



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL**

Proyecto de investigación previo a
la obtención del título de ingeniero
Forestal.

Título del Proyecto de Investigación:

Capacidad de transmisión de los organismos asociados a la enfermedad “Muerte Regresiva” en *Tectona grandis* L.f. (teca) por insectos de la subfamilia Scolytinae en dos zonas de la región Litoral del Ecuador.

Autor:

Jonathan Gabriel Castro Castro

Director del Proyecto de Investigación

Ing. Rolando Manuel López Tobar MSc.

Codirector del Proyecto de Investigación

Ing. Danilo Vera Coello Ph.D.

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2021

DECLARACIÓN DE AUDITORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Castro Castro Jonathan Gabriel**, declaro bajo juramento que la investigación aquí descrita es de mi autoría; no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluye en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede ser uso de los derechos correspondientes de este documento, según lo establecidos por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa vigente.

Castro Castro Jonathan Gabriel

C. I. 1250309117

CERTIFICADO DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

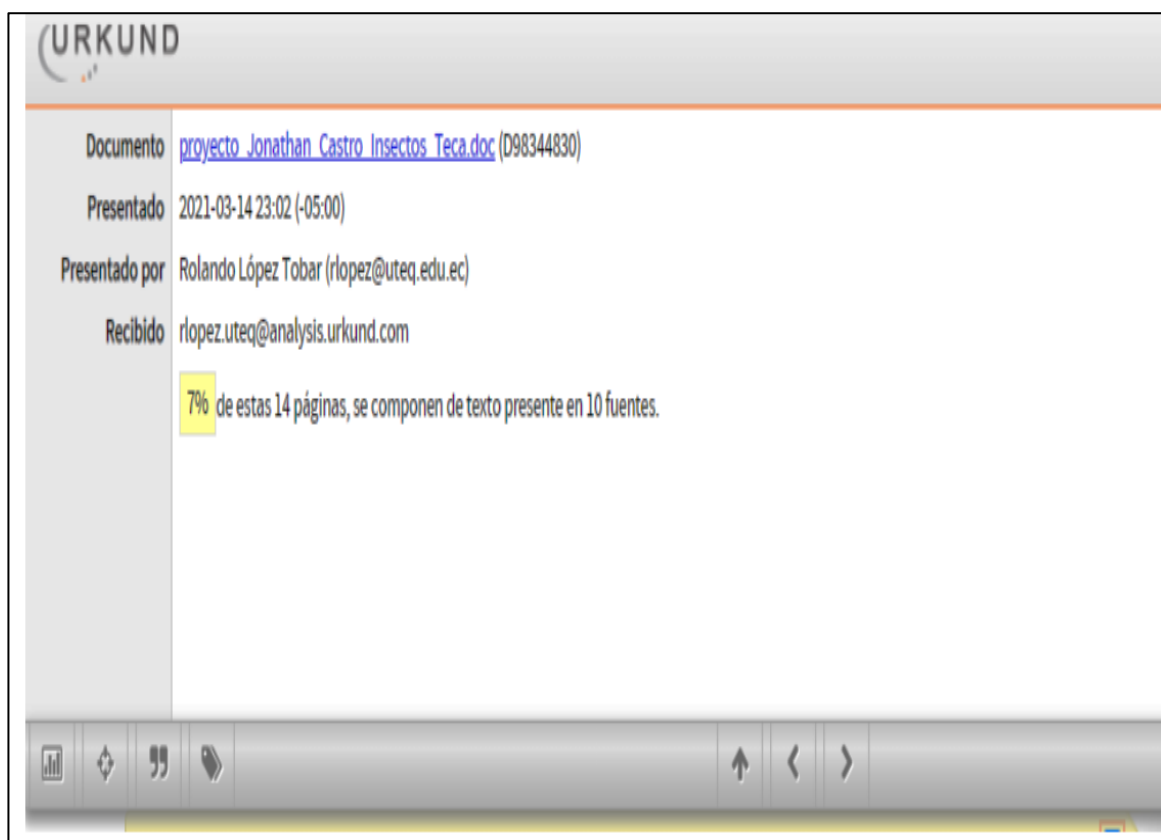
El suscrito, **Ing. Rolando Manuel López Tobar**, docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Jonathan Gabriel Castro Castro** realizó el proyecto de investigación titulado “**Capacidad de transmisión de los organismos asociados a la enfermedad “Muerte Regresiva” en *Tectona grandis* L.f. (teca) por insectos de la subfamilia Scolytinae en dos zonas de la región Litoral del Ecuador.**”, previo a la obtención del título de **Ingeniero Forestal**, bajo mi dirección en conjunto con el **Ing. Danilo Vera Coello PhD** del INIAP en calidad de Codirector, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. For. Rolando Manuel López Tobar MSc.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCION DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

