancho; color café pálido, subfusiforme, gotas de aceite en el interior. Hábito solitario, micorrízico, putrescente.



No. De Registro de Herbario: USCG 40928

Departamento: Baja Verapaz

Phylloporus sp.



Píleo 2.8 cm de ancho, color crema, plano, escuamuloso, margen liso entero, contexto 2mm, color crema, se tiñe de azul cuando se daña; Himenóforo lamelado regular, color amarillo brillante, forma segmentiforme, subdistantes; estípite 2.5 cm de largo, 0.4 cm de ancho, color crema a café, forma cilíndrica, con escamas, inserción central, base inserta. Basidiosporas 11 μm de largo, 5 μm de ancho; color café pálido, subfusiforme, gotas de aceite en el interior. Hábito solitario, micorrízico, putrescente.

No. De Registro de Herbario: USCG 40929

Departamento: Baja Verapaz

Phylloporus centroamericanus Singer & L.D. Gómez



Píleo 6.3 cm de ancho, crema color, plano, con escamas café, margen liso entero, contexto 2 mm, color crema, olor a tierra; Himenóforo lamelado regular, 1.1 cm de ancho, esporada café, color amarillo brillante, láminas cercanas, forma segmentiforme, unión decurrente, margen ondulado, se tiñe de azul luego de dañarlo; estípite 5.4 cm de largo, 0.6 a 0.8 cm de ancho, color crema, forma de tapón hacia arriba, con apariencia de corcho, con escamas, inserción central; con almohadilla de micelio moderada. Basidiosporas 13 μm de largo, 5 μm de ancho; color café oliva, subfusiforme, gotas de aceite en el interior. Hábito solitario, micorrízico, putrescente.

No. De Registro de Herbario: USCG 40930

Departamento: Baja Verapaz

Phylloporus phaeoxanthus Singer & L.D. Gómez

Píleo 7 cm de ancho, color café, plano, superficie lisa, contexto 1 mm, olor húmedo; Himenóforo lamelado, 1.2 cm de ancho, color amarillo mostaza, 1 serie de lamélulas, forma arqueada, subdistantes, unión decurrente, margen entero; estípite café opaco, 0.7 cm de ancho, forma bulboso a marginadamente bulboso, contenido relleno, superficie fibrilosa, inserción central, base inserta. Basidiosporas 11 μm de largo, 5 μm de ancho; color café oliva, subfusiforme, gotas de aceite en el interior. Hábito solitario, sustrato terrestre, putrescente.

No. De Registro de Herbario: USCG 40931

Departamento: Baja Verapaz

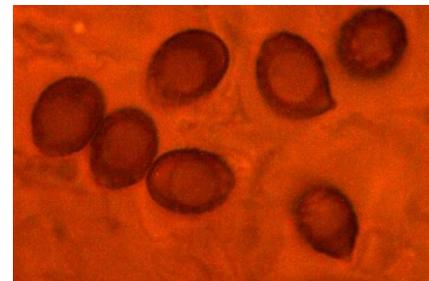


Strobilomyces floccopus (Fries) Karsten

Píleo 4.5 cm de ancho, color crema, plano a convexo, con escamas negras, margen liso entero, contexto 6 mm, color crema que se tiñe de rojo a negro al dañarse, olor dulce; Himenóforo tubuloso, 11 mm, color crema con regiones grises, unión decurrente, margen entero, se oxida a café rojizo y luego a negro, poros angulares; estípite 8 cm de largo, 0.7 cm de ancho, color morado oscuro, forma cilíndrica, se oxida a café al dañarlo, reticulado, inserción central, base inserta. Basidiosporas 10 μm de largo, 7 μm de ancho; color morado oscuro, amiloide, subglobosa a ovoide, reticulada, gotas de aceite en el interior. Hábito solitario, micorrízico, putrescente.

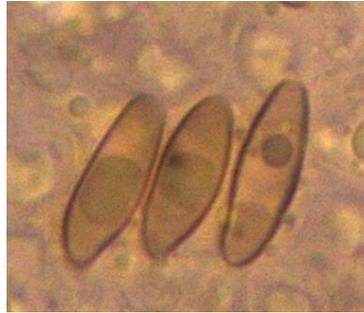
No. De Registro de Herbario: USCG 40932

Departamento: Baja Verapaz



Suillus americanus (Peck) Snell.

Píleo 5.5 cm de ancho, color amarillo pálido, plano a convexo, con escamas café, margen apendiculado, contexto 5 mm, color crema, olor picante; Himenóforo tubuloso, 6 mm, poros 2 mm, elongados, color amarillo brillante, se tiñe de azul cuando se daña; estípite 3 cm de largo, 1 cm de ancho, color amarillo pálido, forma cilíndrica, contenido sólido, consistencia cartilaginosa, puntos glandulares, inserción central, base inserta. Basidiosporas 7 μ m de largo, 3 μ m de ancho; color verde oliva, subfusiforme, gotas de aceite en el interior. Hábito disperso, micorrízico, putrescente.



