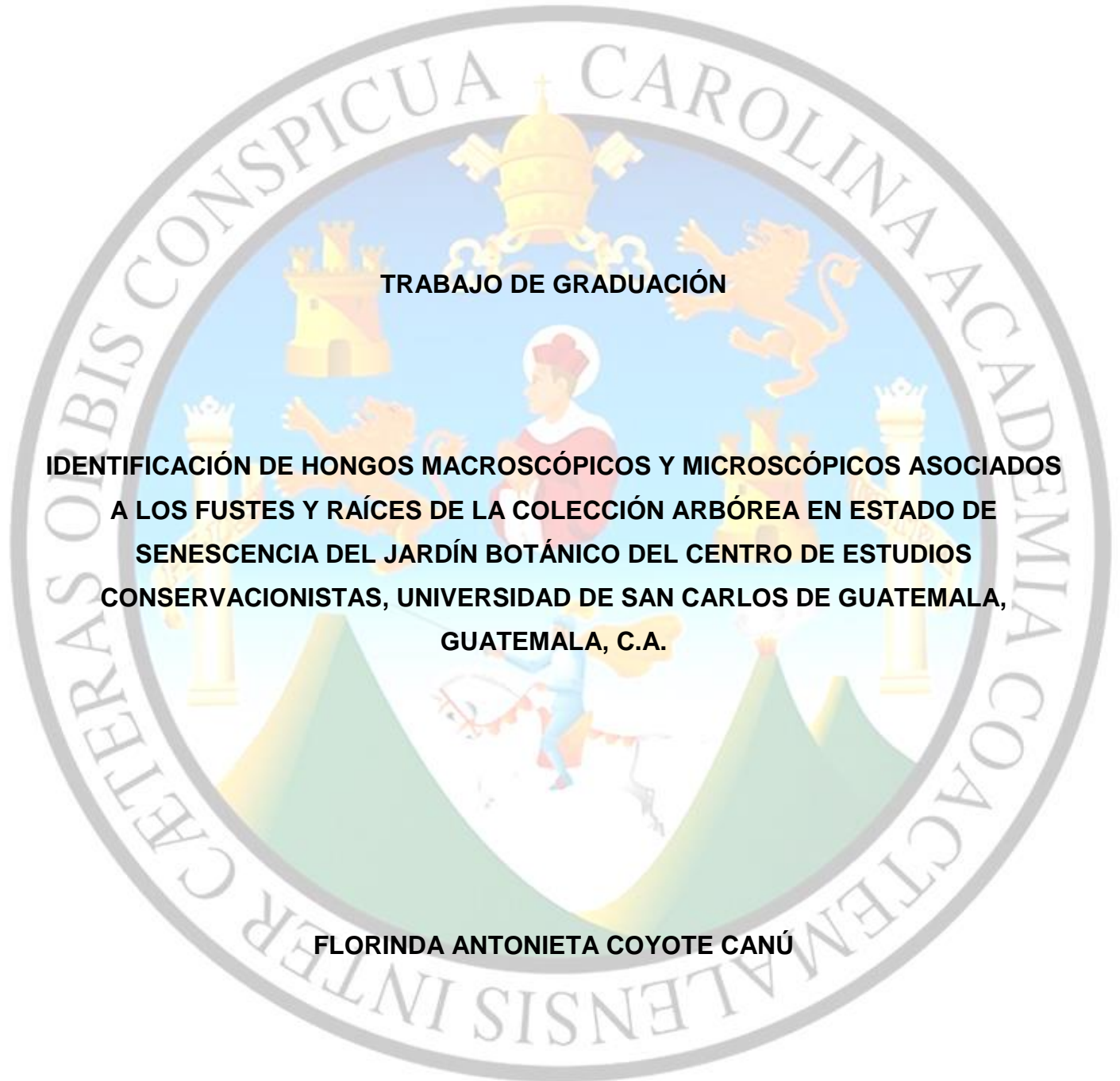


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA



TRABAJO DE GRADUACIÓN

**IDENTIFICACIÓN DE HONGOS MACROSCÓPICOS Y MICROSCÓPICOS ASOCIADOS
A LOS FUSTES Y RAÍCES DE LA COLECCIÓN ARBÓREA EN ESTADO DE
SENESCENCIA DEL JARDÍN BOTÁNICO DEL CENTRO DE ESTUDIOS
CONSERVACIONISTAS, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA,
GUATEMALA, C.A.**

FLORINDA ANTONIETA COYOTE CANÚ

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**IDENTIFICACIÓN DE HONGOS MACROSCÓPICOS Y MICROSCÓPICOS ASOCIADOS
A LOS FUSTES Y RAÍCES DE LA COLECCIÓN ARBÓREA EN ESTADO DE
SENESCENCIA DEL JARDÍN BOTÁNICO DEL CENTRO DE ESTUDIOS
CONSERVACIONISTAS, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA,
GUATEMALA, C.A.**

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

FLORINDA ANTONIETA COYOTE CANÚ

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERA AGRÓNOMA

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADA

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

Ing. M. Sc. Murphy Olympo Paiz Recinos

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr.	Mario Antonio Godínez López
VOCAL PRIMERO	Dr.	Tomás Antonio Padilla Cámara
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. M. A.	César Linneo García Contreras
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. M. A.	Jorge Mario Cabrera Madrid
VOCAL CUARTO	P. en Electrónica	Carlos Waldemar de León Samayoa
VOCAL QUINTO	P. agr.	Marvin Orlando Sicajaú Pec
SECRETARIO	Ing. Agr.	Juan Alberto Herrera Ardón

Guatemala, octubre de 2018

Guatemala, octubre de 2018

Honorable Junta Directiva

Honorable Tribunal Examinador

Facultad de Agronomía

Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de Graduación "IDENTIFICACIÓN DE HONGOS MACROSCÓPICOS Y MICROSCÓPICOS ASOCIADOS A LOS FUSTES Y RAÍCES DE LA COLECCIÓN ARBÓREA EN ESTADO DE SENESCENCIA DEL JARDÍN BOTÁNICO DEL CENTRO DE ESTUDIOS CONSERVACIONISTAS, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, GUATEMALA, C.A", como requisito previo a optar al título de Ingeniera Agrónoma en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciada.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Florinda Antonieta Coyote Canú

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS

Ser supremo que me ha acompañado en todos los días de mi vida, mi TODO, porque hasta aquí, Él me ha ayudado.

MIS PADRES

Bonifacio Coyote Ajuchán, por su apoyo incondicional, porque con su humildad, generosidad y valentía me ha demostrado la grandiosidad de su persona. Florinda Canú Yos, por sus incontables oraciones a Dios hechas cada madrugada por nuestra familia; por animarme y apoyarme en los momentos difíciles. gracias a los dos por todo el esfuerzo, sacrificio y amor que me han dado.

MIS HERMANOS

Nehemias y Esdras por su cariño y apoyo sin importar la distancia, gracias porque hasta aquí no se ha negado a los favores que les he pedido, agradezco bastante a Dios por haberme bendecido con sus vidas y le pido que les recompense todo lo que han hecho por mí y mi familia.

ALLAN MUCÍA

Gracias por el cariño y apoyo, Dios recompense todo lo que has hecho por mí y nuestras hijas.

FLORECITA Y SAMANTA

Florecita, el motor de mi vida, te amo mi pequeña valiente, mi mejor amiga, gracias por llenar de alegría mi vida, por animarme a creer en mí misma y por estar cuando más la necesito; Samanta, por venir a llenar nuestras vidas con sus sonrisas, llantos y berrinches porque cada una de esas características forman su linda personalidad, las amo.

MIS ABUELOS

Gerardo Coyote (Q.E.P.D.) Y Agustina Ajuchán (Q.E.P.D.), por el excelente padre que me dieron,

Anastacia Yos (Q.E.P.D.) por el amor y los cuidados que me dió, Ciriaco Canú, por el apoyo y asesoría académica, Dios le recompense todo lo que hizo por mí.

MIS AMIGAS Y AMIGOS

Anahí Cabrera, Rocío Castellanos, Marta Saquic, Mercedes Mejía, Abigail Castillo, Mayte Rodríguez, Jeniffer Frese, Blanca Mérida, Mildred Castellanos, Denis Rosales, Silvia Ajquejay, Albita Noj, Sayuri Castillo, Roselia Solares, Daniel Figueroa, Eduardo Juárez, Alejandra Burgos, Sheila Méndez, Belvet Escobar, Debby Escobar, Julia Castellanos, Rocío Cubur, Natalia Quixtan, Ana Lucía Posadas, Brenda Marisol Álvarez, Ana Montejo, Leticia Ramos y Judith Martínez; gracias por hacer este camino más armonioso y fácil de recorrer.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO A:

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Agronomía

por acogerme en sus aulas y formarme en las ciencias agronómicas.

Instituto Normal para señoritas

Centro América, INCA

(Jornada matutina)

por enseñarme el arte y la ciencia de la docencia y la educación.

AGRADECIMIENTOS A:

Jardín Botánico del Centro de
Estudios Conservacionistas,
USAC.

Por la oportunidad que me dieron de realizar el
EPS en sus instalaciones.

Lic. Carolina Rosales

por todas las facilidades otorgadas para la realización de
la investigación y la asesoría que siempre estuvo
dispuesta a dar durante todo el proceso del EPS.

Los Jardineros

Don Baudilio Chile, Luis López, Efraín Canú, Pablo Yac,
Guillermo Bin, Yovani Tunche y Esteban Ac gracias por
compartir sus conocimientos conmigo.

Los voluntarios

Lic. Claudia Bermúdez, Lic. Michelle Búcaro, Arq. Rafael
Rivera, Walter Escobar, Anabelle Allen, Julio Ocheita,
Lic. Blanca Barrera, Ing. Eduardo Santos, Lic. Claudia
Palacios, José Rodríguez, Carolina Pineda, gracias por
compartirme su amistad y sus consejos.

Personal del Jardín Botánico

Eréndira Aragón, María José Castellanos y Albina López.

Personal del Herbario USCG

Doctora Maura Quezada gracias por no negarse a
compartir su tiempo y sus conocimientos, Rosario Rodas
y Andrea Marroquín.

Laboratorio de Diagnóstico

Parasitológico

por permitirme trabajar dentro de sus instalaciones y
poder utilizar el material necesario en la investigación, al

Ing. Agr. Gustavo Álvarez, David Chalí y a Karla Chinchilla.

Natalia Quixtan

por su apoyo incondicional en el desarrollo de la investigación.

Ana María Ortíz	por su amistad y apoyo en el EPS.
Ing. Agr. Erika Roquel	por su amistad y apoyo en el desarrollo del presente documento.
Mi asesor	Alvaro Hernández, por el tiempo otorgado a la revisión del documento y por sus aportes.
Mi supervisor	Dr. Ariel Ortíz por su asesoría y el tiempo cedido para la evaluación del EPS.
Ing. Agr. Rolando Aragón	por su tiempo dedicado en la revisión del documento y por sus aportes.
Ing. Agr. Silvel Elías	por su apoyo durante el proceso del EPS.
Familia Mucía Gonzáles	Doña Petronila Gonzáles, don Manuel Mucía, Juan Manuel, Ana Lissette, Kevin Tojil, Kukulkan Danilo y Marta Francisca por su cariño y apoyo.
Mi cuñada y concuño	Hermelinda Coy Ixén y Guillermo Ajuchán
Mi sobrinas y sobrinos	Sofía Coyote, Emma Ajuchán, Javier Coyote, Nicolás Mucía y Dayan Mucía.
Lic. José Mucía	por su cariño y por animarme constantemente.
Mi familia	Tías, tíos, primas y primos por su cariño y apoyo.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
CAPÍTULO I	1
ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DEL JARDÍN BOTÁNICO DEL CENTRO DE ESTUDIOS CONSERVACIONISTAS DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, CIUDAD DE GUATEMALA, GUATEMALA.	
1.1 Presentación	2
1.2 Marco Referencial	3
1.2.1 Jardín Botánico	3
1.3 Objetivos	7
1.2.1 General	7
1.2.2 Específicos.....	7
1.4 Metodología.....	8
1.4.1 Análisis de la información obtenida de fuentes secundarias	8
1.4.2 Análisis de la información obtenida de fuentes primarias	8
1.5 Resultados	9
1.5.1 Análisis de registros de información.....	9
1.6 Conclusiones y Recomendaciones	16
1.7 Bibliografía	17

CAPÍTULO II.....	18
IDENTIFICACIÓN DE HONGOS MACROSCÓPICOS Y MICROSCÓPICOS ASOCIADOS A LOS FUSTES Y RAÍCES DE LA COLECCIÓN ARBÓREA EN ESTADO DE SENESCENCIA DEL JARDÍN BOTÁNICO DEL CENTRO DE ESTUDIOS CONSERVACIONISTAS, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, GUATEMALA, C. A.....	18
IDENTIFICATION OF MACROSCOPIC AND MICROSCOPIC FUNGI ASSOCIATED WITH THE TRUNK AND ROOTS OF THE ARBOREUM COLLECTION IN THE STATE OF SENESCENCE OF THE BOTANICAL GARDEN OF THE CENTER OF CONSERVATION STUDIES, SAN CARLOS UNIVERSITY OF GUATEMALA, GUATEMALA, C. A.	18
2.1 Presentación	19
2.2 Marco Conceptual	21
2.1.1 Antecedentes	21
2.1.2 Generalidades del Reino Fungi.....	23
2.1.3 Biodiversidad.....	25
2.1.4 Importancia de los árboles viejos para la conservación de la biodiversidad	26
2.1.5 Diversidad de hongos	28
2.1.6 Importancia de los árboles viejos en la diversidad de hongos	30
2.3 Objetivos	32
Objetivo General	32
Objetivos Específicos.....	32
2.4 Metodología	33

	PÁGINA
2.4.1 Hongos microscópicos	33
2.4.2 Hongos macroscópicos	34
2.5 Resultados	35
2.5.1 Descripción de géneros de hongos macromicetos identificados	36
2.5.2 Descripción de géneros de hongos micromicetos identificados	41
2.6 Conclusiones y Recomendaciones	43
2.6.1 Conclusiones	43
2.6.2 Recomendaciones	44
2.7 Bibliografía	47
2.7 Anexos	54
CAPÍTULO III	59
SERVICIOS REALIZADOS EN EL JARDIN BOTÁNICO DEL CENTRO DE ESTUDIOS CONSERVACIONISTAS DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.....	59
3.1 Presentación	60
3.2 Conteo y determinación de las especies arbóreas de la colección viva del Jardín Botánico que presentan problemas en su estado de salud.....	61
3.2.1 Objetivos	61
3.2.2 Metodología	62
3.2.4 Evaluación.....	65
3.3 Colecta y conservación de insectos xilófagos relacionados a los fustes de las especies arbóreas de la colección viva del Jardín Botánico del Centro de Estudios Conservacionistas de la Universidad de San Carlos de Guatemala.	66

	PÁGINA
3.3.1 Objetivos.....	66
3.3.2 Metodología.....	67
3.3.3 Resultados.....	68
3.3.4 Evaluación.....	71
3.4 Combate de la plaga de <i>Phyllophaga</i> spp.	72
3.4.1 Objetivos.....	72
3.4.2 Metodología.....	73
3.4.4 Evaluación.....	76

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
Figura 1. <i>Ganoderma</i> sp. _____	36
Figura 2. A-B) <i>Laetiporus sulphureus</i> en fuste de <i>E. camaldulensis</i> _____	37
Figura 3. <i>Pleurotus</i> sp. _____	38
Figura 4. <i>Coprinus</i> sp. _____	38
Figura 5. <i>Phytophthora</i> spp. _____	41
Figura 6. A) <i>Rosellinia</i> sp. _____	42
Figura 7A. <i>Xylaria</i> . _____	54
Figura 8A. Boleta de colecta "Agaricales" _____	55
Figura 9A. Boleta de colecta para <i>Xylaria</i> _____	56
Figura 10A. Boleta de colecta para <i>Ganoderma</i> _____	57
Figura 11A. Mapa del Jardín Botánico _____	58
Figura 12 Orden Isóptera. _____	69
Figura 13. Orden Coleóptera: <i>Elateridae</i> . _____	69
Figura 14. Orden Coleóptera: <i>Cerambycidae</i> . _____	70
Figura 15. Orden Coleóptera: <i>Anobiidae</i> . _____	70
Figura 16. Orden Coleóptera: <i>Passalidae</i> . _____	71
Figura 17. Elaboración de trampas entomológicas. _____	75
Figura 18. Trampas entomológicas realizadas y colocadas en los fustes. _____	76

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 1. Resultados de la identificación de hongos macromicetos en árboles senescentes de la colección arbórea del Jardín Botánico. _____	35
Cuadro 2. Resultados de la identificación de hongos micromicetos en árboles senescentes de la colección arbórea del Jardín Botánico. _____	40
Cuadro 3. Registro de especies arbóreas con problemas en su desarrollo fisiológico. _____	63
Cuadro 4. Listado de insectos xilófagos. _____	68
Cuadro 5. Listado de insectos <i>Pylophaga</i> spp atraídos por las trampas entomológicas ubicadas en los troncos de los árboles con problemas en su desarrollo fisiológico del Jardín Botánico. _____	74
Cuadro 6. Listado de <i>A. vulgare</i> atraídos por las trampas s subterráneas. _____	75

RESUMEN

El Jardín Botánico es una unidad de investigación del Centro de Estudios Conservacionistas de la Universidad de San Carlos de Guatemala ubicada en la Avenida de la Reforma 0-63 zona 10, de la ciudad de Guatemala. El Jardín cultiva y mantiene colecciones vivas endémicas del país, además ejecuta proyectos de investigación y proyectos docentes en temas botánicos y ecológicos. A través de un plan de educación ambiental, recibe anualmente un promedio de doce mil estudiantes de todos los niveles educativos.

Sus fines científicos y de conservación se complementan con sus propósitos de servir a la población guatemalteca (Rosales, 2015). El Jardín Botánico cuenta con jardineras donde se conservan especies nativas y en peligro de extinción, además se realizan intercambios con otros jardines botánicos por lo que es muy importante conocer las condiciones en las que se encuentran.