Informo a usted que el Proyecto de Investigación del señor. Jonathan Gabriel Castro Castro, cuyo tema es: **“Capacidad de transmisión de los organismos asociados a la enfermedad “Muerte Regresiva” en *Tectona grandis* L.f. (teca) por insectos de la subfamilia Scolytinae en dos zonas de la región Litoral del Ecuador.** Fue analizada mediante la herramienta anti plagio URKUND, la misma que emitió un porcentaje de 7% tal como se muestra en la captura.



Ing. For. Rolando Manuel López Tobar MSc.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL**

Proyecto de Investigación:

Título

Capacidad de transmisión de los organismos asociados a la enfermedad “Muerte Regresiva” en *Tectona grandis* L.f. (teca) por insectos de la subfamilia Scolytinae en dos zonas de la región Litoral del Ecuador.

Presentado al Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Forestal.

Aprobado por:

Ing. For. Carlos Belezaca Pinargote Ph.D.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. For. Edison Solano Apuntes MSc.

INTEGRANTE DEL TRIBUNAL

Ing. Agr. Fernando Cabezas Guerrero, Ph.D.

INTEGRANTE DEL TRIBUNAL

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2021

AGRADECIMIENTOS

AL señor, esfuérzate y sé valiente no temas ni te acobardes 1 Crónicas 22:13

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a las instituciones y personas involucradas en el desarrollo de este proyecto de investigación

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo

A la carrera de Ingeniería forestal

Al M.sc. Ing. Rolando Manuel López Tobar, quien fue parte de la formación académica y profesional durante toda mi trayectoria universitaria.

A la Estación Experimental Tropical Pichilingue del Instituto Nacional de Investigación Agropecuarias.

Al Departamento de Protección Vegetal

Al Dr. Danilo Vera Coello, gracias por tener tanta paciencia en mí por guiarme por el camino correcto, siempre tendré presente sus enseñanzas y sus consejos me siento orgulloso de ser su alumno por tanto apoyo brindado.

Al M.sc. Ing. Edwin Borja Borja, gracias por su apoyo brindado en mi formación profesional, pocas personas tienen la oportunidad de contar con su amistad aprecio mucho su amistad y tener confianza en mí.

Al Ing. Gema Espinosa Zambrano por ser una gran amiga tan generosa y amable gracias por su ayuda brindada.

Agradecer todo quien forma parte del Departamento de Protección Vegetal He llegado terminar la meta que me tenía como objetivo e incluso lo hemos superado gracias a ustedes como un gran equipo de trabajo.

DEDICATORIA

A Dios

“Dios es el que me ciñe de fuerza y quien despeja mi camino”² Samuel 22:33

Por haberme permitido llegar a culminar mis objetivos.

A mi madre Gloria Castro

Quien nunca puso pretextos para ayudarme para beneficiar a su hijo si ahora soy alguien profesional se debe principalmente a ti, por su gran esfuerzo y valiosas lecciones de vida que adquirí de ti.

A mi Abuelo Elpidio Castro

Siempre tuviste tiempo para mí en apoyarme en todos los momentos donde uno más te necesitaba estaba ahí para uno.