No. De Registro de Herbario: USCG 40933

Departamento: Alta Verapaz

Suillus subaureus (Peck) Snell in Slipp & Snell

Píleo 3.4 cm de ancho, color crema, plano a convexo, con escamas café oscuro, margen liso entero, contexto 3 mm, olor tierra, color crema a naranja pálido; Himenóforo tubuloso, 3 mm de largo, unión decurrente, margen ondulado, poros color amarillo, angulares; estípite 4.2 cm de largo, 0.4-0.5 cm de ancho, color café, forma cilíndrica, consistencia fibrosa, superficie fibrosa, inserción central, base inserta. Basidiosporas 15 μ m de largo, 5 μ m de ancho; color café pálido, subfusiforme, gotas de aceite en el interior. Hábito disperso, micorrízico, putrescente.

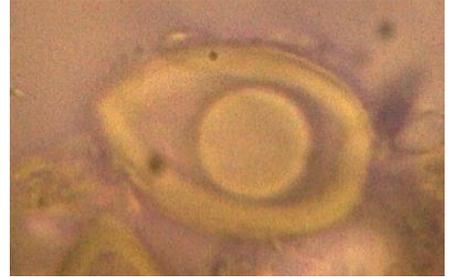


No. De Registro de Herbario: USCG 40934

Departamento: Baja Verapaz

Tylopilus bulbosus Halling & G. M. Mueller

Píleo 7.4 cm de ancho, color morado pálido, convexo, viscosa a lisa, margen lisa entera, contexto 4 mm, olor dulce a picante, color crema; Himenóforo tubuloso, 6 mm de largo, unión emarginada con diente, margen ondulado, poros color rosado pálido, forma angular; estípite 13.1 cm de largo, 1.1-1.4 cm de ancho, color beige en ápice y café en la base, forma de tapón hacia abajo a ligeramente radicado, con apariencia de corcho, fibroso a reticulado, inserción central, base inserta. Basidiosporas 23 μm de largo, 13 μm de ancho; color verde oliva, elíptica a subovada, gotas de aceite en el interior. Hábito disperso, micorrízico, putrescente.

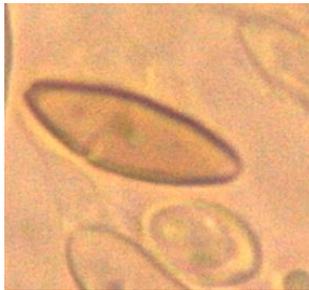


No. De Registro de Herbario: USCG 40935

Departamento: Baja Verapaz

Tylopilus plumbeoviolaceus (Snell & E.A. Dick) Snell & E.A. Dick

Píleo 55 mm, color café oscuro a morado oscuro, superficie aerolada, margen entero, contexto blanco, 7 mm; himenio poroide de color amarillo pálido, tubos de 8 mm; poros 1-2 mm, redondos; estípite 65 mm largo, 14 mm ancho, contenido relleno, forma cilíndrica, superficie ligeramente reticulada, en



parte superior color morado pálido y parte inferior color blanco. Basidiosporas color verde oliva, 12 μm de largo, 5 μm de ancho, forma subfusiforme. Base con almohadilla de micelio abundante. Hábito solitario a disperso, micorrízico.

No. De Registro de Herbario: USCG 40936, USCG 40937

Departamento: Petén (2)

Tylopilus rubrobrunneus Mazzer & Smith

Píleo 21-75 mm de ancho, color café oscuro, forma convexo-hemisférico, superficie lacunosa, areolada, margen liso entero; contexto blanco, 8 mm; himenio poroide, tubos color beige rosáceo, 7 mm; poros angulares a irregulares, 2 mm; estípite 11-9 cm de ancho, inserción central, base inserta, cilíndrico-tapón hacia abajo, sólido, consistencia cartilaginosa, superficie reticulada, parte superior café pálido, parte inferior café oscuro.



Basidiosporas verde oliva, 11 μm de largo. 4 μm de ancho, oblonga-fusiforme, gotas de aceite en el interior. Hábito disperso, micorrízico.