El presente trabajo de graduación se realizó como parte del Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía (EPSA) realizado en el Jardín Botánico durante los meses de agosto 2015 a mayo 2016, al finalizar el diagnóstico se concluyó que no se contaba con registros de la diversidad fúngica del Jardín, por lo que se usó como línea base para la investigación.

La investigación consistió en la recolección y análisis de muestras vegetales, de fustes y raíces de la colección arbórea en estado de senescencia, a nivel de campo y laboratorio, durante los meses de octubre 2015 a mayo 2016. Como resultado de la investigación fueron identificados 10 géneros diferentes de hongos, cinco del grupo micromicetos: *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Pythium* y *Rosellinea*; cinco macromicetos: *Ganoderma*, *Laetiporus*, *Pleurotus*, *Coprinus* y *Xylaria*, presentando el mayor número de hongos identificados el fuste de *Ceiba pentandra* (L.) Gaerth como se detalla en el cuadro de resultados.

Fueron realizados tres servicios, el primero consistió en el conteo y determinación de las especies arbóreas de la colección viva del Jardín Botánico que presentaban problemas en su estado de salud. Con el apoyo de la base de datos de especies arbóreas del Jardín

Botánico se realizaron recorridos en cada una de las 113 jardineras para evaluar el estado de salud de cada una de ellas. Como resultado se obtuvo el total de 35 ejemplares con problemas en su desarrollo fisiológico, se determinó por medio de exámenes de laboratorio parasitológico que la principal causa de este problema es la presencia de agentes fitopatógenos en raíces y fustes, la segunda es la presencia de insectos xilófagos y como tercer factor la edad de los árboles.

El segundo servicio consistió en la identificación de órdenes de insectos xilófagos presentes en los diferentes ejemplares resultado del primer servicio, se visitó cada ejemplar y se colectaron los insectos, se determinó que los órdenes Coleóptera e Isóptera eran los que mayor presencia tenían. El tercer servicio fue la elaboración de trampas entomológicas reutilizando envases plásticos de dos y tres litros obtenidos de donaciones de los visitantes del jardín, éste se realizó con el fin de disminuir la población de los insectos dañinos en los fustes de los árboles.

Además de estos servicios se realizaron algunas visitas guiadas a los visitantes de distintos niveles educativos, exposiciones sobre los distintos métodos de reproducción vegetal a los encargados del mantenimiento y voluntarios del jardín.

CAPÍTULO I

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DEL JARDÍN BOTÁNICO DEL CENTRO DE ESTUDIOS CONSERVACIONISTAS DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, CIUDAD DE GUATEMALA, GUATEMALA.

1.1 Presentación

El Centro de Estudios Conservacionistas de la Universidad de San Carlos de Guatemala ubicado en la Avenida de la Reforma 0-63 zona 10, de la ciudad de Guatemala, cuenta con un Jardín Botánico donde se mantienen colecciones vivas de plantas, con el fin de conservar especies endémicas del país y propagar las especies vegetales con énfasis en las especies amenazadas o en peligro de extinción. Estas colecciones sirven de apoyo a la enseñanza de la Botánica y ciencias afines en todos los niveles educativos y al público en general y de apoyo a estudios e investigaciones científicas.

En este informe se presenta las condiciones en las que se encontró el jardín, en el momento en que se inició el ejercicio profesional supervisado, la información se recopiló a partir de fuentes primarias y secundarias, se realizó durante el mes de agosto del año 2015.

La administración pasada no dejó alguna base de datos en la que la administración actual pudiera trabajar por lo que se tuvo que comenzar con una nueva base de datos, con la ayuda de los estudiantes de arquitectura y de EDC de biología se comenzó un nuevo levantamiento de datos en la que se sigue trabajando actualmente.

El manejo agronómico que se le da al jardín botánico no es el adecuado ya que los encargados del mantenimiento solo han asistido a una capacitación en lo que tienen trabajando que en promedio son 9.5 años. El agua que se utiliza para riego es agua potable. Las herramientas que se utilizan no se desinfectan por lo que es probable que esto aporte al problema de sanidad de las plantas.

Se encontraron varios problemas en el desarrollo fisiológico de las plantas relacionados a plagas y enfermedades, siendo los más preponderantes los insectos xilófagos, hongos, medio ambiente y edad, teniendo esa información se decidió tomar los dos primeros problemas como temas para trabajar en la fase de investigación y servicios, para poder ser utilizados como base para futuras investigaciones.

1.2 Marco Referencial

1.2.1 Jardín Botánico

“Es una institución que tiene colecciones de plantas, mantenidas y ordenadas científicamente, por lo general documentadas y etiquetadas, abierto al público con propósitos recreativos, culturales, educativos y de investigación” (BGCI, la WWF y la UICN, 1996).

En la actualidad los jardines botánicos del mundo desempeñan un papel preponderante dentro de los diversos esfuerzos implementados para frenar la extinción de especies, así como en la clasificación, conservación, evaluación y uso sostenido del patrimonio genético vegetal (BGCI, WWF y UICN, 1996). Igualmente son las organizaciones más idóneas para participar activamente en programas que combinen la conservación de plantas *in situ* y *ex situ*, a través de sus tres propósitos fundamentales:

- a) Conservación
- b) Investigación
- c) Educación.

A. JARDIN BOTANICO CECON, USAC

Nombre o razón social: Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Centro de Estudios Conservacionistas -CECON-

Dirección geográfica: Avenida de La Reforma 0-63, zona 10 CP 01010. Guatemala, Guatemala C.A.

Teléfonos: 2331 0904, 2334 7662, 23615450, 23615451, 23615457, 23322985

Direcciones electrónicas: educacion.jardinbotanico@usac.edu.gt

jardinbotanico@usac.edu.gt

jardinbotanicousac@gmail.com

Sitios.usac.edu.gt/cecon

Desde finales del siglo XIX, profesores de las Facultades de Medicina y Ciencias Naturales y Farmacia (actual Facultad de Ciencia Químicas y Farmacia) iniciaron las gestiones para la formación del Jardín Botánico de Guatemala. Propusieron para su ubicación el área que hoy ocupa el jardín frontal de la iglesia de San Sebastián. Después del terremoto de 1917 y 1918 se estableció oficialmente en el lugar donde actualmente se encuentra. El proceso para su fundación estuvo a cargo de los doctores Julio Rosal y Eduardo Saravia, siendo este último el primer director (R. Carolina, 2015).

En 1922, el entonces presidente de Guatemala, Lic. Carlos Herrera, dona a la Facultad el solar ocupado por la Escuela Práctica para Varones destruida por los terremotos de 1917/18, con la finalidad de crear un jardín botánico. En carta del 21 de agosto de 1,922 la Junta Directiva de la Facultad informa al Ministro de Instrucción Pública, el acuerdo para celebrar la fundación del Jardín Botánico en conmemoración del centenario del nacimiento de Luis Pasteur, el 27 de diciembre del mismo año y la colocación de un busto en su honor (folio 253 del Acta de Junta Directiva del 19 de agosto de 1922).

Ese mismo año la Facultad inicia los trámites para la formación de un semillero y la rotulación del Jardín Botánico (folios 231-2 y 233-4 del Acta de Junta Directiva del 17 de Julio de 1922) solicitando además se remita al mismo la flora de cada departamento (folio 238 de la misma fecha) instalándose también una estación meteorológica, cuyas observaciones dieron inicio desde el mes de enero de 1922.

Fue declarado un Monumento Nacional protegido por el decreto legislativo 26-97, Ley para la Protección del Patrimonio Cultural y sus reformas contenidas en el decreto legislativo 81-98. El Jardín Botánico, contiene bienes patrimoniales históricos de gran importancia, los cuales se encuentran actualmente registrados, figurando entre ellos el edificio, el portón frontal, la verja, las glorietas y la estatua del Palacio de la Reforma (Rosales, 2015).

a) Misión

El Jardín Botánico es la unidad universitaria especializada en el cultivo y mantenimiento de colecciones botánicas vivas (Jardín Botánico e *Index Seminun*), así como del mantenimiento de colecciones botánicas herborizadas (Herbario), que orienta sus acciones a la conservación, educación e investigación taxonómica, ecológica y reproductiva de especies vegetales nativas.

b) Visión

El Jardín Botánico es la unidad científica universitaria reconocida a nivel nacional e internacional por promover acciones para la conservación y manejo adecuado de colecciones botánicas de especies nativas, a través de la investigación, extensión y educación.

c) Objetivos de la Unidad

- I. Mantener e incrementar las colecciones botánicas vivas del Jardín Botánico, las colecciones de Herbario y las colecciones del *Index Seminun*.
- II. Llevar a cabo investigación sobre la flora de Guatemala con enfoque conservacionista.
- III. Difundir conocimientos botánicos, en especial de plantas nativas.
- IV. Coleccionar, estudiar y propagar las especies vegetales, con énfasis en plantas amenazadas o en peligro de extinción en Guatemala.
- V. Servir de apoyo a la enseñanza de botánica y ciencias afines en todos los niveles educativos y al público en general.
- VI. Servir de apoyo a estudiantes e investigaciones científicas.

d) Líneas de investigación de la unidad

- I. Exploración taxonómica de Guatemala.
- II. Investigación ecológica y biogeográfica de la vegetación de Guatemala.
- III. Biología reproductiva de plantas nativas de Guatemala.
- IV. Estudio de la adaptación, biología reproductiva y conservación de las especies nativas de la colección del Jardín Botánico.

e) Horarios y atención

El horario de atención a los visitantes es de martes a viernes de 8:30 a 12:00 y de 13:00 a 15:00 horas. Para visitas guiadas solicítelas al teléfono 2331 0904.

Recorridos guiados a grupos de los diferentes niveles educativos y grupos particulares.

Es importante mencionar que las visitas de los grupos organizados de estudiantes y particulares se deben realizar con cita previa, con el objetivo que el personal que atiende planifique y organice la atención, el material informativo y el horario del recorrido. Para reservar llamar a los teléfonos: 2331 0904, 2361 5450, 2361 5451, 2361 5457 y escribir al email: educación.jardinbotanico@usac.edu.gt

Los recorridos guiados tienen una duración de 1 hora y se ofrecen de miércoles a viernes de 9:00 a 10:00 hrs. Los temas de los recorridos se envían vía internet a la dirección antes mencionada. Se cuenta con el apoyo de un grupo de voluntarios capacitados en los diferentes temas de los recorridos. Debido al número del personal del Jardín y voluntarios se hace necesario delimitar el número de personas que se atienden con guía.

Los grupos que sobrepasan el número establecido de estudiantes se le ofrece la autoguía "Principales árboles del Jardín Botánico", en la cual es una forma autodidáctica de recorrer los senderos del Jardín conociendo usos y características los principales árboles que se encuentran en el Jardín Botánico (R. Carolina, 2015).

1.3 Objetivos

1.2.1 General

Analizar la situación actual en la que se encuentra el Jardín Botánico unidad de investigación del Centro de Estudios Conservacionistas –CECON-, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

1.2.2 Específicos

- 1 Analizar los registros de información existentes en los archivos del Jardín Botánico.
- 2 Evaluar el manejo agronómico que se le da a la colección viva del Jardín Botánico por parte de los jardineros.

1.4 Metodología

1.4.1 Análisis de la información obtenida de fuentes secundarias

Se buscó información sobre jardines botánicos y su importancia en diferentes sitios electrónicos y libros.

Se solicitó información de los archivos a la coordinadora del Jardín Botánico del Centro de Estudios Conservacionistas.

1.4.2 Análisis de la información obtenida de fuentes primarias

Se realizó una entrevista a la Coordinadora del Jardín Botánico, sobre el manejo de la colección viva, las áreas en las que se divide el Jardín, el manejo del personal, el trabajo y el perfil de cada encargado del mantenimiento de las jardineras y así conocer la situación en la que se encontraba el Jardín Botánico.

Se realizaron entrevistas a los nueve encargados del mantenimiento del Jardín Botánico para conocer el manejo agronómico que les dan a las jardineras que tiene a su cargo, siguiendo el listado de jardineras obtenidas de los archivos.

Se recopiló toda la información obtenida para poder detectar los problemas potenciales para ser evaluados en la etapa de servicios e investigación.

1.5 Resultados

1.5.1 Análisis de registros de información.

El Jardín Botánico actualmente cuenta con las siguientes áreas:

A. Colección del Jardín Botánico

Creada en 1922, los objetivos y funciones de la colección han cambiado a lo largo de estos 93 años.

Los registros de las plantas que han sido cultivadas en el jardín se han llevado en hojas impresas y en catálogos que dejaron de publicarse en la década de 1980.

No se recibió de la coordinación anterior un listado de las plantas bajo cultivo.

En la revisión de la colección de plantas se observó y se confirmó con los comentarios de los jardineros y los técnicos que la mayoría de las plantas no cuenta con rotulaciones de identificación.

El Jardín Botánico constituye un área única dentro de la capital dedicada al estudio de la flora guatemalteca con gran potencial para la educación y la promoción turística en el país. Se encuentra organizado por tabloneros o jardineras, haciendo un total de 113, estas varían en cuanto a tamaño y abundancia de especies presentes.

En 2010 se inicia el trabajo de actualización del catálogo de especies, por lo cual se realizó un inventario de las plantas sembradas en cada tablón. El trabajo incluye ahora el levantamiento de perfiles de vegetación con el apoyo de estudiantes de EPS de arquitectura y de EDC de la escuela de Biología de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

Del inventario se ha encontrado hasta ahora que la colección cuenta con 508 especies de diferentes taxones botánicos, 63 especies de orquídeas (ubicadas en el invernadero), 106 familias botánicas representadas y 303 ejemplares de herbario que necesitarán del apoyo

de especialistas para su identificación. La familia Araceae es la que presenta mayor número de especies sin determinar.

Las colecciones más interesantes dentro de colección es la de árboles que cuenta con especies maderables, ornamentales y especies ícono de nuestro país como la ceiba, el hormigo, el palo lagarto, el palo jiote, conocaste, sapotáceas entre otras. Las especies arbóreas y arborescentes rebasan los 120 ejemplares dentro del jardín.

Otras colecciones muy visitadas son las de medicinales y especies de las zonas áridas del país.

a. Habilitación del invernadero

El invernadero fue remodelado con ayuda de la división de Servicios Generales, se trabajó en: cambio de láminas, mantenimiento y pintura a marcos de hierro de los ventanales y puerta y colocación de vidrios nuevos. Aún debe trabajarse en darle mantenimiento a las mesas de cemento y las pilas, controlar la temperatura y mecanizar el riego.

b. Herbario USCG

El Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USCG) es el primer herbario de Guatemala, y fue fundado en el año de 1,923 por el botánico Ulises Rojas. Es parte del Jardín Botánico del Centro de Estudios Conservacionistas (CECON). Es una institución que se enfoca en la exploración botánica del país desarrollando proyectos relacionados a taxonomía, sistemática, ecología, biogeografía y etnobotánica.

El Herbario cuenta a la fecha con 37,000 registros. La colección histórica está formada por especímenes del botánico Ulises Rojas y Rafael Tejada que datan de 1,913. Esta colección es la más antigua realizada por guatemaltecos y conservadas en un herbario nacional. La colección de referencia cuenta con especímenes recolectados en proyectos importantes como: Musgos de Guatemala, Helechos de Guatemala, Flora de Guatemala y Flora Mesoamericana.

El Herbario USCG cuenta con publicaciones de carácter ecológico y etnobotánico, tales como: Plantas Comestibles de Centroamérica, Plantas Tóxicas y Los Helechos del Corredor del Bosque Nuboso. Además, de manuscritos publicados en revistas nacionales e internacionales.

Entre las actividades del Herbario están:

- I. Inventarios florísticos en diferentes ecosistemas del país.
- II. Asesoramiento en identificación taxonómica y métodos de colecta.
- III. Gestión de investigaciones científicas.
- IV. Unidad de práctica para estudiantes que efectúan actividades de docencia y servicio en la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- V. Atención a la comunidad nacional e internacional en temas relacionados a colecciones de referencia.
- VI. Intercambio de especímenes con Herbarios nacionales e internacionales.
- VII. Difusión del conocimiento científico de la diversidad vegetal del país por medio de conferencias, impresión de material, talleres.

c. Index Seminum

El Index Seminum fue creado en 1969 con el objetivo de almacenar colectas de semillas provenientes del Jardín Botánico y realizar pruebas de germinación.

En 1969 se editó el primer catálogo, en el cual se mostraban datos generales del jardín botánico (coordenadas, Tprom mensual, PPTprom, y un listado de semillas y plantas disponibles para intercambio. Con un total de 120 ejemplares de 60 especies. Para el año 1977 se ofrecían 400 ejemplares de 275 especies.

Para el año 1978 se tenía contacto con 237 instituciones de 50 países. Pero desafortunadamente el último catálogo e intercambio se realizó en 1995 debido a falta de fondos. En 2010 se reinició el trabajo de investigación en este laboratorio.

Los objetivos del *Index Seminum* son:

- 1 Preservar las semillas de especies vegetales que se encuentran dentro del Jardín Botánico.
- 2 Conservar y almacenar semillas de especies vegetales nativas de Guatemala.
- 3 Facilitar y fomentar el estudio e investigación de la biodiversidad vegetal.

a) Colección de Referencia

- En 2011 se formó una colección de referencia morfológica con semillas colectadas dentro del Jardín Botánico desde los años 80, semillas provenientes de intercambios con otros jardines botánicos alrededor del mundo, y con semillas provenientes de proyectos de investigación.
- La colección cuenta hasta el momento con 2486 ejemplares de 850 especies de semillas, provenientes de diferentes localidades de Guatemala y de intercambios con 33 países.
- Dicha colección cuenta con una base de datos hecha en el programa Excel, en donde se puede encontrar la siguiente información: Número de registro, Número de Colecta, Nombre Científico, Familia, Nombre Común, Hábito, Distribución mundial, Distribución en Guatemala, Usos, Rango Altitudinal, Lugar de Colecta, Coordenadas, Fecha de Colecta, Colector, además presenta Nombre del Proyecto y Autor, para las muestras provenientes de proyectos de investigación.
- Para tener la colección en óptimas condiciones, todos los ejemplares pasaron por un proceso de curación, el cual consiste en esterilizar con alcohol al 95% tanto los frascos de almacenamiento como a las semillas.

d. Programa educativo

Desde sus inicios, el Jardín Botánico ofrece a la comunidad guatemalteca conocimientos botánicos que pueden ser transmitidos a través de visitas guiadas solicitadas por grupos organizados o bien con una simple visita a sus instalaciones y a través de consultas bibliográficas.