A mis Hermanas Jeniffer, Estefania y Belén

Estos es algo a costumbrado con mis hermanas, la convivencia puede lograrse muy difícil a las diferencias de opciones de cada uno y solo pasamos peleando y olvidarnos de muchos que nos queremos.

A mis Familiares

Por ser parte más importante en mi vida por estar pendiente de mi por mostrar amor y bendiciones en cada decisión que tomaba en mi vida.

A la Sra. Jessica Maquilon

Gracias por ser parte de mi vida sin pedirle nada se convirtió una de las personas más importante en mi guía, una amiga sobre todo gran afecto hacia mí.

A mis amigos

No cuento con dinero, pero siempre conté con su amistad que es más valiosas que pudieron ofrecerme gracias por tanto apoyo que me brindaron en todo momento en mi vida.

RESUMEN

Tectona grandis L.f., es una especie forestal se encuentra en los países tales como India, Myanmar, República Democrática Popular Laos y Tailandia, Costa Rica, Trinidad y Tobago, Panamá, El Salvador, Cuba, Guatemala, Colombia, Venezuela, Brasil, Perú, Bolivia y Ecuador; en los últimos años en Ecuador se ha observado una patología cuyos síntomas se atribuyen a la enfermedad conocida como Muerte Regresiva”. En las plantaciones también se ha observado perforaciones en el fuste, que son provocadas por insectos barrenadores del orden Coleóptero. Existe un grupo de insectos de la subfamilia Scolytinae conocidos como escarabajos de Ambrosia, se denominan vectores transporta las esporas del hongo en su exoesqueleto. Su alimentación es la corteza de la madera, albura, duramen y hongos de ambrosía, el presente estudio tiene como objetivo: Determinar la capacidad de transmisión de los organismos asociados a la enfermedad “Muerte Regresiva” por insectos Scolytinae en la región Litoral del Ecuador. La investigación se desarrolló en dos fases: la fase uno ejecutada en dos plantaciones comerciales de teca ubicadas en los cantones Balzar y Buena fe, donde se colocaron en cada plantación tres trampas tipo centinelas, suspendidas a 1,50 m de altura desde la base del fuste donde permanecieron por treinta días. Esta actividad se realizó o en el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias de la Estación Experimental Tropical de Pichilingue dentro de las instalaciones del Departamento de Protección Vegetal. Se procedió a aislar los microorganismos presentes tanto del exoesqueleto como de la hemolinfa de los insectos Scolytinae capturados en las trampas centinela. Los organismos aislados de las galerías ocasionadas por los escarabajos en las trampas centinelas fueron: *Fusarium* spp, *Lasiodiplodia* sp y *Ceratocystis* sp.; del exoesqueleto y hemolinfa de los (Scolytinae) se logró aislar: *Fusarium* spp y *Lasiodiplodia* sp. En base a los análisis estadísticos realizados la plantación ubicada en el cantón Buena fe obtuvo el mayor número de organismos, tanto en trampas centinelas e insectos, el organismo predominante en el Exoesqueleto y Hemolinfa fue el género *Fusarium* spp y el menor fue *Lasiodiplodia* sp. Los resultados de este trabajo servirán como estudio de línea base para determinar la capacidad de dispersión de este problema fitosanitario.

Palabra clave: escolitinos, Exoesqueleto, Hemolinfa.