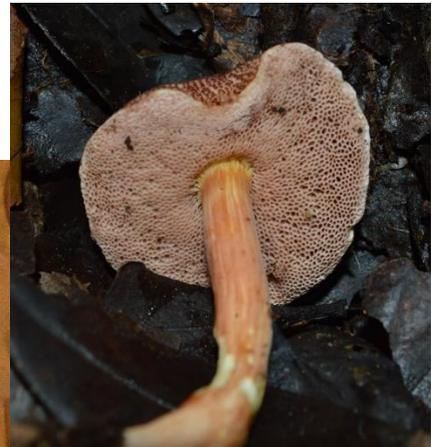
No. De Registro de Herbario:
40939

USCG 40938, USCG

Departamento: Petén (1); Alta Verapaz (1)

Tylopilus sordidus (Frost) Smith & Thiers

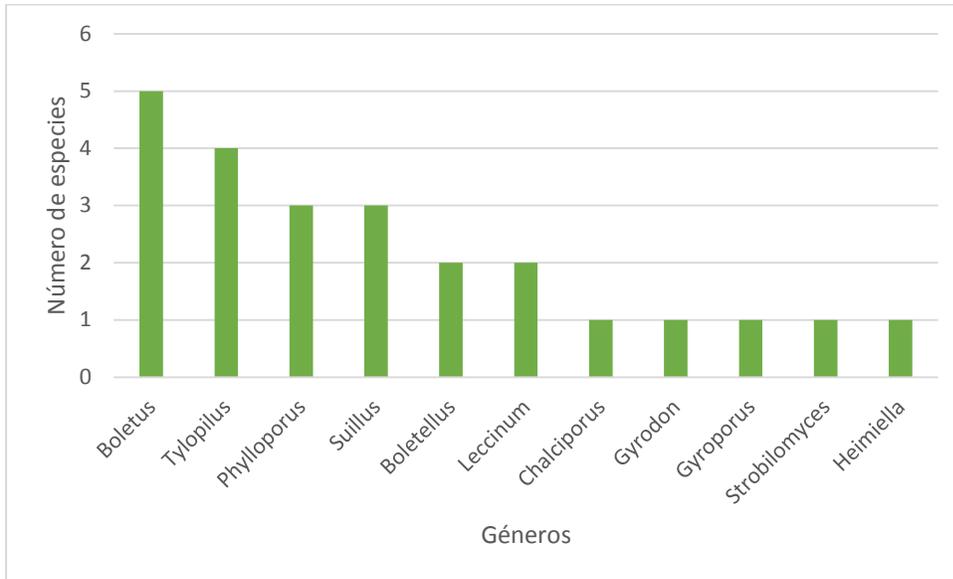
Píleo 2.6 a 6 cm de ancho, color crema, plana a convexa, con escamas café canela, margen apendiculado, contexto 5 mm, color crema, se tiñe de amarillo cuando se daña; Himenóforo tubuloso, 7 mm de largo, unión adnada, poros 1-2 mm, rosado pálido, angulares a irregulares; estípite 7 cm de largo, 0.7 cm de ancho,



color café amarillento, forma cilíndrica, contenido sólido, consistencia cartilaginosa, superficie fibrilosa, inserción central. Basidiosporas 12 μm de largo, 5 μm de ancho; color café oliva, subfusiforme, con gota de aceite en el interior. Hábito disperso, micorrízico putrescente.

No. De Registro de Herbario: USCG 40940, USCG 40941

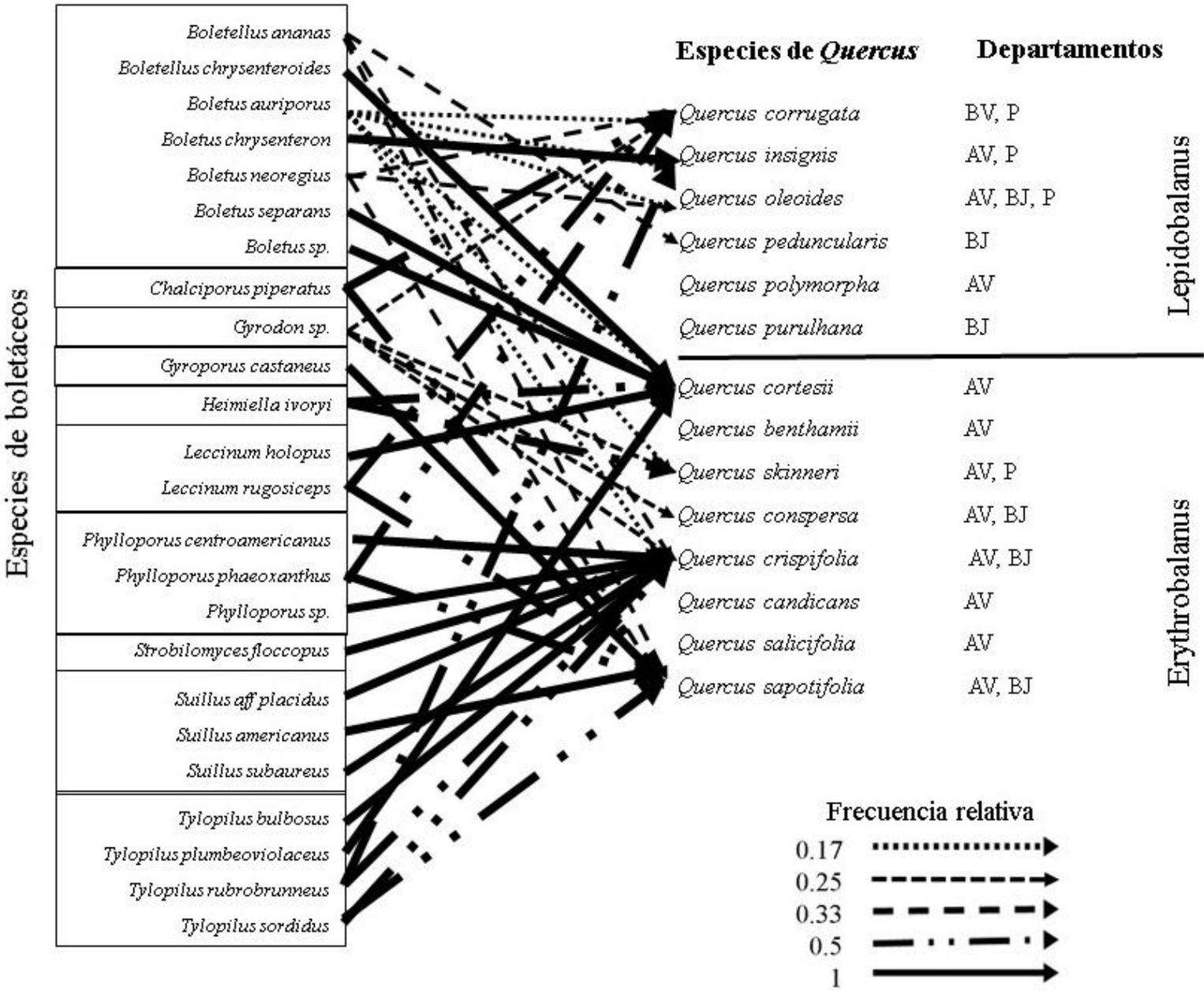
Departamento: Alta Verapaz (2)