Durante el año el Jardín Botánico es visitado por estudiantes de todos los niveles educativos desde preprimaria hasta universitario. Anualmente se reciben entre 10,000 a 15,000 visitantes por año entre estudiantes, turistas y público en general.

Actualmente ofrece 5 recorridos guiados para el nivel primario con temas basados en la Currícula Nacional Base del Ministerio de Educación. Se cuenta con un Plan Educativo para el 2012-2016. Para información y reservación de guía escribir al mail: educación.jardinbotanico@usac.edu.gt

Normas de conducta dentro del Jardín Botánico:

1. Conducirse ordenadamente evitando correr y gritar.
2. Caminar únicamente por los senderos, evitando pararse sobre las plantas.
3. Respetar aves, insectos y peces.
4. No cortar hojas, flores o frutos.
5. Respetar los rótulos que identifican las plantas.
6. colocar la basura en los botes respectivos.
7. Se prohíbe el ingreso de animales domésticos, bicicletas, patinetas, pelotas y equipos de sonido.

B. Personal

- Coordinadora de Unidad Jardín Botánico

Profesor titular IV TC Carolina Rosales

- Herbario USCG

Fernando Castillo, Curador

Rosario Rodas, Auxiliar de Laboratorio I.

- Programa de Educación Ambiental

Ana María Ortiz. Maestra de Educación Primaria, MT.

Albina López Ortiz. Auxiliar de Investigación I, MT.

- Index Seminum

Erendira Aragón. Auxiliar de Investigación I, MT.

María José Castellanos, Auxiliar de Cátedra I, MT.

- Personal de Mantenimiento de Colecciones del Jardín Botánico

8 jardineros

- Voluntarios

10 personas

- Jardinería

El trabajo de cada jardinero está sectorizado en un promedio de 15 tablones por persona. El trabajo está organizado en base a la disposición del agua y la cantidad de mangueras que se comparten entre 2 jardineros, lo cual hace que la eficiencia en la limpieza y cuidado de plantas, tierra, aboneras se retrase. Existen dos turnos de riego por día, 4 jardineros riegan de 7 a 12 horas y 4 jardineros riegan de 13 a 15 horas. El trabajo de la abonera se programa cada 15 días, pero debido a factores de eficiencia en la distribución del trabajo, espacio dentro de la abonera para dar vuelta a la materia orgánica, velocidad de descomposición de la materia orgánica, factores ambientales y factores de salud de los

trabajadores el trabajo se retrasa con frecuencia. Los jardineros dicen haber recibido solamente 1 o 2 cursos de capacitación a lo largo de todo su servicio laboral en la institución. En promedio han trabajado 9.5 años.

Observaciones: el jardinero Natael López está de permiso desde julio de 2014 hasta el 30 de junio de 2016 para ocupar el puesto de secretario general del sindicato de trabajadores de la USAC.

- Perfil del puesto de jardinero

Puesto funcional: Jardinero

Inmediato superior: director

Subalternos: Ninguno

Descripción del puesto

Naturaleza: Trabajo de servicio que consiste en realizar tareas de siembra y cultivo de plantas ornamentales, construcción de cercos y arriates, recolección y transporte de desechos en jardines y otras áreas de la Universidad.

Atribuciones ordinarias: Barrer senderos, áreas del jardín, mantenimiento a los arriates, sembrar plantas, podar arbustos y grama, abonar plantas.

Atribuciones periódicas: Trabajar en la abonera, procesar el abono, coleccionar semillas, limpiar los techos de oficinas, picar o remover la tierra, podar grama, elaborar horarios cada invierno, limpiar de calles, extraer basura, hacer aboneras.

Atribuciones Eventuales: Podar árboles, acarrear tierra y arena, limpiar el herbario.

Otras actividades inherentes al puesto que le asigne el jefe inmediato.

Relaciones de trabajo: Por la naturaleza de sus funciones deberá mantener relación estrecha con funcionarios, personal ajeno a la Facultad y personal de la Universidad.

Responsabilidad: Cumplir con la legislación universitaria. Del adecuado uso y cuidado de mobiliario y equipo que tiene asignado. De proporcionar informe al jefe inmediato superior sobre los trabajos a su cargo.

Requisitos de Formación y Experiencia

Personal externo: Primaria completa, conocimiento en jardinería ornamental y un año en trabajos de jardinería.

Personal Interno: Primaria completa y dos años en trabajos de jardinería (R. Carolina, 2015).

1.6 Conclusiones y Recomendaciones

La administración pasada, al momento de retirarse no dejó ninguna base de datos en la que la administración actual pudiera trabajar o seguir trabajando, por lo que se tuvo que comenzar nuevamente con el registro de las especies de la colección viva del jardín botánico. Con base en la información se tomó la decisión de llevar a cabo la identificación de los géneros fúngicos relacionados a las raíces y a los fustes de la colección arbórea como base de futuras investigaciones, ya que no se tiene un registro de dicha colección.

La coordinadora del jardín es la encargada de velar por el cumplimiento de las obligaciones y derechos de las diferentes áreas de este, como el personal de *Index Seminum*, herbario USCG, unidad de educación ambiental y del personal de mantenimiento del jardín.

La colección viva del jardín botánico no cuenta con un manejo agronómico adecuado debido a que el personal de mantenimiento no se les ha capacitado para dichos trabajos, entre los problemas que se observaron fue la falta de herramientas y disponibilidad de agua ya que deben esperar para poder regar las jardineras a su cargo. Otro problema es el manejo de plagas y enfermedades, por lo que se decidió realizar la identificación de órdenes de insectos relacionados a los fustes de la colección arbórea en estado de senescencia como base para futuras investigaciones.

1.7 Bibliografía

1. BGCI (Organización Internacional para la Conservación en Jardines Botánicos, Suiza); WW (Fondo Mundial para la Naturaleza, Suiza); UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, Suiza). 1996. La estrategia de los jardines botánicos para la conservación (en línea). Consultado 18 ago. 2015. Disponible en: https://www.bgci.org/argentina_esp/international_agenda_esp/
2. Galindo, JL; Rosales, C; Dávila, V; García, M; Samayoa, MA; Hernández, I. 2014. Plan estratégico institucional. Guatemala, USAC, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Centro de Estudios Conservacionistas. 11 p.
3. Gómez, C. 2001. Arboretum: espacio verde para la investigación y el esparcimiento. Ponencia presentada en el VII Curso de Arboricultura Urbana. Caracas, Venezuela, Fundarbol. 20 p.
4. Rosales, C. 2015. Estado actual de la Unidad Jardín Botánico del Centro de Estudios Conservacionistas, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, USAC, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Centro de Estudios Conservacionistas. 2 p.

Vo. Bo. *Rolando Barrios*
TESIS Y DOCUMENTOS DE GRADUACIÓN
* REVISIÓN * NOT.

CAPÍTULO II

**IDENTIFICACIÓN DE HONGOS MACROSCÓPICOS Y MICROSCÓPICOS ASOCIADOS
A LOS FUSTES Y RAÍCES DE LA COLECCIÓN ARBÓREA EN ESTADO DE
SENESCENCIA DEL JARDÍN BOTÁNICO DEL CENTRO DE ESTUDIOS
CONSERVACIONISTAS, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA,
GUATEMALA, C. A.**

**IDENTIFICATION OF MACROSCOPIC AND MICROSCOPIC FUNGI ASSOCIATED
WITH THE TRUNK AND ROOTS OF THE ARBOREUM COLLECTION IN THE STATE
OF SENESCENCE OF THE BOTANICAL GARDEN OF THE CENTER OF
CONSERVATION STUDIES, SAN CARLOS UNIVERSITY OF GUATEMALA,
GUATEMALA, C. A.**

2.1 Presentación

El Jardín Botánico de Guatemala es una unidad del Centro de Estudios Conservacionistas de la Universidad de San Carlos de Guatemala que tiene colecciones de plantas vivas, mantenidas y ordenadas científicamente, documentadas y etiquetadas, abierto al público con propósitos recreativos, culturales, educativos y de investigación, desempeñando un papel preponderante dentro de los diversos esfuerzos implementados para frenar la extinción de especies (BGCI, WWF y UICN, 1996).

Por otro lado, los hongos son organismos que pueden ser encontrados en diferentes lugares, formando simbiosis, degradando material orgánico, otros parásitos que aprovechan el estado senescente de diversos organismos.

En 1991, Hawksworth estimó que la diversidad de especies de hongos en el Planeta sería de 1.5 millones, cifra que se relaciona con las plantas vasculares en una proporción de 1:6, micólogos han hecho recientemente estimaciones de 5.1 millones de especies de hongos por el análisis de ADN ambiental de una muestra fúngica de suelos en Carolina del Norte, EUA, (O'Brien *et al.* 2005). Blackwell (2011) concluye que lo importante de todas las estimaciones que se han realizado no son las cifras, sino que se ha logrado incentivar a que micólogos realicen más investigaciones para la determinación de nuevas especies.

El Jardín Botánico conserva diferentes colecciones vivas, entre ellas está la colección arbórea que por distintas variables en los últimos años ha presentado varios ejemplares en estado de senescencia, debido a diferentes circunstancias como especies mal adaptadas, edad o a diferentes patógenos. Los ejemplares senescentes han estado albergando distintas especies de hongos formando un microhábitat en cada uno de ellos.

Uno de los propósitos del Jardín Botánico es preservar la biodiversidad para estudiarla y difundir el conocimiento generado, en este sentido esta investigación es importante debido a que como resultados se obtuvieron la identificación de los hongos macroscópicos y microscópicos relacionados a los fustes y raíces de los árboles en senescencia como una base para futuras investigaciones relacionadas a la biodiversidad del Jardín.

Se realizaron estudios a nivel de campo y de laboratorio, durante los meses de octubre 2015 a mayo 2016, fueron identificados diez géneros diferentes de hongos, cinco del grupo micromicetos: *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Pythium* y *Rosellinia*; cinco macromicetos: *Ganoderma*, *Laetiporus*, *Pleurotus*, *Coprinus* y *Xylaria*, presentando el mayor número el fuste de *Ceiba pentandra* (L.) Gaerth como se detalla en el cuadro de resultados.

2.2 Marco Conceptual

2.1.1 Antecedentes

A. Diversidad de hongos en el mundo

Mucho se ha dicho de la cantidad de especies de hongos que se conocen en el Mundo, y los datos son variables, pero recientemente Kirk *et al.* (2008) señalaron que hay 97,861 especies descritas en el mundo y si se consideran las 1,300 especies de Microsporidia que han sido ubicados recientemente en el reino Fungi (Blackwell, 2011), se puede decir que se conocen aproximadamente 99,161 especies de hongos, superándose recientemente la cifra de 60,000 a 80,000 que se estimaba que se conocían en el planeta.

Hawksworth (1991), consideró la existencia de 1.5 millones de especies, basada en criterios ecológicos, reconociendo la importancia de los inventarios micológicos en Inglaterra y su extrapolación a otros sitios del planeta. Ha habido otras estimaciones, unas conservadoras como las de Mueller, *et al.*, (2007) quienes han sugerido la utilización de otros parámetros como la distribución geográfica, endemismos, especificidad de hospederos, diversidad de micro y macro hongos sobre material vegetal en diversos hábitats, así como su asociación con otros organismos y como resultado de estas evaluaciones indican que existen por lo menos 700,000 especies de hongos en el mundo.

O'Brien *et al.* (2005) hicieron una estimación global de 3.5 a 5.1 millones de especies de hongos al realizar un análisis de ADN ambiental de una comunidad fúngica de suelos en Carolina del Norte, EUA, revelando un alto grado de acumulación de nuevas especies en el sitio. Blackwell (2011) después de analizar las estimaciones concluye que no es importante la cifra, sino que se ha llamado la atención a que muchos biólogos se interesen

por el estudio de los hongos, de esta manera se reconoce a los hongos como uno de los grupos megadiversos del planeta.

B. Diversidad de hongos en Guatemala

Sharp en 1948 realizó la primera colecta de macro hongos en el país, este autor citó diversas especies silvestres de venta en los mercados, como *Amanita caesarea*, *Cantharellus cibarius* y *Schizophyllum commune* (Sharp, 1948).

En 1964, Lowy reportó 8 especies nuevas del orden Tremellales, así como un género nuevo de la familia Tulasnellaceae (Morales, 2005). En 1983, Argueta reportó 27 géneros y 45 especies para los municipios de Mixco y San Juan Sacatepéquez (Argueta, 1983).

En 1984, Sommerkamp publicó un trabajo sobre los macromicetos del Biotopo Universitario “Lic. Mario Dary Rivera” para la conservación del Quetzal, en Purulhá Baja Verapaz; reportando 51 géneros y 80 especies (Sommerkamp, 1984).

En 1988, Sommerkamp realizó el estudio “Hongos Comestibles en los Mercados de Guatemala” apoyada por el Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas –IIQB-. El trabajo de Sommerkamp permitió la estandarización de la micoteca, enriquecimiento de la biblioteca de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, producción de material gráfico y la creación de la línea para la micología nacional. Sommerkamp encontró 21 especies comestibles pertenecientes a 17 géneros y 12 familias distintas (Sommerkamp, 1990).

En 1993, Aguilar realizó un estudio de macromicetos en la finca San Luis, en Escuintla, reportando géneros como *Auricularia*, *Trametes*, *Trichoptum*, *Cantharellus*, *Pleurotus*,

Polyporus, Collybia, Hygrophoropsis, Dacryopinax, Geastrum, Stereum, entre otros. (Aguilar, 1994).

En 1995, Fuentes realizó una caracterización de macromicetos en el Astillero Municipal de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos. En este estudio se reportó 23 géneros y 12 nuevos registros para Guatemala (Fuentes, 1996). Rizzo, en 1999 reportó 28 géneros y 37 especies para el Parque Arqueológico Tikal, Petén; de las cuales, 20 especies constituyeron nuevos registros para Guatemala (Rizzo, 1999).

En el año 2000, Flores y Simonini, publicaron un artículo sobre Boletales de Guatemala en el que se enlistó 9 especies pertenecientes a 6 géneros, nombrando dos especies nuevas para la ciencia (Flores & Simonini, 2000). En el 2001, Márquez realizó un estudio de macromicetos en la Finca Aprisco, en Totonicapán, donde reportó 29 géneros y cinco nuevos registros para el país (Márquez, 2001).

En 1998, se realizó la descripción de los hongos ectomicorrícicos asociados a encino (*Quercus ssp.*) en bosques de Tecpán Guatemala, Chimaltenango (Cáceres et al., 1999). En 1999, Flores et al., publicaron los trabajos titulados “Hongos Ectomicorrícicos asociados a *Abies guatemalensis*, *Pinus rudis* y *Pinus ayacahuite* de la Sierra de los Cuchumatanes y su aprovechamiento en la producción de planta forestal microrrizada” y “Hongos ectomicorrícicos asociados a *Pinus* en Poptún, Petén, Guatemala” (Flores et al. 1999).

2.1.2 Generalidades del Reino Fungi

Los hongos son organismos eucariontes heterótrofos uni o multicelulares, se nutren por absorción, carentes de pigmentos fotosintéticos, pared celular compuesta principalmente por quitina con excepción de algunas especies, reproducción sexual o asexual,

produciendo en cualquier caso algún tipo de espora. La mayoría de las especies de hongos conocidos viven sobre materia orgánica muerta por lo que se les reconoce con un papel muy importante como descomponedores o degradadores del sustrato donde se encuentran. Se pueden aprovechar de varias maneras, como alimento, levaduras, producción de antibióticos y como controladores biológicos.

Los hongos presentan básicamente dos tipos de morfologías: una multicelular denominada filamentosa y otra unicelular denominada levaduriforme. Los hongos filamentosos (miceliares o mohos), representan el crecimiento más típico de los hongos microscópicos. En medios de cultivos sólidos y también sobre cualquier superficie en la que se desarrollen, por ejemplo, frutas u otros alimentos, producen colonias algodonosas o pulverulentas que son muy características.

La mayoría de los hongos presentan reproducción sexual y asexual. En algunas especies coexisten las dos formas de reproducción, denominándose holomorfo (indica el ciclo de vida total del hongo). El holomorfo, tiene a la vez una forma de multiplicación asexual, conocida como anamorfo o mitospórico (o estado imperfecto), y una sexual, conocida como teleomorfo o meospórico (o estado perfecto). Es relativamente común que un mismo hongo tenga dos nombres, el del estado anamorfo y el del estado teleomorfo, ya que suelen haberse descubierto y nombrado de forma independiente (Reyna, 2013).

En un grupo importante de hongos solamente se conoce la reproducción asexual, bien porque no se conocen las condiciones adecuadas para que se desarrolle la forma sexual o porque ésta se ha perdido a lo largo de la evolución. La reproducción asexual, puede ocurrir por propagación vegetativa a partir de fragmentación de las hifas, ya que cada fragmento puede producir una nueva colonia, o por la formación de esporas. Las esporas asexuales generalmente se producen en hifas especializadas y se denominan de diferente forma según su morfología. Los hongos fitopatógenos suelen utilizar esta forma de reproducción para propagarse a gran velocidad en los cultivos. Las esporas sexuales se

producen tras la fusión de los núcleos de dos hifas sexualmente compatibles o de dos levaduras y posterior meiosis. De este proceso de reproducción sexual resultan las esporas sexuales, las cuales son usualmente más resistentes al calor que las esporas asexuales, pero sin llegar a tener la extremada resistencia al calor que presentan las endosporas bacterianas y presentan latencia, es decir ellas sólo germinan cuando son activadas ya sea por un calentamiento suave o por ciertas sustancias químicas (Reyna, 2013).

Al microscopio óptico, los hongos filamentosos presentan unas estructuras tubulares, formadas por múltiples células, que se denominan hifas. En los hongos filamentosos, las hifas son tabicadas y presentan septos que delimitan las diferentes células. Sin embargo, los hongos del Phylum Zygomycota presentan hifas que carecen de septos y se denominan cenocíticas o sifonadas.

El mejor método para el estudio microscópico es el micro cultivo o cultivo trampa que permite observar cuidadosamente y a intervalos las estructuras microscópicas intactas, mientras que en la técnica de desprender una porción del cultivo se altera muy seriamente la arquitectura microscópica tanto que a veces es imposible reconocer el hongo (Reyna, 2013).

2.1.3 Biodiversidad

Según el Fondo Mundial para la Naturaleza (2004) el número total de especies en nuestro planeta oscila entre 5 y 10 millones, de los cuales se han descrito solo 1,4 millones, por lo que no se sabe cuántas especies están en peligro de extinción sin ser conocidas. Solo en los bosques tropicales se encuentran al menos el 50 % de las especies vivientes del

planeta (WWF, 2004). Lamentablemente se estima que entre un 5 % y un 10 % de las especies contenidas en estos bosques puedan desaparecer en los próximos años a consecuencia de la presión ejercida por el desarrollo urbano, agrícola y pecuario, así como la explotación forestal.

Según la Lista Roja de la UICN de Plantas Amenazadas, publicada en 1997, cerca de 34000 especies de plantas (un 12,5 % de la flora vascular del mundo) se encuentra en peligro de extinción.

2.1.4 Importancia de los árboles viejos para la conservación de la Biodiversidad

Consecuencia de la explotación humana muchos bosques se han tornado más secos y cálidos. Pero allí donde los viejos árboles se han mantenido, han supuesto un auténtico último y valioso refugio para muchas especies de saproxílicos, incapaces de sobrevivir en bosques reducidos a una gran simplicidad estructural, lejana del ecosistema natural. (Recalde et al, 2004)

La mayor parte de los estudios sugieren una relación positiva entre el diámetro del árbol o madera muerta y la riqueza de especies asociada a él, siendo el material de diámetro mayor especialmente importante para especies raras y amenazadas (Warren & Key, 1991).

La Estrategia para la Conservación de la Biodiversidad, publicada en 1992 por el WRI, la UICN y el PNUMA, establece tres elementos básicos para alcanzar resultados a corto, mediano y largo plazo para la conservación de la biodiversidad:

a) Salvar la biodiversidad: significa tomar medidas de protección de los genes, las especies y los ecosistemas. Para ello es necesario impedir la degradación de los ecosistemas naturales a través de programas de conservación in situ, donde las especies sigan sus procesos normales de evolución. Por otra parte, se hacen necesario reintroducir las especies perdidas, a sus hábitats originales y la preservación de estas en bancos genéticos, zoológicos, jardines botánicos y otras instalaciones de conservación ex situ. La conservación in situ y ex situ son los extremos opuestos de un espectro. No deberían ser considerados como alternativas sino como enfoques complementarios de conservación.

b) Estudiar la biodiversidad: significa documentar su composición, distribución, estructura y funciones, comprender los papeles y las funciones de los genes, las especies y los ecosistemas. También significa crear conciencia sobre los valores de la biodiversidad y brindar posibilidades para que las personas la aprecien.

c) Utilizar la biodiversidad en forma sostenible y equitativa: significa manejar prudentemente los recursos biológicos de modo que puedan durar indefinidamente, asegurándose de que se usa la biodiversidad de modo que mejore la condición humana y procurando que esos recursos sean repartidos equitativamente. Para esto hay que entender que uso no significa automáticamente consumo. A menudo el mejor uso económico de la biodiversidad puede ser mantenerla en su estado natural para preservar sus valores ecológicos y culturales (Gómez, s.f.).

En la actualidad los jardines botánicos del mundo desempeñan un papel preponderante dentro de los diversos esfuerzos implementados para frenar la extinción de especies, así como en la clasificación, conservación, evaluación y uso sostenido del patrimonio genético vegetal (BGCI, WWF y UICN, 1996).

Igualmente son las organizaciones más idóneas para participar activamente en programas que combinen la conservación de plantas in situ y ex situ, a través de sus tres propósitos fundamentales: conservación, investigación y educación.

2.1.5 Diversidad de hongos

La 10ª edición del diccionario *The Fungi* de Ainsworth & Bisby (Kirk et al. 2008) proporcionó un total de 98998 para el número de especies de hongos aceptadas hasta la fecha (excluyendo taxones tratados bajo Chromista y Protozoa).

Kirk *et al.* (2008) informaron 1,039 especies cromógenas análogas de hongos y 1,165 como protozoos en las que 1,038 se consideran análogos de hongos protozoarios: *Percolozoa (Acrasida)*, *Amoebozoa (Dictyostelia, Myxogastria, Protostelia)*, *Cercozoa (Plasmodiophorida)*, previamente tratados como *Myxomycota* Y *Plasmodiophoromycota*.

La hipótesis de que hay 1,5 millones de especies de hongos en la Tierra (Hawksworth, 1991), es la que sigue siendo reconocida, aunque se cree que es un número conservador para este grupo mega diverso. El reconocimiento de que aún no se han encontrado muchas especies nuevas es de fundamental importancia para los patólogos, agrónomos y funcionarios de reglamentación de plantas, entre otros, debido a que estas estimaciones causan interés a seguir estudiando y descubriendo más especies, muchos para su utilización como control biológico y otros atributos comerciales o para la resolución de varios problemas como enfermedades (uso farmacéutico).

A partir de estos datos, se debe concluir que una gran cantidad de los hongos no reconocidos se pueden encontrar casi en todas partes, incluso el propio patio interior (Blackwell, 2011).

Investigaciones recientes de hongos en palmas produjeron 1,580 especies, de las que el 75 % de especies recogidas eran nuevas para la ciencia (Hyde, K. D., Frohlich, J., & Taylor, J., 1997).

Los hongos conocidos de los primeros fósiles incluyen endomycorrizas, quítridos, myxomycetes y algunos hongos que forman líquenes. También se encuentra en la categoría de hongos con amplias distribuciones geográficas los hongos oportunistas, hongos coprófilos y saprobes de crecimiento rápido en el suelo.

Mientras más tiempo se ocupe en el estudio de hongos, más especies se descubren, como se evidencia por la continuación de las cuentas de nuevas especies, hongos mitóticos, que se han descubierto en Taiwán durante los últimos 16 años (Matsushima, 1983 & 1996). Una visita de dos meses a Papua Nueva Guinea produjo 6 géneros y 89 especies de hongos liquenicolores y formadores de líquenes nuevos para la ciencia (Aptroot, A., Diederich, P., Sérusiaux, E., & Sipman, 1997).

El índice de hongos del Instituto Internacional de Micología (IMI) reporta que los países tropicales fueron la fuente del 49 % de las 16,013 especies, incluyendo fósiles que se describieron como nuevas durante el período de 1981 a 1990, sin embargo, Estados Unidos fue el origen de mayor número de nuevas taxa, con 1,623 (10.1 %) especies, seguido cerca de la India, con 1,554 (9,7 %) especies. De los restantes países con más del 1 % del total, 8 de 22 eran tropicales.

En lugar de indicar si los países tropicales son los más ricos fuente de nuevas especies de hongos, estos datos sugieren que todos los son inadecuadamente conocidos micológicamente. Aquellos que rinden más especies nuevas para la ciencia son meramente las que reciben más escrutinio intenso en lugar de aquellos que son

inherentemente los más ricos en especies. Este punto de vista se apoya en la situación de las Islas, la región más estudiada para los hongos en el mundo.

A. C. Batista y compañeros de trabajo (Da Silva, M., and Minter, D. W., 1995) registraron 3,340 hongos de Brasil asociados con 523 especies de plantas, equivalentes a un promedio de 6,4 hongos por planta huésped estudiada. Recientemente se han compilado datos sobre hongos reportados sobre eucaliptos Sankaran, K. V., Sutton, B. C., & Minter, D. W. (1995). De las 450 especies conocidas de *Eucalyptus*, se conocen 1,350 especies de hongos en 150 especies de huésped. El número de hongos de cada especie huésped varía de 1 a 282. El número más alto de hongos se encontraron en *E. globulus*, 150 de los 282 hongos en que no fueron incluidos en ninguna otra especie de *Eucalyptus*. Análisis de estos y otros conjuntos de datos sugieren que 5.3 hongos únicos por especies de plantas hospederas es un número de trabajo razonable (Hawksworth, s.f.).

2.1.6 Importancia de los árboles viejos en la diversidad de hongos

Uno de los pilares de la gestión silvícola es la organización del tiempo de producción, acortando y regularizando los ciclos de producción a través de un turno óptimo de corta. Así cuando la masa está suficientemente madura, se corta, iniciando un nuevo ciclo de producción. Se “cortocircuita” el ciclo, desapareciendo la fase senescente en los bosques gestionados. Esta carencia puede tener importantes consecuencias sobre los organismos especializados en habitar en este tipo de masas (Schwendtner *et al.* s.f.).

Los árboles viejos y la madera muerta son elementos indispensables para que desarrollen ciertos hongos. Unos lo hacen a través de micorrizas (simbiosis entre las raicillas del árbol y las hifas del hongo, beneficiándose ambos organismos). Otros, los hongos saprótrofos o saprófitos, se alimentan de los restos del árbol una vez muerto y de los restos orgánicos

que producen (hojas, ramas, etc.). También existen otros hongos que son parásitos y que aprovechan un árbol senescente o mal adaptado para infectarlo (Schwendtner *et al.* 2005).

El conocer estos tres tipos de estrategias nutricionales en los hongos es fundamental para saber que existe un equilibrio de estos tres tipos de hongos en un bosque. Todos los hongos son necesarios, pero en una proporción o equilibrio. Según un estudio de los ecosistemas extremeños se consideran como porcentajes adecuados un 47 % de hongos micorrízicos, un 51 % de hongos saprótrofos y un 2 % de hongos parásitos. Si esos porcentajes se mantienen, constituye un bioindicador de que ese bosque es saludable y se asegura su pervivencia en el futuro (Moreno, 1996).

El cortejo micológico en especies micorrízicas que tiene un árbol va aumentando con la edad, es más, hay algunos hongos que sólo aparecen cuando el arbolado es maduro. Por ejemplo, especies del género *Boletus* aparecen a partir de una cierta clase de edad (Martínez, 2003).

De los hongos saprótrofos podríamos distinguir los hongos lignocelulósicos (de la pudrición), aquellos que consiguen descomponer compuestos como la celulosa o la lignina; y poner a disposición de las plantas, los insectos, las bacterias y otros organismos, los metabolitos resultantes. Y de entre ellos los hongos lignívoros, son de gran importancia ambiental; al ser uno de los pocos organismos vivos del planeta que puede degradar la lignina (DEACON, 1988). Además, recientemente se ha observado una interacción (árbol viejo – hongo) que provoca la formación de zonas de deterioro perfectamente delimitadas en el interior del árbol. Este fenómeno denominado compartimentalización no tiene por qué conllevar la muerte del árbol; sino que podría conferir protección respecto a otros hongos parásitos (READ, 1999).

Los hongos lignocelulósicos, en ocasiones, degradan sólo árboles viejos y además con exclusividad. Por lo tanto, si el tipo de sustrato que utilizan desaparece, el hongo correría igual suerte. En Europa se han incluido trece especies de hongos saprofitos dentro del listado de treinta y tres especies amenazadas en Europa. El mayor riesgo actual para ocho de ellas es la tala de árboles de gran diámetro (Dahlberg, A & Croneburg, 2003).

Los carpóforos o setas además son refugio y fuente de alimento para muchos insectos, Pielous y Verma, en 1968 clasificaron 257 especies de artrópodos en 2,660 carpóforos de *Polyporus betulinus* Bull recogidos en Canadá (Verona, 1985). Y muchas aves tienen en su dieta larvas de insectos micetófagos (Boullard, 1973).

2.3 Objetivos

Objetivo General

Contribuir al conocimiento de la diversidad fúngica presente en los árboles senescentes de la colección arbórea del Jardín Botánico de la Universidad de San Carlos de Guatemala con el fin de enriquecer los registros de la entidad para conocimiento de los visitantes.

Objetivos Específicos

1. Identificar la diversidad fúngica a nivel de género relacionada con los fustes y raíces de árboles senescentes del Jardín Botánico durante el período octubre 2015 a abril 2016 como base de futuras investigaciones para la formación de un inventario fúngico del Jardín.
2. Realizar una descripción de la diversidad fúngica identificada presente en los fustes y raíces de árboles senescentes del Jardín Botánico para su mejor conocimiento.

2.4 Metodología

2.4.1 Hongos microscópicos

Los trabajos de campo y laboratorio iniciaron en octubre del 2015 y se terminaron en mayo del 2016. Para ello se visitaron las 113 jardineras del Jardín Botánico usando como guía el mapa del Jardín Botánico (figura 11A), utilizando la base de datos de la colección arbórea se identificaron las especies senescentes, fueron identificadas como senescentes los árboles con reducción en el diámetro de la copa, con asimetría en la copa, algunos ya sin área foliar y con alteraciones en la morfología del fuste (pudrición, fustes huecos y partidos).

Colecta y preparación de los especímenes: se colectaron muestras de distintas partes de los fustes (base y parte media del tronco) y raíces de cada árbol senescente, se guardaron en bolsas plásticas con papel y agua estéril, etiquetadas con los siguientes datos: número de jardinera, fecha, nombre del árbol (hospedante), nombre del colector (debido a que en el laboratorio ingresan varias muestras de diferentes colectores)

Cada una de las muestras fue ingresada al Laboratorio de Diagnóstico fitopatológico de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Se realizaron análisis de las estructuras reproductivas obtenidas de cultivos trampa realizado en manzanas verde y de medios de cultivos PDA, PARB Y PARBH que se realizaron dentro del laboratorio, utilizando el estereoscopio y microscopio marca Leica, para las fotografías se utilizó el software de AmScope

Se analizaron los resultados con la clave dicotómica Illustrated Genera of Imperfect Fungi, Fourth Edition by H. L. Barnett and Barry B. Hunter.k.

2.4.2 Hongos macroscópicos

Colecta y preparación de especímenes: las colectas fueron hechas sobre fustes y raíces de árboles senescentes usando navaja o machete para obtener el cuerpo fructífero del hongo tratando de realizar el menor daño posible, fueron colocadas en cajas plásticas especiales, identificadas con el nombre del hospedero, número de jardinera o tablón, fecha, nombre de colector y número de colecta. Inmediatamente se trasladaron las muestras al Herbario USCG del Jardín Botánico y se llenaron las boletas de ingreso (figura 8A, 9A y 10A) para cada una de ellas.

Se dejaron en el horno para su secado durante 48 horas a 35°C, se retiraron y se ingresaron al refrigerador por 24 horas, este procedimiento se llevó a cabo en dos ocasiones y posteriormente se trasladaron al área de observación utilizando el microscopio y estereoscopio.

Con el propósito de estudiar las características microscópicas se tomaron las estructuras reproductivas removiendo su parte superior con una navaja, se colocó una gota de agua destilada estéril en la cavidad y se extrajo el material hidratado con una aguja de disección.

La estructura reproductiva de cada muestra se montó en aceite de inmersión y se examinó al microscopio.

Los datos se compararon con descripciones previamente publicadas y se cotejaron con claves encontradas en la literatura siguiente:

- Dictionary of the Fungi, 2008, 10th Edition by Kirk, P.M., Cannon, P.F., Minter, D.W. & Stalpers, J.A. 2008. Ainsworth & Bisby's
- Synopsis Fungorum, Volume 19: Neotropical Polypores, Part 1 Introduction, Hymenochaetaceae and Ganodermataceae Leif Ryvarden.
- Hanlin, R. 1990. Illustrated genera of ascomycetes. St. Paul, Minnesota, USA, The American Phytopathological Society. 275 p.

2.5 Resultados

En el cuadro 1, se presentan los resultados de la identificación fúngica macroscópica en árboles senescentes de la colección arbórea del Jardín Botánico del Centro de Estudios Conservacionistas de la Universidad de San Carlos de Guatemala realizada en los meses de octubre 2015 a mayo 2016 que se obtuvieron de la evaluación realizada a nivel de campo y de laboratorio.

Cuadro 1. Resultados de la identificación de hongos macromicetos en árboles senescentes de la colección arbórea del Jardín Botánico.

HONGOS MACROMICETOS		
TABLÓN	GÉNERO IDENTIFICADO	HOSPEDERO
27	<i>Ganoderma</i>	<i>Myroxylon balsamum</i> var. <i>Pereirae</i> (Royle) Harms
68 ^a	<i>Laetiporus</i>	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh.
80	<i>Pleurotus</i>	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaerth
80	<i>Coprinus</i>	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaerth
80	<i>Xylaria</i>	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaerth
84	<i>Ganoderma</i>	<i>Inga micheliana</i> Harms

2.5.1 Descripción de géneros de hongos macromicetos identificados

Los basidiomicetos que presentaba *Inga micheliana* Harms fueron identificados dentro del género *Ganoderma* estos presentaban estructuras reproductivas desarrolladas sobre el fuste tipo corticoide, a unos 2.20 m de altura desde la base, con 50 cm de largo y 40 cm de ancho de desarrollo, causando pudrición marrón y gomosis en el fuste (figura 1, inciso a).

El género *Ganoderma* también se encontró en asocio con la raíz de *Myroxylon balsamum* var. *Pereirae* (Royle) Harms, en la figura 4b. Se observó el basidiocarpo sobre el suelo, al abrir un agujero y quitar el suelo se pudo determinar que el micelio del hongo estaba desarrollándose en la raíz del árbol, presentaba un carpóforo de consistencia dura, de color ocre con textura brillante en forma de repisa, adherido a la raíz con pie largo, tamaño de 20 cm al ras del suelo, forma cilíndrica, confluanal. En el mismo árbol se identificó otro hongo del género *Ganoderma* asociado al fuste, desarrollándose en la base, adhesión al sustrato aplanado con umbo, hábito gregario, píleos fusionados, himenio poroide, tubos leñosos, contexto leñoso con líneas cafés, píleo opaco, ancho 2-4 cm, largo 20 cm, margen blanco y ondulado (figura 1, inciso C).