Gráfica 1. Riqueza de boletáceos por géneros en los departamentos de Alta Verapaz, Baja Verapaz y Petén.

Fuente: datos experimentales

El género que cuenta con más especies es, seguido de Tylopilus, agrupando a los tres departamentos.



*AV: Alta Verapaz; BV: Baja Verapaz; P: Petén

Fuente: Datos experimentales

Gráfica 2. Frecuencia de asociaciones de boletáceos a especies de *Quercus*

El subgénero que tiene más asociaciones de boletáceos es Erythrobalanus, en las especies *Quercus sapotifolia*, *Q. cortesii* y *Q. crispifolia*.; y la especie más generalista es *Boletus auriporus*.

10. DISCUSIÓN

Para Guatemala en el 2013 se reportaron 565 hongos (Cano y Schuster, 2012; CONAP, 2014), muchos de estos presentan asociación ectomicorrízica con *Quercus*, Flores, *et. al.*, 2012).

De 11 géneros de boletáceos reportados para este estudio, 9 géneros ya fueron reportados. *Gyrodon* y *Heimiella* son nuevos géneros reportados para el país, y de las 24 especies en total, solo 8 han sido reportadas (Gráfica 1).

En los tres departamentos utilizados en este estudio se encontraron 14 especies de *Quercus*, agrupados en los dos subgéneros (Quezada, *et. al.*, 2015). El subgénero al que se encuentran más boletáceos asociados es *Erythrobalanus* (Gráfica 2), en las siguientes especies: *Quercus crispifolia* (11); *Quercus sapotifolia* (8); *Quercus cortesii* (7).

La especie de *Quercus* que presenta una alta diversidad de hongos asociados para el subgénero *Lepidobalanus* es *Quercus corrugata* (6).

La especie *Boletus auriporus* se encuentra asociado a 6 especies de *Quercus*, por lo que se considera una especie generalista, se encontraron otras especies relacionadas sólo a una especie de *Quercus* como las siguientes: *Boletellus chrysenderoides*, *Boletus chrysenderon*, *Boletus separans*, *Gyroporus castaneus*, *Leccinum holopus*, *Phylloporus centroamericanus*, *Strobilomyces floccopus*, *Suillus aff placidus*, *Suillus americanus*, *Suillus subaureus*, *Tylopilus bulbosus* y *Tylopilus plumbeoviolaceus*.

Mueller, *et al.* (2007) estima que en Centro América existe una razón de 2:1, es decir, dos especies de plantas con flor para cada hongo, sin embargo, debido a la falta de muestreos, esta estimación no muestra completamente la alta diversidad que se posee. En este estudio se estimaron 6 especies de boletáceos que se asocian cada una con 2 especies de *Quercus*, como lo indica Mueller, *et al.* (2007).

En Costa Rica se han encontrado muchas especies de hongos “carnosos”, entre ellos la familia Boletaceae, que se distribuye en bosques dominados por *Quercus*; muchos de ellos son ectomicorrízicos y endémicos de las montañas de Costa Rica (Mueller, *et al.*, 2006).