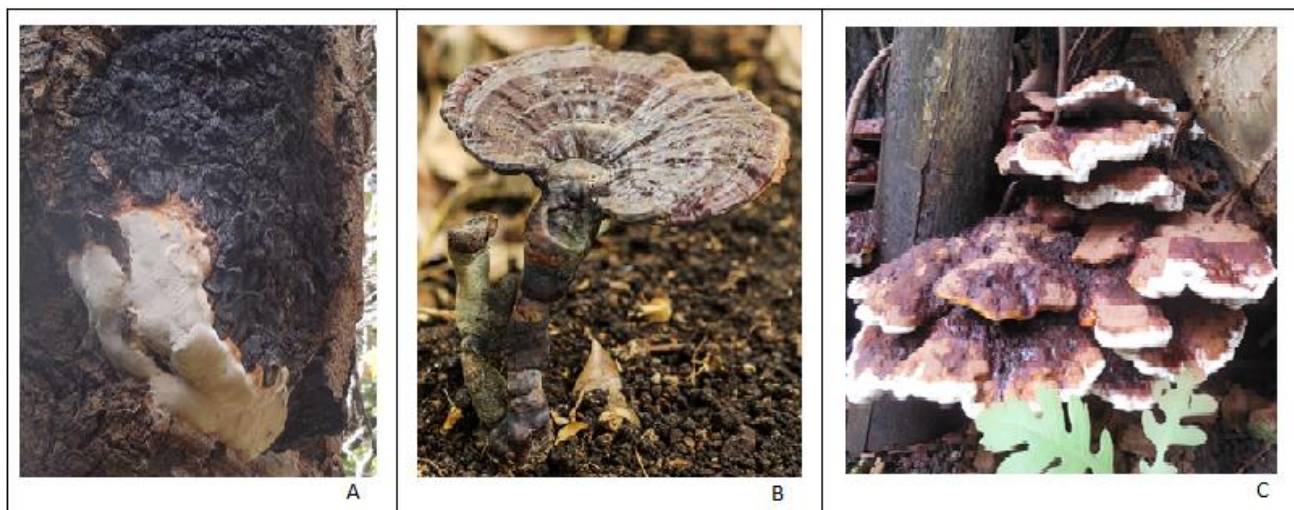


Figura 1. *Ganoderma* sp. A) Asociado a fuste de *Inga micheliana* Harms, B) en asocio con raíz de *Myroxylon balsamum* var. *Pereirae* (Royle) Harms y C) en fuste de *Myroxylon balsamum* var. *Pereirae* (Royle) Harms.

Laetiporus: relacionado a la base del fuste de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, causando pudrición marrón, éste elimina los componentes lignocelulósicos de la madera dejando el color característico de la descomposición, presentando píleo anaranjado, inserción lateral, margen ondulado, varios cuerpos fructíferos superpuestos, de 2 a 3 cm de espesor (figura 2).

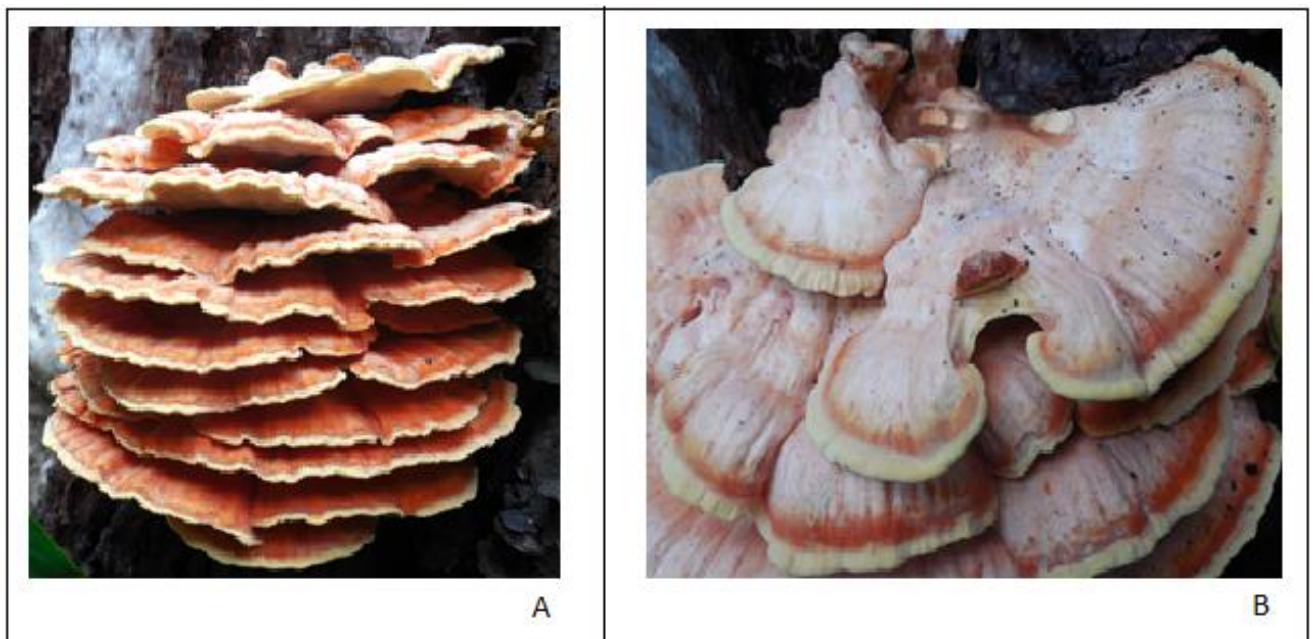


Figura 2. A-B) *Laetiporus sulphureus* en fuste de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.

Pleurotus: Píleo carnoso y consistente, superficie fibrilosa, margen enrollado, himenio lamelado, fungivoría presente, hábito gregario, sustrato coprófilo, color beige tornándose marrón en estado adulto (figura 3).

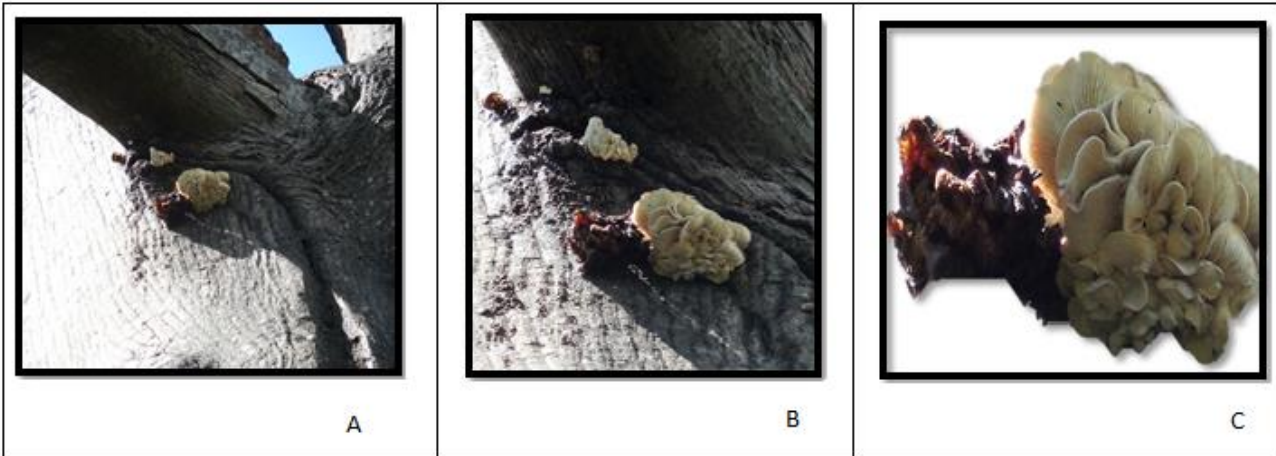


Figura 3. *Pleurotus* sp. A) *Pleurotus* en fuste de *C. Pentandra* debajo de una rama, aproximadamente a unos 6 metros de la base, fotografía tomada el 9 de noviembre del 2015, B y C) Cuerpo fructífero de *Pleurotus*.

Coprinus: se encontró en la base del fuste de *C. pentandra*, píleo de forma parabólica, inserción central, superficie pruinosa, margen agrietado, himenio regular, forma arqueada, color blanco, margen entero, espaciamiento cercanas, estípites cilíndricos, anillo invertido, superficie escamosa, sustrato coprófilo, y hábito gregario (figura 4).



Figura 4. *Coprinus*. A-B) Cuerpo fructífero de *Coprinus* en fuste de *C. pentandra* ubicado en la base del fuste y C) Cuerpo fructífero desarrollado sobre la raíz de *C. pentandra*.

Xylaria: Hábito gregario, sustrato coprófilo, cambio de coloración al cortar ausente, ápice truncado, ramas cilíndricas, puntiagudo y después con ramificaciones de dos o a más puntas, forma de las axilas en “v”, altura total cinco centímetros, altura de la base de 1 cm, superficie estriada, interior de las ramas son estriadas, parte superior de color blanco y la base negra, contexto leñoso. Se encontró sobre las raíces de la *C. pentandra* (figura 7A).

En el cuadro 2 se presentan los resultados de la identificación fúngica microscópica en árboles senescentes de la colección arbórea del Jardín Botánico del Centro de Estudios Conservacionistas de la Universidad de San Carlos de Guatemala realizada en los meses de octubre 2015 a mayo 2016 que se obtuvieron de la evaluación realizada a nivel de campo y de laboratorio.

Cuadro 2. Resultados de la identificación de hongos micromicetos en arboles senescentes de la colección arbórea del Jardín Botánico

HONGOS MICROMICETOS		
TABLÓN	GÉNERO IDENTIFICADO	HOSPEDERO
14	<i>Phytophthora</i>	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaerth
80	<i>Phytophthora</i>	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaerth
80	<i>Rhizoctonia</i>	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaerth
84	<i>Phytophthora</i>	<i>Inga micheliana</i> Harms
88	<i>Rhizoctonia</i>	<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.
88	<i>Fusarium</i>	<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.
93	<i>Pythium</i>	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.
93	<i>Rosellinea</i>	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.
94	<i>Fusarium</i>	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.
94	<i>Phytophthora</i>	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.s
111	<i>Phytophthora</i>	<i>Croton reflexifolius</i> Kunth.

2.5.2 Descripción de géneros de hongos micromicetos identificados

Phytophthora se encontró relacionado con *C. pentandra*, la figura 5, inciso A. muestra la sintomatología del hongo, este hongo pudo inocular por heridas en el fuste, provocó una podredumbre radicular y de la base del tronco, este hongo no produjo gomosis o alguna exudación por lo que al momento de inocularse y desarrollarse el hongo no fue evidente al jardinero. Los primeros síntomas fueron la debilitación de las hojas, tornándose amarillentas ya que el árbol fue deshidratándose lentamente, el fruto perdió su consistencia normal, provocó la pudrición en la base del tronco y de la raíz, la muerte del árbol fue descendente (de las orillas de la copa hacia adentro), en la figura 5 inciso B se muestra el desarrollo del hongo en una rama, este hongo desarrolla un tipo de espora con paredes gruesas bien definidas, esporas de sobrevivencia llamadas clamidosporas (figura 5 inciso C), estas se encontraron desarrollándose en el suelo. El daño de la muerte súbita se calculó que se dio en el lapso de un año.

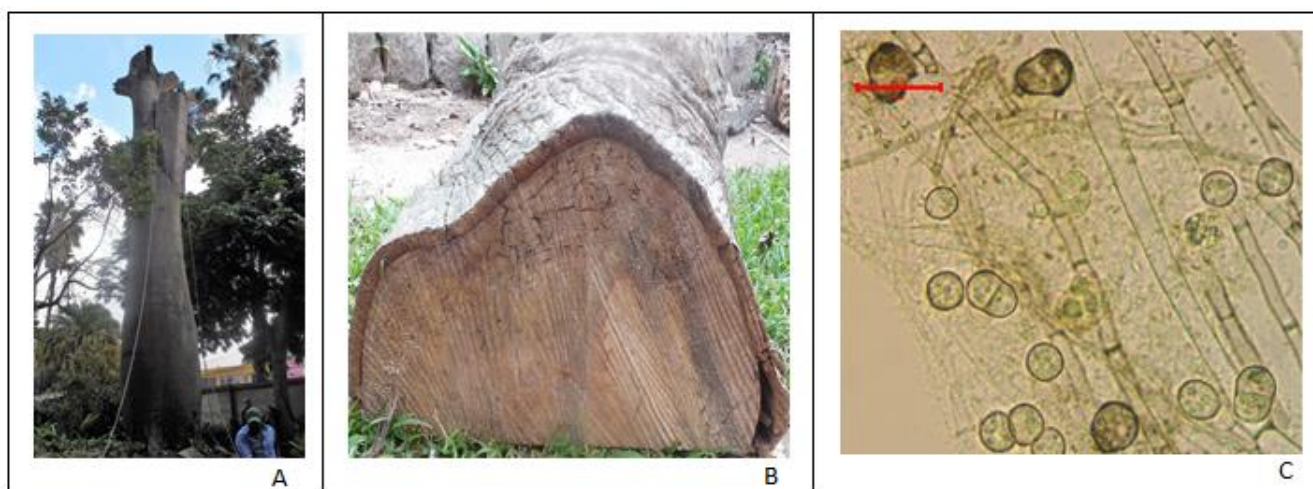


Figura 5. *Phytophthora* spp. A) Sintomatología en fuste de *C. pentandra*, B) *Phytophthora* spp. provocando pudrición del tallo C) Clamidosporas esféricas, con pared bien definida, 20-35 μ m de diámetro.

Rhizoctonia: La figura 6, inciso B, muestra la ramificación de *Rhizoctonia* spp. con ángulo recto, con constricciones en los puntos donde se conectan con las ramificaciones, este hongo se encontró causando pudrición radicular en *C. pentandra* y en *Delonix regia*.

Rosellinia: Relacionado a la raíz de *Guazuma ulmifolia* se encontró *Rosellinia*, causando una pudrición blanca de la raíz, al momento de la toma de muestra se observó que en el cuello de la base y en la superficie de la raíz se encontraba desarrollando el micelio blanco del hongo, los síntomas que se pudieron observar fueron el debilitamiento progresivo del árbol, tristeza foliar ya que las hojas poco a poco fueron marchitándose hasta caer, éste hongo se desarrolló en un ambiente muy húmedo y con poca luz, en la figura 6, inciso A, se puede observar la hifa septada de *Rosellinia* spp, además de este hongo también se identificó en la raíz de éste árbol el hongo *Pythium* spp. (figura 6, inciso C).

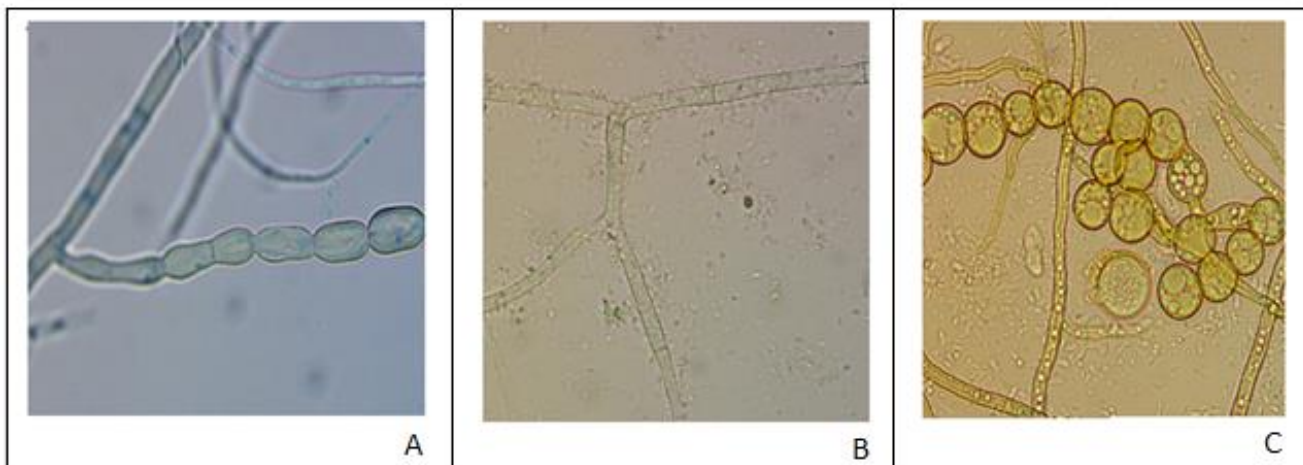


Figura 6. A) *Rosellinia* sp. en raíz de *Guazuma ulmifolia* Lam, B) *Rhizoctonia* sp. en raíz de *Spathodea campanulata* y C) *Pythium* sp. en raíz de *Guazuma ulmifolia*.

2.6 Conclusiones y Recomendaciones

2.6.1 Conclusiones

1. Existen en los árboles senescentes diversidad fúngica macroscópica y microscópica, también se identificaron hongos saprótrofos y parásitos.
2. Dentro de los géneros fúngicos identificados se encontraron *Ganoderma*, *Laetiporus*, *Rosellinea*, *Pleurotus*, *Coprinus*, *Xylaria*, *Phytophthora*, *Rhizochonia*, *Fusarium* y *Pythium*, cinco géneros macromicetos y cinco micromicetos, solamente en el fuste de *Ceiba pentandra* se identificaron cinco géneros diferentes, tres saprótrofos y dos parasíticos.
3. *Phytophthora*, *Fusarium*, *Pythium*, *Rhizochonia*, *Rosellinea* fueron los géneros microscópicos identificados en fustes con pudrición en la base del tronco y en la raíz, ocasionando falta de vigor en el árbol para mantener el buen desarrollo de la copa, y decaimiento de las hojas ocasionando hasta el extremo la muerte de los árboles como sucedió con los ejemplares *Ceiba pentandra*, *Guazuma ulmifolia* y *Croton reflexifolius*, estos son los hongos que son parásitos y que aprovechan un árbol senescente o mal adaptado para infectarlo. Los géneros *Laetiporus*, *Coprinus*, *Pleurotus* se encontraron sobre los fustes teniendo un tipo de estrategia nutricional saprótrofo.
4. Según Moreno (1996) un ecosistema se considera con porcentaje adecuado con 47 % de hongos micorrízicos, 51 % de hongos saprótrofos y un 2 % de hongos parásitos, si esos porcentajes se mantienen, constituye un bioindicador de que ese ecosistema es saludable y se asegura su supervivencia en el futuro, del total de géneros fúngicos identificados el 50 % son hongos parásitos por lo que se puede concluir que no hay sanidad en las especies hospedadas.

2.6.2 Recomendaciones

1. Es importante tener apoyo en el estudio de hongos, utilizando recursos apropiados en el campo y dentro del laboratorio como los avances tecnológicos que permiten aplicar métodos moleculares para desarrollar una clasificación más precisa y para descubrir e identificar taxones fúngicos, también el uso del internet es importante para la divulgación de la información de manera rápida y efectiva, de manera que las especies recién descritas sean conocidas internacionalmente.
2. Es necesario realizar colectas en diferentes estaciones del año debido a que este estudio no tomó en cuenta los meses de junio a septiembre que es la época lluviosa en Guatemala, y es la época donde desarrollan más hongos por la humedad que se genera.
3. En cuanto a los géneros *Phytophthora*, *Pythium* y *Rosellinia* estos son hongos patógenos que requieren de control, ya sea físico, químico o biológico que a continuación se presentan.

La mayoría de las especies de *Phytophthora* en los árboles son organismos del suelo. La enfermedad que provocan se conoce bajo los nombres de "pudrición del cuello", "pudrición del pie", "pudrición de la base del tronco" y "pudrición de las raíces y raicillas.

Actualmente las recomendaciones para controlar *Phytophthora* son, en primer lugar, impedir en la colección la presencia de factores que predisponen a los árboles a la infección, tales como:

- El exceso de humedad causada por aniego, mojadura frecuente del tronco por riego excesivo, y falta de drenaje adecuado.

- El estrés hídrico de los árboles, los cuales al recibir un riego son más susceptibles a la enfermedad.
- Las malezas alrededor del tronco: Su presencia crea una cámara húmeda en la que puede elevarse también la temperatura y además permite que el tronco permanezca mojado por más tiempo que el normal. La primera práctica recomendada para evitar la enfermedad es remover el suelo alrededor del tronco, dejando libre esta zona hasta el crecimiento de las raíces seguida de técnicas culturales como: drenaje, saneamiento y uso de plantas sanas.

Microorganismos del suelo: la conducta de las especies de *Phytophthora* está marcadamente afectada por otros microorganismos del suelo, los que producen estimulación o antagonismo en estos hongos. Formas de antagonismo incluyen: predación, parasitismo, amensalismo y competencia que ocurren tanto en el suelo como en la "rizosfera", las bacterias asociadas comúnmente con la destrucción de las hifas de *Phytophthora* pertenecen a los géneros *Pseudomonas*, *Bacillus* y *Streptomyces*, muchas de estas especies aisladas de hifas destruidas son antagonistas, sin embargo, los roles precisos de éstas son incierto ((Pinto, 1990).

Productos químicos: después de una intensa investigación realizada por la industria de agroquímicos se ha lanzado al mercado una serie de fungicidas muy activos y específicos para el control de enfermedades causadas por especies de *Phytophthora*, entre los cuales, cabe destacar los que se emplean en árboles como son: el fosfonato, fosetil-aluminio y la acilanina, metaxilo. Con anterioridad al descubrimiento e incorporación de estos productos al mercado, el control de estas enfermedades, en muchos casos, fue deficiente y se basó en algunos ditiocarbamatos, fungicidas cúpricos, o en esterilización de los suelos antes de plantar.

El fosetil-aluminio que se formula como polvo mojable al 80 por ciento (Aliette 80 %) es el primer fungicida comercial que es verdaderamente sistémico.

Se transloca en forma acropétala (de abajo hacia arriba, por el xilema) y basipétala (desde donde penetra, hacia la parte inferior de la planta) después de la aplicación foliar (Pinto, 1990).

La acción del fosetil-aluminio se postula que puede ser indirecta activando los mecanismos de defensa de la planta, o bien, directa a través de su transformación en ácido fosforoso, compuesto que ha demostrado tener efecto sobre diferentes especies de *Phytophthora* y *Pythium*. Entre las acilaninas, metaxilo que se comercia en el país como Ridomil ha sido considerado por varios investigadores un fungicida efectivo en el control de especies de *Phytophthora* que causan pudrición de la base del tronco y raíces en frutales, sin embargo, al igual que frente a fosetil-aluminio, las diferentes especies de este hongo han presentado experimentalmente distinta sensibilidad al producto. Metaxilo se aplica al suelo alrededor de los árboles debido a que tiene una buena sistemicidad acropétala (Pinto, 1990).

4. Control de *Rosellinia*: Como métodos físicos destacan, las buenas prácticas culturales, como desinfección superficial de herramientas, quema de material vegetal infestado, testaje periódico del suelo, uso de patrones tolerantes. (López, 1999).

Métodos de control químico: En el control químico se han utilizado fungicidas sistémicos del grupo de los ditiocarbamatos como benomilo, carbendazima, y metiltiofanato, y de contacto como fluazinam, siendo este último el fungicida más efectivo. Parece que existe un alto control de la enfermedad al utilizar fluazinam combinado con el agente de control biológico *Trichoderma* (Arjona, 2015)

2.7 Bibliografía

1. Aguilar, M. 1994. Estudio de los macromicetos encontrados en la finca San Luis, departamento de Escuintla. Tesis Lic. Quím. Biól. Guatemala, USAC, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 39 p.
2. Aptroot, A; Diederich, P; Sérusiaux, E; Sipman, HJM. 1997. Lichens and lichenicolous fungi from New Guinea. *Bibl. Lichenol.* 64:1-220.
3. Argueta, J. 1983. Estudio de los macromicetos de la ciudad de Guatemala, Mixco y San Juan Sacatepéquez. Tesis Lic. Quím. Biól. Guatemala, USAC, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 85 p.
4. Arjona Girona, MI. 2015. Proceso de infección de *Rosellinia necatrix* en aguacate y determinación del antagonismo (antibiosis y micoparasitismo) de *Trichoderma* spp., en el control biológico de la podredumbre blanca radicular (en línea). Tesis PhD. Córdoba, España, Universidad de Córdoba. Instituto de Agricultura Sostenible. 254 p. Consultado 20 set. 2017. Disponible en <https://core.ac.uk/download/pdf/60901727.pdf>
5. Ayala, NL. 1987. Resistencia varietal, rango de hospedantes e identificación del agente causal de la "lanosa" de la papa. Tesis Lic. Biol. Ecuador, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. 89 p.
6. BGCI (Organización Internacional para la Conservación en Jardines Botánicos, United Kingdom); WWF (Fondo Mundial para la Naturaleza, Suiza); UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, Suiza). 1996. La estrategia de los jardines botánicos para la conservación (en línea). Consultado 20 ene. 2017. Disponible en <http://www.vitalis.net/el-papel-de-los-jardines-botanicos-en-la-conservacion/>
7. Bisby, G; Ainsworth, GC. 1943. The numbers of fungi. *Transactions of the British Mycological Society* 26:16-19.
8. Blackwell, M. 2011. The fungi: 1, 2, 3 ... 5.1 million species? *Am. J. Bot.* 98:426-438.
9. Boullard, B. 1973. Micologie et écologie forestière. *Bulletin de la Société Linnéenne de Normandie* v. 104, p. 166.
10. Burdsall, JR; Harold, H; Banik, MT. 2001. El género *Laetiporus* en América del Norte. *Papeles de Harvard en Botánica* 6(1):43-55.

11. Cáceres, R; Morales, O; Flores, R; Bran, MC; Samayoa, J. 1999. Hongos ectomicorrícicos asociados a encino (*Quercus* spp.) en bosques de Tecpán, Chimaltenango. *In* Congreso Científico Latinoamericano de Estudiantes de Farmacia (5., 1999, Guatemala); Congreso Nacional del Colegio de Farmacéuticos y Químicos de Guatemala (4., 1999, Guatemala); Semana Científica de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia (5., 1999, Guatemala). Memorias. Guatemala, USAC.
12. Cannon, PF. 1997. Diversity of the Phyllachoraceae with special reference to the tropics. *In* Biodiversity of tropical microfungi. Ed. KD Hyde. Hong Kong, Hong Kong University Press. p. 255-278.
13. Cannon, PF; Hawksworth, DL. 1995. The diversity of fungi associated with vascular plants: The known, the unknown and need to bridge the knowledge gap. *Adv. Plant. Pathol.* 11:277-302.
14. CECON (USAC, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Centro de Estudios Conservacionistas, Guatemala). 2015. Plan estratégico institucional. Guatemala. 108 p.
15. Cornejo, FH; Varela, A; Wright, SJ. 1994. Tropical forest litter decomposition under seasonal drought: Nutrient release, fungi and bacteria. *Oikos* 70:183-190.
16. Da Silva, M; Minter, DW. 1995. Fungi from Brazil recorded by Batista and co-workers. *Mycol. Pap.* 169:1-585.
17. Enciclopedia. 2016. Ganodermataceae (en línea). Dictionary of Plant Sciences. Consultado 20 set. 2017. Disponible en <http://www.encyclopedia.com/science/dictionaries-thesauruses-pictures-and-press-releases/ganodermataceae>
18. Flores, E. 2002. Hongos micorrícicos de bosques de pino y pinabete de Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación. 50 p.
19. Flores, R; Bran, MC; Rodríguez, E; Morales, O; Montes, L. 1999. Boletales de Guatemala. *In* Congreso Científico Latinoamericano de Estudiantes de Farmacia (5., 1999, Guatemala); Congreso Nacional del Colegio de Farmacéuticos y Químicos de Guatemala (4., 1999, Guatemala); Semana Científica de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia (5., 1999, Guatemala). Memorias. Guatemala, USAC. 2:121-145.

20. Flores, R; Simonini, G. 2000. Contributo alla conoscenza delle Bolletales de Guatemala. *Rivista di Micologia*, 2:121-146.
21. Flores Arzú, RE. 2002. Hongos micorrízicos de bosques de pino y pinabete de Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación. 50 p.
22. Oberwinkler, F. Diversity and phylogenetic importance of tropical heterobasidiomycetes. *In* Isaac S, Frankland JC, Watling R. Whalley AJS (eds.) *Aspects of tropical mycology*. 1993. Cambridge, Cambridge University Press. 121-147 p.
23. Frohlich, J; Hyde, KD. 1999. Biodiversity of palm fungi in the tropics: are global fungal diversity estimates realistic. *Biodiversity and Conservation* 8:977-1004.
24. Fuentes, G. 1996. Caracterización taxonómica de los macromicetos que crecen en el astillero municipal de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos. Guatemala. Tesis Lic. Quím. Biol. Guatemala, USAC, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 58 p.
25. García, J. 2013. Diversidad de macromicetos en el estado de Tamaulipas, México. 264 p.
26. Gómez, C. (s.f.). El papel de los jardines botánicos en la conservación (en línea). Consultado 20 set. 2017. Disponible en <http://www.vitalis.net/el-papel-de-los-jardines-botanicos-en-la-conservacion/>
27. Gómez, C. 1998. Modelo de gestión para los jardines botánicos. (en línea). Barinas, Venezuela, Fondo Editorial Unellez. Disponible en <http://www.vitalis.net/el-papel-de-los-jardines-botanicos-en-la-conservacion/>
28. Hammond, PM. 1992. Species inventory. *In* Global biodiversity. Ed. B. Groombridge. London, Chapman and Hall. p. 17-39.
29. Hawksworth, DL. 1991. The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance, and conservation. *Mycological Research* 95: 641-655.
30. _____. 1993. The tropical fungal biota: Census, pertinence, prophylaxis, and prognosis. *In* *Aspects of tropical mycology, Symposium*. Liverpool, s.e. p. 265-293.

31. _____. 1997. Inventorying a tropical fungal biota: intensive and extensive approaches. *In* Janardhanan, KK; Rajendran, C; Natarajan, K; Hawksworth, DL (eds.). Tropical mycology. US, Science Publishers. p. 29-49.
32. _____. 1998. The consequences of plant extinctions for their dependent biotas: An overlooked aspect of conservation science. *Acad. Sin. Bot. Bull.* (in press).
33. _____. 2001. The magnitude of fungal diversity: 1.5 million species estimate revisited. *Mycol. Res.* 105(12):1422-1432.
34. Hawksworth, DL; Mibey, R. 1997. Information needs of inventory programmers. *In* Biodiversity information. S Dextre-Clarke, PM Kirk and DL Hawksworth (eds.). Wallingford, UK, CAB International. 195 p.
35. Hawksworth, DL; Rossman, AY. 1997. Where are all the undescribed fungi?. *The American Phytopathological* 87(9):888-891. Consultado 20 set. 2017. Disponible en <http://cals.arizona.edu/classes/plp427L/undescfungi.pdf>
36. Heywood, VH (ed.). 1995. Global biodiversity assessment. Cambridge, United Kingdom, Cambridge University Press. 1140 p.
37. Hyde, KD; Fröhlich, J; Taylor, J. 1997. Diversity of ascomycetes on palms in the tropics. *In* Biodiversity of tropical microfungi. KD Hyde (ed.). Hong Kong, Hong Kong University Press. 141-156.
38. Jardín Botánico (USAC, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Guatemala). 2015. Información para estudiantes que visitan el Jardín Botánico. Guatemala. 1 p.
39. Jonsell, M; Weslien, J; Ehnström, B. 1998. Substrate requirements of red-listed saproxylic invertebrates in Sweden. *Biodivers. Conserv.* 7:749-764.
40. Ju, Y-M; San Martín, F; Rogers, JD. 1998. Clave dicotómica provisional para los géneros de la familia *Xylariaceae* (Pyrenomycetes, Sphaeriales) de México. *Acta Botánica Mexicana* abril:35-41.
41. Kirk, P; Cannon, PF; Minter, DW; Stalpers, JA. 2008. Ainsworth & Bisby's dictionary of the fungi. 10 ed. Wallingford, United Kingdom, CAB International. 72 p.
42. Lodge, DJ (ed.). 1995. A survey of patterns of diversity in non-lichenized fungi. *Mitteilungen der Eidgenössischen Forschungsanstalt Ur Wald, Schneeund Landschaft* 70:157-173.

43. López, CJ. 1999. Loss of viability of *Dematophora necatrix* in solarized. European Journal of Plant Pathology 105:571-576.
44. Lowy, B. 1974. Amanita muscaria and the Thunderbolt legend in Guatemala and México. Micology 66:88-91.
45. Márquez, E. 2001. Taxonomía de macromicetos encontrados en la finca Aprisco localizada en Chuipachec, municipio de Totonicapán. Tesis Lic. Quím. Biol. Guatemala, USAC, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 75 p.
46. Martínez Peña, F. 2003. Producción y aprovechamiento de *Boletus edulis* Bull.: Fr. en un bosque de *Pinus sylvestris* L. España, Junta de Castilla y León. 134 p.
47. Matsushima, T. 1980. Saprophytic microfungi from Taiwan: Hyphomycetes. Matsushima Mycol. Mem. 1:1-82.
48. _____. 1996. Saprophytic microfungi from Taiwan. Matsushima Mycol. Mem. 9:1-82.
49. May, R. 1994. Conceptual aspects of the quantification of the extent of biological diversity. Phil. Trans. Roy. Soc. Lond. B Biol. Sci. 345:13-20.
50. Mibey, RK; Hawksworth, DL. 1996. Meliolaceae and asterinaceae of the Shimba Hills, Kenya. Mycol. Pap. (in press).
51. Moreno, G. 1996. Setas micorrizógenas, parásitas y saprófitas; una forma de valorar el impacto ambiental en nuestros bosques (en línea). In Comunicación en Congreso Micológico. Laredo, US. Consultado en: <http://www.arbolesviejos.org/hongo2.htm>
52. Mueller, GM; Schmit, JO; Leacock, PR; Buyc, B; Cifuentes, J; Desjardin, DE; Halling, RE; Hjortstam, K; Iturriaga, T; Larsson, KH; Lodge, DJ; May, TW; Minter, D; Rajchenberg, M; Redhead, SA; Ryvarden, L; Trappe, JM; Watling, R; Wu, Q. 2007. Global diversity and distribution of macrofungi. Biodivers. Conserv. 16:37-48.
53. Nilsson, SG; Baranowski, R. 1997. Habitat predictability and the occurrence of wood beetles in old growth beech forests. Ecography 20:491-498.
54. O'Brien, HE; Parrent, JL; Jackson, JA; Moncalvo, JM; Wilgalys, R. 2005. Fungal community analysis by large-scale sequencing of environmental samples. App. Env. Microb. 71(9):5544-5550.

55. Orozco, E. 2015. Manual de laboratorio de introducción a la fitopatología. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 144 p.
56. Pielou, DP; Verma, AN. 1968. The arthropod fauna associated with the birch bracket fungus, *Polyporus betulinus*, eastern Canadá. Can. Entomol. 100:1179-1199.
57. Pinto, A. 1990. Control integrado de *Phytophthora* en frutales. Chile, La Platina. 19 p.
58. Quezada, ML. 2005. Análisis de la diversidad y distribución de macrohongos (ordenes Agaricales y Aphyloporales) en relación con los paisajes antropogénicos en la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, Cobán, Alta Verapaz. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. 58 p.
59. Read, H. 1999. Veteran trees: a guide to good management. English Nature 167 p.
60. Rizzo Velásquez, EG. 1999. Estudio taxonómico de la micobiota del parque arqueológico Tikal, Guatemala. Tesis Lic. Quím. Biol. Guatemala, USAC, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 65 p.
61. Recalde, JI; Sánchez-Ruiz, A. 2002. Elateridae (Coleoptera) forestales de Navarra (II); recaptura de *Limoniscus violaceus* (Müller, 1821) en la península ibérica, y comentarios sobre su distribución, biología y "status". Bol. SEA 30:161-163.
62. Reyna, L. 2013. Laboratorio de microbiología e inmunología. Perú, Universidad Privada Antenor Orrego.
63. Rosales, C. 2015. Estado actual de la Unidad Jardín Botánico del Centro de Estudios Conservacionistas, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 2 p.
64. Rossman, AY. 1995. A strategy for an all-taxa inventory of fungal biodiversity. In Peng, C; Chou, CH (eds.). Biodiversity and terrestrial ecosystems. Taiwan, Academia Sinica. 461 p.
65. Sankaran, KV; Sutton, BC; Minter, DW. 1995. A checklist of fungi recorded on Eucalyptus. Mycol. Pap. 170:1-376.
66. Schwendtner, O; Recalde, I; Alcalde, JT; Gómez, J; Cárcamo, S. 2005. Importancia de los árboles senescentes y la madera muerta en la gestión de los bosques naturales. Navarra, España, 8 p.
67. Sharp, A. 1948. Some fungi common to the highlands of México, Guatemala and Eastern United States. Mycol. 40:499-502.