Mueller, *et al.* (2006) reporta 23 especies de boletáceos asociados a *Quercus* en Costa Rica, de los cuales se comparten 6 especies reportadas en este estudio: *Boletus auriporus*, *Boletus neoregius*, *Gyroporus castaneus*, *Phylloporus phaeoxanthus*, *Phylloporus centroamericanus* y *Tylopilus bulbosus*.

Ampliación de distribución departamental

Boletellus ananas estaba reportado para Alta Verapaz, Guatemala y Petén por Sommerkamp & Guzmán 1990, Flores & Simonini 2000; en este estudio se encontró en Baja Verapaz. Se reporta como comestible.

Chalciporus piperatus estaba reportado para Huehuetenango, Quetzaltenango, San Marcos y Totonicapán según Flores *et al.* 2002, Flores, Comandini & Ronaldini, 2012, en este estudio se reporta para Baja Verapaz.

Gyroporus castaneus se ha reportado para los departamentos de Guatemala, Jalapa y Sacatepequez, según Sommerkamp & Guzmán 1990; Flores, Comandini & Ronaldini, 2012

.Para este estudio se reporta en Alta Verapaz. Se reporta como comestible.

Phylloporus centroamericanus se reportó para los departamentos de Guatemala y Sacatepequez según Flores, Comandini & Ronaldini, 2012, se amplía su distribución a Baja Verapaz

Suillus americanus reporta su distribución para Guatemala, Quetzaltenango y Totonicapán según Sommerkamp & Guzmán 1990, Flores, Comandini & Ronaldini, 2012. En este estudio se reporta para Alta Verapaz. Se reporta como comestible.

Tylopilus plumbeoviolaceus se reporta para Guatemala, Petén y Sacatepéquez según Flores & Simonini 2000, y Comandini & Ronaldini, 2012. El cual en este estudio se volvió a encontrar en Petén.

Las nuevas especies reportadas (tabla 1) y los especímenes a los que se pudo identificar solamente hasta género puede ser por la falta de conocimiento de boletáceos para la región mesoamericana, siendo potenciales nuevas especies.

Por ejemplo, el género *Gyrodon* por la falta de claves, solo pudo identificarse con dificultad a nivel de género, puede deberse al endemismo que existe para la región México, Guatemala y Costa Rica (Mueller, *et al.*, 2006).

En la clave de Costa Rica Common Mushrooms of the Talamanca Mountains, Costa Rica (Halling & Mueller, 2005), se observan que la mayoría de especies de ese lugar son especies recientemente reportadas, de 25 años o menos de haber sido encontradas.

La poca documentación del estudio de hongos se debe enfatizar, ya que cuenta con 131 especies son consideradas comestibles, aproximadamente el 25% del total de especies, lo que hace valorar este recurso desde el punto de vista económico y etnológico; también el conocimiento de las personas de las localidades en donde se encuentran estos registros incrementaría el conocimiento no sólo de hongos comestibles, sino de hongos venenosos o tóxicos (CONAP, 2008: Flores, *et al.*, 2012).

En la cultura maya se tiene registro de hongos desde el año 1500 A.C. aproximadamente, por figuras talladas llamadas “piedras hongo”, muchas encontradas en el altiplano (CONAP, 2008). También existe un fuerte endemismo de especies micorrízicas, las cuales, sino son utilizadas para alimentación, pueden ser utilizadas exclusivamente para conservación de algunas especies, como *Quercus sp.* (CONAP, 2008).

Las áreas protegidas no abarcan el área necesaria para conservar las regiones en donde hay alto endemismo, esto enfoca la atención en esfuerzos para conservación de otras regiones del país, con énfasis en las regiones de montaña, los cuales poseen mayor endemismo y áreas que albergan alta diversidad biológica y especies amenazadas (CONAP, 2014)

La expansión de los monocultivos como la palma africana, la caña de azúcar y pastos para ganadería producen la pérdida de cobertura boscosa (MARN-URL/IARNA-PNUMA, 2009).

De acuerdo con una actualización del CONAP del 2006 existen 22 especies amenazadas de hongos con un índice de 2 y 3 (MARN-URL/IARNA-PNUMA, 2009). La familia Boletaceae presenta 4 especies amenazadas, las cuales no fueron encontradas en este estudio.

11. CONCLUSIONES

La riqueza de especies de boletáceos es alta para Guatemala, haciendo énfasis en la falta de documentación tanto para la familia Boletaceae como para las demás familias de hongos en el país.

Boletus auriporus es la especie más abundante en los tres departamentos, y su asociación con los subgéneros y especies de *Quercus* hace que se considere como una especie generalista.

El subgénero al que se asocian más especies de boletáceos es *Erythrobalanus*, especialmente en la especie *Quercus crispifolia*; pudiendo considerarse esta asociación específica para estudios de conservación y restauración de bosques.

12. RECOMENDACIONES

Un muestreo con temporalidad y condiciones similares en los tres departamentos permitiría una comparación entre las diferentes localidades.