68. Tangarife, V. 2011. Programa de biotecnología y bioanálisis. Antioquía, Colombia, Universidad de Antioquía, Escuela de Microbiología. 58 p.
69. UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, Suiza). 1997. Red list of threatened plants. Londres.
70. Verona, H. 1985. Il vasto mondo del funghi; distruttori e rigeneratori della materia. Italia, Edagricola. 1187 p.
71. Warren, MS; Key, RS. 1991. Woodlands: past, present and potential for insects. *In* The conservation of insects and their habitats. Ed. NM Collins y JA Thomas. London, p. 155-203.
72. WWF (Fondo Mundial para la Naturaleza, ES). 2004. The global 2000 (en línea). Consultado 20 set. 2017. Disponible en www.panda.org/about_wwf/where_we_work/ecoregions/global200

46.30. *Folanda Bamis*



2.7 Anexos



Fuente: Recuperado de:

<http://www.discoverlife.org/mp/20q?search=Xylaria&flags=col2:&res=640>

Figura 7A. Xylaria. A) Carpóforo de Xylaria con conidios blanquecinos que le dan la textura pulverulenta, B) Carpóforos con hábitos gregarios.

Boletas que se llenaron para cada una de las muestras ingresadas al laboratorio del Herbario USCG.

Boleta de colecta "Agaricales"

Número de colecta: _____
 Colector: _____
 Fecha: _____
 Familia: _____
 Especie: _____
 Localización: _____
 Proyecto: _____

Descrito por: _____
 Determinado por: _____
 Fecha: _____
 Número herbario: _____

Observaciones: _____

Pileo color: _____ mm - cm contexto: _____ olor: _____ mm - cm, color: _____ sabor: _____

Forma Plano, Plano-convexo, sub-infundibuliforme, infundibuliforme, convexo, hemisférico, parabólico, campanulado, ampliamente cónico, cónico, truncado, cónico, obtusamente cónico, cóncavo.

Superficie alveolada, lacunosa, areolada, agrietada, escamosa, rugosa, rugulosa, sulcada, tomentosa, villosa, verrucosa, hirsuta, hispida, estrigosa, fibrosa, fibulosa, adpresa, pruinosa, pulverulenta, pubescente, velutinosa, granular, zonada, concentricamente.

Margen liso, entero, apendiculado, plicado-estriado, translicido-estriado, enrollado, estriado, sulcado, decurvado, incurvado, agrietado, elevado, crenado, crispado, tuberculado, lacerado, desgarrado, ondulado, tomentoso.

Himenio Lamelado: regular, intervenoso, anastomosado, bifurcado en el margen, bifurcado hacia atrás, crispado, fusionado. series de laméculas. Poroides: meruloides o daedaloides - irregular - poros compuesto - poros elongados - poros angulares - regular. Dentado: _____

Forma subventricosa, lineal, segmentiforme, arqueada, ventricosa, ampliamente ventricosa, triangular, Espaciamiento: Subdistantes, Cercanas, Distantes, Apertadas.

Unión libre, enexas, emarginadas, sinuadas, con diente, decurrente, con collar.

Margen entero, serrado, serrulado, crenado, ondulado, fimbriado, erodado, erosionado.

Poros redondos, angulares, irregulares, elongados. largo: _____ mm, _____ mm/cm.

Fungivorio presente, ausente, pileo, himenio, estípite. Observaciones: _____

Estípite color: _____ mm/cm

Forma cilíndrico, tapon hacia arriba, tapón hacia abajo, abruptamente clavado, bulboso, subclavado, subbulboso, marginadamente bulboso, con pseudoriza, radicado, bulboso.

Anillo Posición: apical - central - basal. Consistencia: membranoso, fibriloso. borde sencillo, borde doble, invertido, cortina.

Volva desprendible, saco, valva, collar, hendida, partida, granular, marginada, depresa.

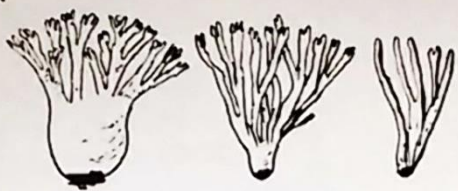

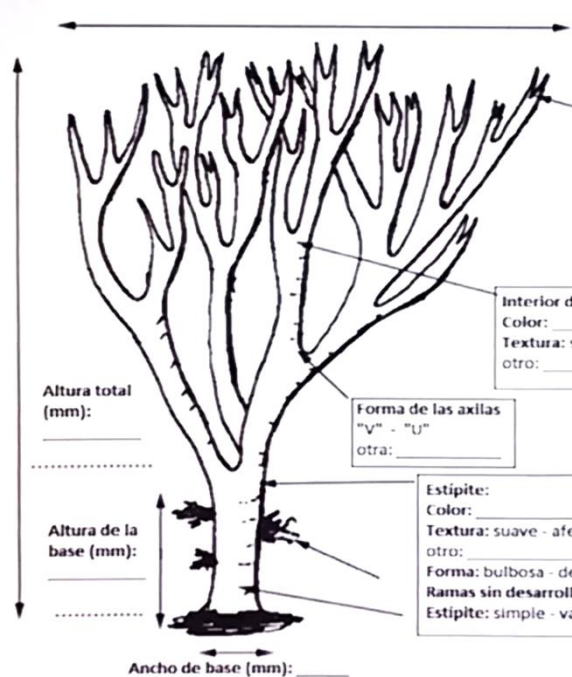
Superficie fibrilosa, reticulada, torcida, lisa, escamosa, costillada, pruinosa, glandular, escabrosa - escumulosa - villosa - tomentosa, velutinosa - areolado, pubescente, diminuta.

Otras características Sustrato: terrestre - coprófilo - lignícola - húmícola - funalica - parásito - micorrízico. marcescente-putrescente.

Tamaño y modificación de Martín, G. & M. Foster, 2004. Basado en el Fungi

Fuente: Herbario USCG, 2015

Figura 8A. Boleta de colecta "Agaricales"

COLECTOR: _____ NÚMERO DE COLECTA: _____ FECHA: _____ LOCALIZACIÓN: _____ PROYECTO: _____ DESCRITO POR: _____	Observaciones:
FORMA  Número de ramificaciones hasta el ápice: _____	HÁBITO Solitario – disperso – gregario – cespitoso SUSTRATO Terrestre – coprófilo – lignícola – humícola – fungícola – parásito – micorrízico – base de helechos CAMBIO DE COLORACIÓN AL CORTAR Presente – ausente Tiempo: _____
ÁPICE (modificar los dibujos si es necesario) 	
DESCRIPCIÓN 	
Ancho (mm): _____ Color: _____ viscido - seco Superficie: suave - arrugada - estriada - otra: _____ Orientación: vertical - radial - horizontal	Forma de ramas Cilíndricas Aplanadas Otra: _____
Interior de las ramas Color: _____ Textura: suave - afelpada - arrugada - estriada - otro: _____ Forma de las axilas "v" - "u" otra: _____	Rizomorfos Presente – ausente Micelio Presente – ausente Olor: _____ Sabor: _____
Estipite: Color: _____ Textura: suave - afelpada - arrugada - estriada - otro: _____ Forma: bulbosa - delgada - otro: _____ Ramas sin desarrollar: presentes - ausentes Estipite: simple - varios fusionados - fasciculados	Reacción Melzer en fresco Positiva – negativa
Altura total (mm): _____ Altura de la base (mm): _____ Ancho de base (mm): _____	Tomado y modificado de: Young, T. (2014) Elaboración: FODECYT 09-2014 / MP

Fuente: Herbario USCG, 2015

Figura 9A. Boleta de colecta para Xylaria

No. de colecta: _____ Fecha: _____ Colector: _____ Descriptor: _____ Lugar: _____
 Orden: _____ Especie: _____ Altura: _____
 Proyecto: _____ Número de herbario: _____

DATOS DEL HUÉSPED: Gimnosperma Angiosperma
 Familia: _____ Especie: _____
 Otro: _____

CONSISTENCIA: (menos duro) 1 2 3 4 5 (más duro)

ADHESIÓN AL SUSTRATO (1): **ADHESIÓN AL SUSTRATO (2):**

Ampliamente adherido, ventricoso *Ampliamente adherido, cilíndrico*

Discreta *Filiforme* *Españada*

STÍPITE: Liso Velutinado Fibriloso
 Cutícula negra: sí no
 Cilíndrico Plano Otro: _____

Central *Excentricas* *Lateral*

TUBOS: Frágiles Fibrosos Leñosos Carnosos
 Color: _____
 Longitud: _____ mm / cm

CONTEXTO: Fibroso Leñoso Carnoso
 Homogéneo Heterogéneo
 Con línea(s) negra(s) / Sin línea(s) negra(s)
 Color: _____
 Longitud: _____ mm / cm

Con latex o aceite / Sin latex o aceite
 Himenio cambia de color al contacto: sí no
 Reacción negra con KOH: sí no
 Perenne Anual
 Otras observaciones: _____

SUSTRATO: Madera Humus Tierra
MADERA: Viva Muerta Quemada
TIPO DE PUDRICIÓN: Blanca Café
HÁBITO: Gregario Solitario Disperso
HÁBITO (2): Pileado Resupinado
SI ES GREGARIO: píleos: individuales fusionados
 un solo píleo con lóbulos fusionados

HIMENIO:

Poroide *Lamelado* *Hidnoid*

POROS: _____ / mm **Enteros**
Incisos

Color: _____

Redondos *Angulares* *Irregulares*

PÍLEO: Brilloso Opaco
 Color: _____
 Largo: _____ mm / cm
 Ancho: _____ mm / cm

Liso *Velutinado*
Viloso *Pubescente*
Sulcado

Otro: _____

ZONACIONES: color textura ninguna
 Colores: _____ Texturas: _____

MARGEN: *Entero* *Enrollado* *Ondulado* *Inciso* *Lobulado*

Color: _____ Grosor: _____ mm / cm

Otro: _____

Fuente: Herbario USCG, 2015

Figura 10A. Boleta de colecta para Ganoderma



Fuente: Jardín Botánico, CECON, USAC. 2015

Figura 11A. Mapa del Jardín Botánico

CAPÍTULO III

**SERVICIOS REALIZADOS EN EL JARDIN BOTÁNICO DEL CENTRO DE ESTUDIOS
CONSERVACIONISTAS DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.**

3.1 Presentación

A continuación, se presentan los resultados obtenidos durante la realización del Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Agronomía en la fase de servicios, las actividades fueron realizadas durante los meses de septiembre del 2015 a abril del 2016, se decidió realizar dichas actividades por las necesidades detectadas durante la fase de diagnóstico.

Esta fase consistió en la realización de tres servicios, el primero consistió en el conteo y determinación de las especies arbóreas de la colección viva del Jardín Botánico que presentaban problemas en su estado de salud, con el apoyo de la base de datos de especies arbóreas del Jardín Botánico se realizaron recorridos en cada una de las 113 jardineras para evaluar el estado de salud de cada una de ellas, como resultado se obtuvo el total de 35 ejemplares con problemas en su desarrollo fisiológico, se determinó por medio de exámenes de laboratorio parasitológico que la principal causa de este problema es la presencia de agentes fitopatógenos en raíces y fustes, la segunda es la presencia de insectos xilófagos y como tercer factor la edad de los árboles.

El segundo servicio consistió en la identificación de órdenes de insectos xilófagos presentes en los diferentes ejemplares resultado del primer servicio, se visitó cada ejemplar y se colectaron los insectos, se determinó que los órdenes Coleóptera e Isóptera eran los que mayor presencia tenían. El tercer servicio fue la elaboración de trampas entomológicas reutilizando envases plásticos de 2 y 3 litros obtenidos de donaciones de los visitantes del jardín, éste se realizó con el fin de disminuir la población de *Phyllophaga* spp.

3.2 Conteo y determinación de las especies arbóreas de la colección viva del Jardín Botánico que presentan problemas en su estado de salud.

Después de realizar el diagnóstico del estado del Jardín Botánico se concluyó sobre la necesidad de contar y determinar las especies arbóreas que presentan problemas en su estado de salud debido a que en los últimos dos años se han contabilizado dos ejemplares muertos. Otra razón es que ésta es una colección que cuenta con ejemplares endémicas muy importantes de Guatemala, y además es una de las colecciones que genera mucho interés a los visitantes.

3.2.1 Objetivos

General

Enriquecer la base de datos de las especies arbóreas con problemas en su desarrollo fisiológico causados por ataque de insectos xilófagos, fitopatógenos o por la edad.

Específico

1. Proporcionar un registro con la ubicación de cada especie arbórea afectada en su desarrollo fisiológico para tener una base de datos que se utilizará posteriormente para desarrollar una evaluación más exhaustiva sobre las causas del problema.
2. Identificar las especies arbóreas con problemas en su desarrollo fisiológico causados por la presencia de insectos xilófagos, fitopatógenos o edad.

3.2.2 Metodología

A. Ubicación de cada especie arbórea.

El servicio consistió en el trabajo de campo, utilizando la base de datos de las especies arbóreas que se obtuvo de los archivos del Jardín Botánico, se recorrió cada una de las 113 jardineras para evaluar cada ejemplar y determinar si coincidía con el listado de los archivos ya que algunas ya habían muerto y no estaban registradas en el listado.

B. Identificación de especies con problemas en su estado de salud.

Con la verificación del listado obtenido se procedió a realizar una evaluación visual y táctil de cada ejemplar empezando con la jardinera 1 hasta la jardinera 113. Para la realización de este servicio se contó con la colaboración de cada uno de los jardineros contestando las preguntas de la encuesta que se les hacía al momento de realizar la evaluación en las jardineras que les corresponde, ya que como ellos llevan en promedio 20 años trabajando dentro del jardín han podido observar el desarrollo de cada ejemplar.

Fueron realizadas entrevistas a cada uno de ellos, con preguntas como qué cambios ha observado en el desarrollo fisiológico de los árboles, hace cuánto tiempo ha observado esos cambios, ha visto la presencia de insectos, vertebrados u hongos a partir de esos cambios, cree usted que esos factores tengan que ver con los problemas observados, cuál cree usted que sea uno de los factores que haya contribuido o tenido que ver con esos cambios.

Después de realizar las encuestas se solicitó el apoyo de cada jardinero para toma de muestras del material vegetal, se procedió a tomar muestras de raíz, tallos y hojas.

El material colectado se trasladó al laboratorio del *Index Seminum* del Jardín Botánico para ser evaluados.

Los recursos utilizados fueron: humano, de jardinería como machetes y azadones y de librería como libreta y lápices. Este servicio se realizó en los meses de septiembre y octubre del año 2015.

3.2.3 Resultados

- Registro de especies arbóreas con problemas en su desarrollo fisiológico.

En el cuadro 3 se presenta el registro de las especies arbóreas con problemas en su estado de salud, entre ellas: árboles con poco crecimiento, deformación en la copa y en el tronco, pudrición en el área basal y en el tallo, cambio de coloración y defoliación de sus hojas en períodos anormales al desarrollo de cada árbol y pudrición de raíces. Aparece el número de jardinera donde se encuentra ubicada, la familia a la que pertenece, el nombre científico con la autoridad correspondiente y el área con problema detectado. No se pudo determinar con exactitud el factor causante del problema debido a la falta de presupuesto y tecnología para realizar las respectivas evaluaciones.

Cuadro 3 Registro de especies arbóreas con problemas en su desarrollo fisiológico.

# Jardinera	Familia	Nombre científico	Autoridad
4	Rutaceae	<i>Citrus reticulata x Citrus limon</i>	
14	Annonaceae	<i>Annona squamosa</i>	L.
14	Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	(L.) Gaertn.
15	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	L.
16	Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i>	(L.) Osbeck
19	Rosaceae	<i>Eriobotrya japonica</i>	(Thunb.) Lindl.
19	Lauraceae	<i>Cinnamomum camphora</i>	(L.) J. Presl
20	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	L.
20	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	L.
20	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	L.
24	Cupressaceae	<i>Thuja orientalis</i>	L.
37	Bignoniaceae	<i>Spathodea campanulata</i>	P. Beauv.
53	Moraceae	<i>Ficus velutina</i>	Humb. Y Bonpl. Ex

			Willd.
54	Cupressaceae	<i>Neocupressus lusitanica</i>	(Mill.) de Laub.
55	Annonaceae	<i>Annona squamosa</i>	L.
56	Taxodiaceae	<i>Taxodium mucronatum</i>	Ten.
74	Papilionaceae	<i>Platymiscium dimorphandrum</i>	Donn. Sm.
75	Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i>	L.
77	Fagaceae	<i>Quercus conspersa</i>	Benth.
77	Rutaceae	<i>Casimiroa edulis</i>	La Llave y Lex.
79	Malvaceae	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	(Kunth) Dugand
84	Fabaceae	<i>Inga micheliana</i>	Harms
88	Bignoniaceae	<i>Parmentiera edulis</i>	Raf.
93	Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Lam.
93	Fabaceae	<i>Inga rodrigueziana</i>	Pittier
94	Fabaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	(Jacq.) Griseb.
108	Lythraceae	<i>Punica granatum</i>	L.
108	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	L.
108	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	L.
108	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	L.
108	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	L.
108	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	L.
111	Euphorbiaceae	<i>Croton reflexifolius</i>	Kunth.
111	Euphorbiaceae	<i>Croton reflexifolius</i>	Kunth.

3.2.4 Evaluación

Dentro del listado se encuentran los ejemplares que presentan problemas en su desarrollo fisiológico, no se pudo determinar con exactitud los factores causantes de los problemas debido a la falta de tecnología dentro del laboratorio. Este listado servirá para realizar investigaciones más exhaustivas sobre el verdadero causante del problema.

3.3 Colecta y conservación de insectos xilófagos relacionados a los fustes de las especies arbóreas de la colección viva del Jardín Botánico del Centro de Estudios Conservacionistas de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Del listado realizado en el primer servicio se evaluó si el ejemplar estaba afectado por insectos xilófago, debido al aspecto en el que se encontraba. Esto con el fin de poder determinar qué orden de insectos son los que afectan más la colección arbórea para ser registrados en los archivos o base de datos del Jardín y así poder servir como base para investigaciones más detalladas. El servicio se realizó durante los meses de noviembre, diciembre 2015 y enero 2016.