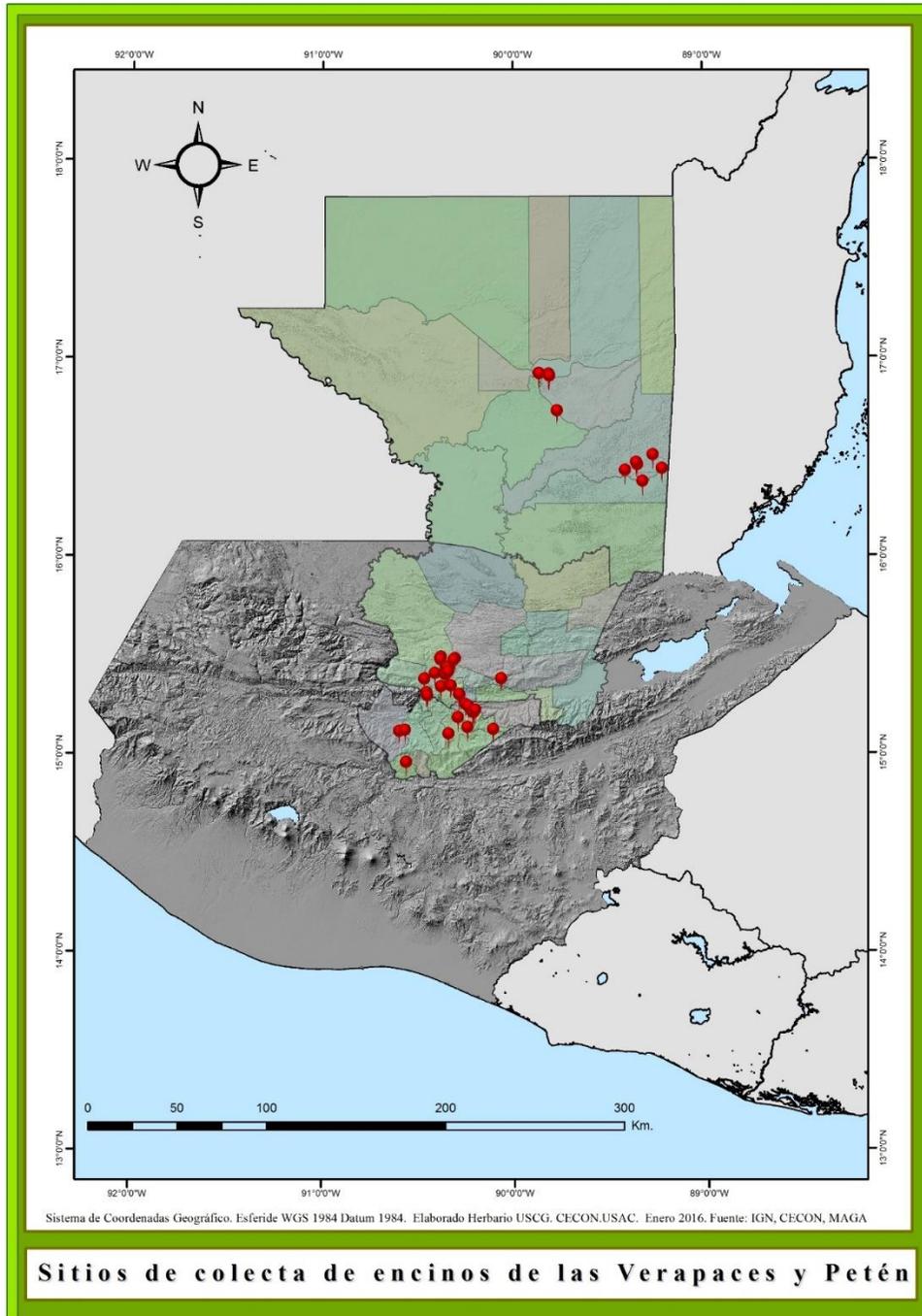
13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alexopoulos, C., Mins, C. & Blackwell (1996) *Introductory Micology*. (4th edition) John Wiley & Sons, Inc. EEUU
- Bessette, A., Bessette, A. & F. David. (1997) *Mushrooms of Northeastern North America*. Syracuse University
- Brundrett, M. C. (2009). *Mycorrhizal associations and other means of nutrition of vascular plants: understanding the global diversity of host plants by resolving conflicting information and developing reliable means of diagnosis*, 320(1-2), 37-77.
- Cannon, P. & Kirk, P. (2007) *Fungal families of the world*. UK
- CONAP 2008. *Guatemala y su biodiversidad: Un enfoque histórico, cultural, biológico y económico*. Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Oficina Técnica de Biodiversidad. Guatemala. 650 p.
- CONAP. 2014. *V Informe Nacional de Cumplimiento a los Acuerdos del Convenio sobre la Diversidad Biológica*. Guatemala. Documento Técnico No. 3 - 2014.
- CORPOICA (2007) *Las Micorrizas una opción sostenible de manejo de suelos y nutrición de plantas*. Colombia: Produmedios
- De las Salas, G. (1987) *Suelos y Ecosistemas Forestales con énfasis en América tropical*. San José, Costa Rica: Servicio Editorial del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
- Flores, R., & Simonini, G. (2000). Contributo alla conoscenza delle Boletales del Guatemala. *Riv Micol*, 2, 121-145.
- Flores Arzú R, Comandini O, Rinaldi A. (2012) A preliminary checklist of macrofungi of Guatemala, with notes on edibility and traditional knowledge. *Mycosphere* 3(1), 1-21, Doi 10.5943/mycosphere/3/1/1
- Halling, E. & Mueller, G. (2005) *Common Mushrooms of the Talamanca Mountains*, Costa Rica. The New York Botanical Garden
- Kuo, M. (2013). The boletes. Recuperado de: *MushroomExpert.Com* Sitio Web: <http://www.mushroomexpert.com/boletes.html>
- Jolon, M. (2005). Proyecto: “Recopilación de información sobre biodiversidad en Guatemala”. Guatemala: INBio, Norwegian Ministry of Foreign Affairs, CONAP.
- MARN-URL/IARNA-PNUMA. 2009. *Informe Ambiental del Estado - GEO Guatemala 2009*. Guatemala. 286 pp.

- Melgar, W. (2003). *Estado de la diversidad biológica de los árboles y bosques de Guatemala*. Documentos de Trabajo: Recursos Genéticos Forestales. FGR/53S Servicio de Desarrollo de Recursos Forestales, Dirección de Recursos Forestales, FAO, Roma.
- Morales, O., Bran, M., Cáceres, R., & Flores, R. (2002). *Contribución al conocimiento de los hongos comestibles de Guatemala*.
- Morales, O., Cáceres, R., Guirriarán, N., Flores, F. y Bran, M. (2012) Especies de Macrohongos reportadas para Guatemala. En E. Cano, *Biodiversidad de Guatemala Vol. 2* (págs. 45-61). Universidad del Valle de Guatemala. Reporta 20 especies de Boletaceae
- Mueller, G., Halling, R., Carranza, J., Mata, M. & Schmit, J. (2006) Saprotrophic and Ectomycorrhizal Macrofungi of Costa Rican Oak Forest. *Ecology and Conservation of Neotropical Montane Oak Forests*. 185 (55-68)
- Mueller, G.M., Schmit, J.P., Leacock, P.R. *et al.* (2007). Global diversity and distribution of macrofungi. *Biodivers Conserv*. 16: 37. doi:10.1007/s10531-006-9108-8
- Quezada, M., Rodas, L. y Marroquín, A. (2015) Informe Final Diversidad de encinos en Guatemala; una alternativa para bosques energéticos, seguridad alimentaria y mitigación al cambio climático. Fase I. Las Verapaces y Petén. Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas -IIQB- Centro de Estudios Conservacionistas --CECON- Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Guatemala
- Rosales de Zea, Carolina (2010) Unidad Jardín Botánico-Herbario USCG-Index Seminum/CECON. (Presentación PowerPoint). Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Standley, P. & Steyermark, J. (1952). *Flora of Guatemala*. Part IV. *Fieldiana Botany* 24: 3-370.
- URL-IIA. 2004. Perfil Ambiental de Guatemala: Informe sobre el Estado del Ambiente y bases para su evaluación sistemática. Guatemala: URL-IIA-FCAA-IARNA-Embajada Real de Los Países Bajos. Pp: 110-144.
- Valencia, S. y Nixon, K. (2004) Encinos. En: García-Mendoza, A., Ordóñez, M. y Briones-Salas, M. (eds.) *Biodiversidad de Oaxaca*. Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México, pp. 219-225.

14. ANEXOS

Anexo 1. Mapa de sitios de colecta en Alta Verapaz, Baja Verapaz y Petén



(Quezada, Rodas, y Marroquín, 2015).

Anexo 2. Listado de sitios de colecta establecidos dentro del proyecto.