3.3.1 Objetivos

General

Fortalecer la información con que cuenta el Jardín Botánico sobre los insectos xilófagos que afectan el desarrollo fisiológico de los árboles de la colección viva.

Específico

Colectar y conservar los insectos xilófagos que se encuentren dentro de los fustes de las especies arbóreas diagnosticadas con problemas en su desarrollo fisiológico.

3.3.2 Metodología

Después de observar la presencia de insectos xilófagos en los fustes de las especies arbóreas del listado obtenido se colectaron los insectos con el siguiente procedimiento.

Se solicitaron los materiales: frascos de 20 ml, alcohol al 70% y agujas entomológicas al laboratorio de preparaciones de invertebrados terrestres y acuáticos del CECON, USAC.

Se llenaron los frascos con alcohol al 70%.

Se visitó nuevamente el ejemplar y se colectaron los insectos dentro de los frascos con alcohol.

Se etiquetaron los frascos con los siguientes datos sobre etiquetas de papel algodón: localidad exacta, coordenadas geográficas, fecha de la colecta, altitud sobre el nivel del mar, número de jardinera, método de colecta y nombre del colector.

Los coleópteros adultos colectados y preservados en alcohol se montaron con alfileres entomológicos y fueron pinchados en el élitro derecho.

Se identificaron los insectos colectados a nivel de orden.

3.3.3 Resultados

En el cuadro 4 se presentan el número de jardinera donde se encontraba el ejemplar arbóreo, el nombre común, nombre científico, el orden y familia de los insectos que fueron colectados e identificados dentro del fuste.

Cuadro 4 Listado de insectos xilófagos relacionados a las especies arbóreas de la colección viva del Jardín Botánico.

# Jardinera	Nombre común	Especie Arbórea	Insecto	
			Orden	Familia
79	Árbol de Señorita	<i>Pseudobombax ellipticum</i> (Kunth) Dugand	Coleóptera	Elateridae
80	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Coleóptera	Passalidae
			Coleóptera	Elateridae
			Coleóptera	Cerambycidae
			Isóptera	
88	Árbol de Fuego	<i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv.	Coleóptera	Anobiidae
14	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Coleóptera	Cerambycidae
37	Árbol de Fuego	<i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv.	Coleóptera	Elateridae
93	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Isóptera	
84	Cushin	<i>Inga micheliana</i> Harms	Isóptera	

A. ORDEN ISOPTERA

En la figura 12 se presentan los especímenes del orden Isóptera colectados dentro del fuste de *C. pentandra*, *G. ulmifolia* e *I. micheliana*.



Figura 12 Orden Isóptera: termitas colectadas en los fustes de *C. pentandra*, *G. ulmifolia* e *I. micheliana*.

B. ORDEN COLEÓPTERA

En la figura 13 se presentan las larvas de *Elateridae* pertenecientes al Orden Coleóptera, localizados en los fustes de *P. ellipticum*, *C. pentandra* y *S. campanulata*.



Figura 13. Orden Coleóptera: *Elateridae* colectadas en los fustes de *P. ellipticum*, *C. pentandra* y *S. campanulata*.

En la figura 14 se presentan las larvas de *Cerambycidae* colectado en los fustes de *C. pentandra* de las jardineras #14 y #80, con la observación de que el ejemplar de la jardinera 80 ha muerto, pero se contaba con muestras del tallo que se quería evaluar para saber si estaba siendo atacada por este insecto xilófago.



Figura 14. Orden Coleóptera: *Cerambycidae* colectados en los fustes de *C. pentandra* de las jardineras 14 y 80.

En la figura 15 se presentan los insectos xilófagos relacionados al fuste de *S. campanulata* ubicada en la jardinera 88.



Figura 15. Orden Coleóptera: *Anobiidae* colectados en el fuste de *S. campanulata*

En la figura 16 se presentan los insectos relacionados al fuste de *C. pentandra* de la jardinera 80, fueron colectados dentro del fuste que se encontraban tirados dentro de la jardinera ya que al momento de la toma de muestra se estaba procediendo a la tala del

fuste debido a que el ejemplar arbóreo ya había muerto y presentaba peligro para los visitantes.

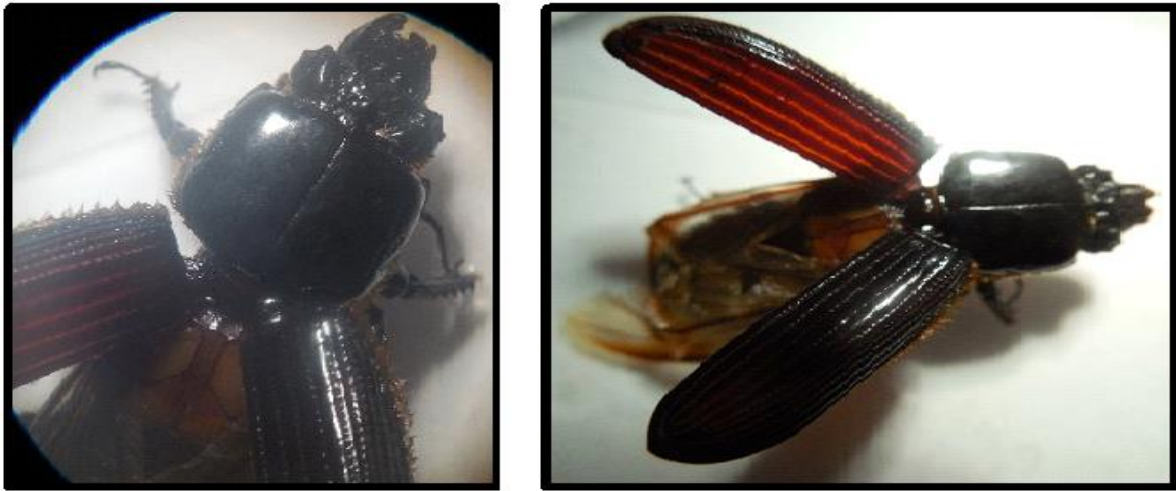


Figura 16. Orden Coleóptera: *Passalidae* colectados en el fuste de *C. Pentandra* de la jardinera #80.

3.3.4 Evaluación

Se registraron dos órdenes de insectos xilófagos relacionados a los fustes de la colección arbórea: Coleóptero e Isóptera, siendo el fuste de *C. pentandra* el que presentó los dos órdenes en su interior, una de las razones puede estar relacionado al grado de senectud del mismo, este registro puede ser utilizado como base para el registro de biodiversidad entomológica del jardín.

3.4 Combate de la plaga de *Phyllophaga* spp.

Al momento de realizar la evaluación en las diferentes jardineras los encargados hacían la observación sobre el gran daño que causaban las larvas de *Phyllophaga* spp. a las raíces de las especies vegetales en especial a las herbáceas, por lo que pidieron que se realizara algo para disminuir la población de esta plaga. Por tal razón se decidió realizar trampas entomológicas con atrayentes naturales para no contaminar más el medio ambiente y por el bajo costo que se necesita para su elaboración.

3.4.1 Objetivos

Objetivo General

Reducir el daño causado por *Phyllophaga* spp. debido a que ésta está dañando el desarrollo fisiológico de las especies vegetales del Jardín Botánico.

Objetivos Específicos

1. Realizar trampas entomológicas, ubicándolos debajo del suelo para disminuir la población de *Phyllophaga* spp. en estado larval que afectan el desarrollo del área radicular de las especies vegetales.
2. Disminuir la población de *Phyllophaga* spp. en estado adulto utilizando trampas entomológicas a base de atrayentes naturales, ubicándolas en los fustes de la colección arbórea del Jardín Botánico.

3.4.2 Metodología

A. Trampas aéreas

Para disminuir la población de *Phyllophaga* spp. se prepararon trampas entomológicas utilizando botellas de plástico de dos y tres litros de capacidad, dentro de ellas se colocaron atrayentes naturales.

Se prepararon los siguientes atrayentes:

Primer atrayente: en un litro de cerveza se utilizaron 300 gramos de azúcar, se dejó reposar por 48 horas, luego se añadieron 300 gramos de sal común y un litro de agua.

Segundo atrayente: se trituró un melón entero y se añadió el mismo volumen de agua, y un cinco por ciento de ácido cítrico (jugo de limón).

Después de preparar los atrayentes y colocarlos dentro de los envases cortados, forrados y amarrados con rafia, se procedió a colocar una trampa por cada jardinera que tenía un ejemplar arbóreo como mínimo. Cada semana se limpiaron las trampas debido a que estaban expuestas al ambiente les cayeron hojas principalmente que tapaban la abertura de las trampas (las hojas se quitaron manualmente), al finalizar los tres meses se realizó el conteo de insectos que habían caído dentro de ellas.

B. Trampas subterráneas

Se colocó una trampa entomológica de manera subterránea en los tablonés 47 y 48 respectivamente, se colocaron al ras del suelo tapadas con una piedra para evitar que se llenara de basura, de agua de lluvia o del riego. Estas trampas fueron elaboradas con los mismos ingredientes de las trampas aéreas.

Se limpiaron cada semana de manera manual, quitando cualquier basura u hojarasca que tapara la entrada de la trampa. Después de los tres meses se sacaron las trampas y se contabilizó el número de larvas atraídas.

3.4.3 Resultados

En el cuadro 5 se presenta el listado del número de tablón y nombre científico de las especies arbóreas dónde fueron ubicadas las trampas entomológicas y el número de insectos *Phyllophaga* spp. colectados.

Cuadro 5 Listado de insectos *Phyllophaga* spp atraídos por las trampas entomológicas.

Tablón	Nombre científico	Autoridad	# <i>Phyllophaga</i> spp. atraídos
1	<i>Pimenta dioica</i>	(L.) Merr.	32
13	<i>Juglans guatemalensis</i>	W.E. Manning	10
14	<i>Ceiba pentandra</i>	(L.) Gaertn.	6
16	<i>Prunus salasii</i>	Standl.	40
19	<i>Eriobotrya japonica</i>	(Thunb.) Lindl.	19
19	<i>Cinnamomum camphora</i>	(L.) J. Presl	7
19	<i>Sterculia apetala</i>	(Jacq.) H. Karst.	173
20	<i>Mangifera indica</i>	L.	65
24	<i>Thuja orientalis</i>	L.	39
53	<i>Ficus velutina</i>	Humb. Y Bonpl. ex Willd.	78
55	<i>Annona squamosa</i>	L.	124
63	<i>Psidium guajava</i>	L.	57
67	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Kunth Britten & Baker	21
74	<i>Platymiscium dimorphandrum</i>	Donn. Sm.	16
77	<i>Quercus conspersa</i>	Benth.	137
79	<i>Crescentia cujete</i>	L.	65
84	<i>Inga micheliana</i>	Harms	86
85	<i>Cinnamomum camphora</i>	(L.) J. Presl	3
87	<i>Diphysa americana</i>	Peyr.	34
87	<i>Cornutia pyramidata</i>	L.	29
88	<i>Spathodea campanulata</i>	P. Beauv.	61
90	<i>Eriobotrya japonica</i>	(Thunb.) Lindl.	47
90	<i>Prunus salasii</i>	Standl.	23
94	<i>Grevillea robusta</i>	A.Cunn. ex R.Br.	18
97	<i>Ligustrum lucidum</i>	Aiton Peso	21
99	<i>Ligustrum lucidum</i>	Aiton Peso	10
107	<i>Persea americana</i>	Mill.	65
108	<i>Psidium guajava</i>	L.	34
			1320

En el cuadro 6 se presenta el conteo de *Armadillidium vulgare* atraídos a las trampas subterráneas, en un principio estas trampas fueron colocadas con el fin de atraer larvas de *Phyllophaga* spp. ya que es una plaga que ocasiona daños considerables a la colección viva del Jardín, las larvas destruyen todo el sistema radical de las plantas en pocos días, pero al momento de revisar se determinó que únicamente habían atraído *A. vulgare* que es conocido comúnmente como “cochinilla”, una especie de crustáceo terrestres, que ocasionaba daños en la base de los tallos de las especies herbáceas de los tablonés 47 y 48. por lo que se creyó que era importante presentar estos datos obtenidos.

Cuadro 6 Listado de *A. vulgare* atraídos por las trampas entomológicas subterráneas.

Tablón	Tipo de Trampa	# <i>A. vulgare</i> atraídos
47	Trampas subterráneas	569
48	Trampas subterráneas	427
Total		996

En la figura 17 se presenta la fotografía de los voluntarios del Jardín preparando los atrayentes naturales que se colocaron dentro de los frascos de gaseosa que aparecen en la fotografía de la derecha, que fueron forradas con nylon de color negro y amarradas con rafia negra.



Figura 17. Elaboración de trampas entomológicas por parte de los voluntarios del Jardín Botánico.

En la figura 18, la fotografía de la izquierda muestra cómo fueron forradas las trampas por parte de los voluntarios; en la fotografía de la derecha cómo fueron ubicadas en los fustes de las especies arbóreas.



Figura 18. Trampas entomológicas realizadas y colocadas en los fustes de la colección arbórea.

3.4.4 Evaluación

Uno de los objetivos específicos era disminuir la población de *Phyllophaga* spp. en estado larval pero al finalizar los tres meses de ejecución del servicio se revisaron los atrayentes ubicados en la parte subterránea de los dos tablonces donde fueron ubicados dando como resultado que no se colectó ni una sola larva, en su lugar se colectaron 569 y 427 especímenes de *A. vulgare* en cada una de las dos trampas, que también es una plaga que afecta el área radicular y la pase de los tallos de las plantas. En cuanto a las trampas aéreas si fueron efectivas ya que se pudieron contabilizar 1320 insectos atraídos, por lo que podemos concluir que los atrayentes utilizados son efectivos solamente para insectos maduros y no para los que se encuentran en estado larval.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA -FAUSAC-
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS
Y AMBIENTALES -IIA-



REF. Sem. 12/2018


EL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO: "IDENTIFICACIÓN DE HONGOS MACROSCÓPICOS Y MICROSCÓPICOS ASOCIADOS A LOS FUSTES Y RAÍCES DE LA COLECCIÓN ARBÓREA EN ESTADO DE SENESCENCIA DEL JARDÍN BOTÁNICO DEL CENTRO DE ESTUDIOS CONSERVACIONISTAS, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, GUATEMALA, C.A."

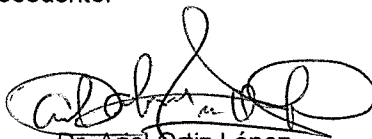
DESARROLLADO POR LA ESTUDIANTE: FLORINDA ANTONIETA COYOTE CANÚ


CARNÉ: 200915805

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES: Dr. Edin Francisco Orozco Miranda
Ing. Agr. Álvaro Gustavo Hernández Dávila
Dr. Ariel Ortiz López

Los Asesores y la Dirección del Instituto de Investigaciones Agronómicas y Ambientales de la Facultad de Agronomía, hace constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y el Reglamento de este Instituto. En tal sentido pase a la Dirección del Área Integrada para lo procedente.


Ing. Agr. Álvaro Gustavo Hernández Dávila
A S E S O R


Dr. Ariel Ortiz López
SUPERVISOR-ASESOR


Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
DIRECTOR DEL IIA

WNR/nm
c.c. Archivo



Ref. SAIEPSA.50. 2018
Guatemala, 4 de octubre de 2018

TRABAJO DE GRADUACIÓN: IDENTIFICACIÓN DE HONGOS MACROSCÓPICOS Y MICROSCÓPICOS ASOCIADOS A LOS FUSTES Y RAÍCES DE LA COLECCIÓN ARBÓREA EN ESTADO DE SENESCENCIA DEL JARDÍN BOTÁNICO DEL CENTRO DE ESTUDIOS CONSERVACIONISTAS, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, GUATEMALA, C.A

ESTUDIANTE: FLORINDA ANTONIETA COYOTE CANÚ

No. CARNÉ: 200915805

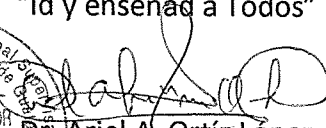
Dentro del Trabajo de Graduación se presenta el Capítulo II que se refiere a la Investigación Titulada:

“IDENTIFICACIÓN DE HONGOS MACROSCÓPICOS Y MICROSCÓPICOS ASOCIADOS A LOS FUSTES Y RAÍCES DE LA COLECCIÓN ARBÓREA EN ESTADO DE SENESCENCIA DEL JARDÍN BOTÁNICO DEL CENTRO DE ESTUDIOS CONSERVACIONISTAS, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA , GUATEMALA, C.A.”

LA CUAL HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Dr. Edin Francisco Orozco Miranda
Ing. Agr. Álvaro Gustavo Hernández Dávila
Dr. Ariel A. Ortiz López


Los Asesores de Investigación, Docente Asesor de EPSA y la Coordinación del Área Integrada, hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y Reglamento de la Facultad de Agronomía. En tal sentido, pase a Decanatura.

“Id y enseñad a Todos”



Programa Ejercicio Profesional
Universidad de San Carlos de Guatemala
DOCENTE-ASESOR
EPSA-USAC
FACULTAD DE AGRONOMIA

Dr. Ariel A. Ortiz López
Docente – Asesor de EPS



Vo. Bo. Ing. Agr. Silvel A. Elías Gramajo
Coordinador Area Integrada



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE AGRONOMIA
COORDINACION
SUBAREA EPSA

/SAEG
cc.archivo



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

Acreditada Internacionalmente



No. 58-2018

Trabajo de Graduación:

“IDENTIFICACIÓN DE HONGOS MACROSCÓPICOS Y MICROSCÓPICOS ASOCIADOS A LOS FUSTES Y RAÍCES DE LA COLECCIÓN ARBÓREA EN ESTADO DE SENESCENCIA DEL JARDÍN BOTÁNICO DEL CENTRO DE ESTUDIOS CONSERVACIONISTAS, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, GUATEMALA, C.A.”

Estudiante:

Florinda Antonieta Coyote Canú

Carné:

200915805

“IMPRÍMASE”

Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López
DECANO