No.	Código	Localidad	Municipio	Departamento	Longitud	Latitud	Altitud/msnm
1	Encinos_01	Santa Elena	Flores	Petén	-89.86783	16.91001	161
2	Encinos_02	Finca Santa Isabel	Santa Ana	Petén	-89.77299	16.72028	181
3	Encinos_03	Santa Elena_Satelite	Flores	Petén	-89.86611	16.90864	138
4	Encinos_04	Carretera a Santa Ana	Flores	Petén	-89.81545	16.89956	186
5	Encinos_05	a la par de Pepsi, camino a Flores	Flores	Petén	-89.81525	16.90655	182
6	Encinos_06	Orilla carretera, bifurcacion Tikal-Flores	Flores	Petén	-89.81154	16.89612	143
7	Encinos_07	Carretera a La Ponderosa	Flores	Petén	-89.81158	16.89601	155
8	Encinos_08	Country Delight	Purulhá	Baja Verapaz	-90.25314	15.23630	1591
9	Encinos_09	Monte Bello	Purulhá	Baja Verapaz	-90.23890	15.22629	1649
10	Encinos_10	Montaña del Quetzal	Purulhá	Baja Verapaz	-90.21077	15.19548	1638
11	Encinos_11	Montaña del Quetzal	Purulhá	Baja Verapaz	-90.21513	15.19596	1660
12	Encinos_12	Ram Tzul	Purulhá	Baja Verapaz	-90.20270	15.20720	1597
13	Encinos_13	Río Escondido	Purulhá	Baja Verapaz	-90.10958	15.10958	1505
14	Encinos_14	Finca Inasol	Poptún	Petén	-89.32650	16.36172	673
15	Encinos_15	Sacul Arriba	Dolores	Petén	-89.27100	16.49538	653
16	Encinos_16	Las Posas, Montañas Mayas	Poptún	Petén	-89.35410	16.44769	573
17	Encinos_17	Chiquibul, Montañas Mayas	Poptún	Petén	-89.35874	16.45832	529
18	Encinos_18	Finca Candelaria	Poptún	Petén	-89.41695	16.41936	488
19	Encinos_19	El Carrizal	Poptún	Petén	-89.22563	16.42679	715
20	Encinos_20	Orquigonia	Cobán	Alta Verapaz	-90.38460	15.46964	1495
21	Encinos_21	El Petencito	San Cristobal	Alta Verapaz	-90.46826	15.36561	1432
22	Encinos_22	Las Victorias	Cobán	Alta Verapaz	-90.28392	15.28392	1352
23	Encinos_23	Casa Aurora	Santa Cruz	Alta Verapaz	-90.38109	15.47553	1366
24	Encinos_24	La Granja	Tactic	Alta Verapaz	-90.38104	15.32588	1412
25	Encinos_25	La Paz Pacakaj	Salamá	Baja Verapaz	-90.24387	15.12046	1316
26	Encinos_26	Cerro La Cruz	Salamá	Baja Verapaz	-90.24391	15.12049	1347
27	Encinos_27	Aldea El Carmen	Salamá	Baja Verapaz	-90.34180	15.08693	1521

Continuación ...

No.	Código	Localidad	Municipio	Departamento	Longitud	Latitud	Altitud/msnm
28	Encinos_28	Rincón Grande	Salamá	Baja Verapaz	-90.29281	15.17046	1705
29	Encinos_29	Parcela Don Baudilio	Cubulco	Baja Verapaz	-90.56787	15.10607	1208
30	Encinos_30	Aldea Pasubir	Cubulco	Baja Verapaz	-90.59773	15.09991	1065
31	Encinos_31	Aldea Llano Largo	Granados	Baja Verapaz	-90.56299	14.94361	1706
32	Encinos_32	Finca Chío	San Juan Chamelco	Alta Verapaz	-90.34860	15.42476	1400
33	Encinos_33	Finca Pancuz	Tucurú	Alta Verapaz	-89.97058	15.27148	794
34	Encinos_34	Finca Flor de Mayo	Tactic	Alta Verapaz	-90.28625	15.28635	1939
35	Encinos_35	Finca Guaxpom	Tucurú	Alta Verapaz	-90.32990	15.32990	408
36	Encinos_36	Finca El Naranja	San Cristobal	Alta Verapaz	-90.45596	15.29679	1576
37	Encinos_37	Ecocentro del Valle	Santa Cruz	Alta Verapaz	-90.41355	15.39368	1477
38	Encinos_38	Balneario "Las Islas"	San Pedro Carchá	Alta Verapaz	-90.30778	15.46779	1300
39	Encinos_39	Tzacanihab	San Pedro Carchá	Alta Verapaz	-90.31641	15.46044	1365
40	Encinos_p1	Avenida de Talpetate	Cobán	Alta Verapaz	-90.38289	15.46340	1313
41	Encinos_p2	Carretera al Embalse del Río Chixoy Km 12 Carretera de Santa Cruz Verapaz a San Juan	San Cristobal	Alta Verapaz	-90.45314	15.27986	1415
42	Encinos_p3	Chamelco Carretera de Santa Cruz Verapaz a San Juan	Cobán	Alta Verapaz	-90.35692	15.38571	1414
43	Encinos_p4	Chamelco	Cobán	Alta Verapaz	-90.34378	15.40211	1401
44	Encinos_p5	Finca Chisac, Parqueo Café La Granja	Tactic	Alta Verapaz	-90.38104	15.32588	1412
45	Encinos_p6	Camino a la Parcela de Don Baudilio	Cubulco	Baja Verapaz	-90.56787	15.10607	1208

Anexo 3. Identificación de boletáceos en el herbario USCG



Anexo 4. Hongo boletáceo colectado en Jutiapa