ABSTRACT

Tectona grandis L.f., is a forest species found in countries such as India, Myanmar, Lao People's Democratic Republic and Thailand, Costa Rica, Trinidad and Tobago, Panama, El Salvador, Cuba, Guatemala, Colombia, Venezuela, Brazil, Peru, Bolivia and Ecuador; in recent years in Ecuador a pathology has been observed whose symptoms are attributed to the disease known as Regressive Death". In the plantations, perforations in the stem have also been observed, which are caused by boring insects of the order Coleoptera. There is a group of insects of the Scolytidae subfamily known as Ambrosia beetles, they are called vectors that carry the spores of the fungus in their exoskeleton. Its food is the bark of the wood, sapwood, heartwood and ragweed fungi, the present study aims to: To determine the transmission capacity of organisms associated with the disease "dieback" by insects Scolytinae in the Litoral region of Ecuador. The research was developed in two phases: phase one was carried out in two commercial teak plantations located in the cantons of Balzar and Buena fe, where three sentinel-type traps were placed in each plantation, suspended 1.50 m high from the base of the shaft where they remained for thirty days. This activity was carried out either at the National Agricultural Research Institute of the Pichilingue Tropical Experimental Station within the facilities of the Department of Plant Protection. The microorganisms present were isolated from both the exoskeleton and the hemolymph of the Scolytinae insects captured in the sentinel traps. *Fusarium* spp, *Lasiodiplodia* sp and *Ceratocystis* sp.; from the exoskeleton and hemolymph of the (Scolytinae) it was possible to isolate: *Fusarium* spp and *Lasiodiplodia* sp. Based on the statistical analyzes carried out, the plantation located in the Buena Fe canton obtained the highest number of organisms, both in sentinel traps and insects, the predominant organism in the Exoskeleton and Hemolymph was the genus *Fusarium* spp and the lowest was *Lasiodiplodia* sp. The results of this work will serve as a baseline study to determine the dispersal capacity of this phytosanitary problem.

Keyword: scolithin, exoskeleton, hemolymph.

TABLA DE CONTENIDO

Temas	Pág.
Portada.....	i
Declaración de auditoría y cesión de derechos.....	ii
Certificado de culminación del proyecto de investigación.....	iii
Certificado del reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico.....	iv
Agradecimientos	vi
Dedicatoria	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
Introducción.....	17
 CAPÍTULO I. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	
1. Problematicación de Investigación	20
1.1 Diagnóstico	20
1.1.1. Pronóstico.	20
1.1.2. Formulación del problema.....	20
1.1.3. Sistematización.....	20
1.2. Objetivos.....	21
1.3. Jusfificación	22
 CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	
2.1. Teca	24
2.1.1. Categorización Taxonómica	24
2.1.2. Especificación botánica	24
2.2. Características Climáticas Geofísicas y Edáficas.....	25
2.2.1. Manejo silvicultural.....	25

2.3. Como afectan las enfermedades	26
2.4. Etapas de desarrollo de una enfermedad.....	26
2.5. Factores que favorecen la enfermedad.....	26
2.5.1. Identificación de una patología.....	26
2.4. Hongos.....	27
2.4.1. Generalidades	27
2.4.1.2. Características.....	27
2.4.2. Fitopatógenos.....	27
2.5. Insectos	27
2.5.1. Orden Coleóptero	28
2.6. Marco Referencial	29
CAPÍTULO III. METOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	
3.1. Área de estudio.	34
3.2.1. Materiales de campo.....	35
3.2.2. Materiales e insumo de laboratorio	35
3.2.4. Materiales de oficina	36
3.2.4. Softwares	36
3.3. Tipo de investigación.....	36
3.4. Métodos de investigación	36
3.5. Fuentes de recopilación de información.....	36
3.6. Diseño de la Investigación.....	36
3.6.1. Selección de los sitios de estudio	37
3.6.2. Manejo del experimento	37
3.6.2.1. Instalacion y recolección de trampas centinela	37
3.6.2.2. Obtención de escolitinos en trampas centinela.....	38
3.6.2.3. Aislamiento de hongos a partir de galerías.....	38
3.6.2.4. Aislamiento de hongos a partir del Exoesqueleto de los <i>Scolytinae</i>	38

3.6.2.5. Aislamiento de hongos a partir de Hemolinfa de los <i>Scolytinae</i>	38
3.6.2.6. Purificación de organismos.	38
3.6.2.7. Identificación taxonomica de organismos en estudio	39
3.7. Registro de los datos y Forma de evaluacion	39
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1 Recolección de los escolitinos presentes en las trampas centinelas	41
4.2. Identificación de los microorganismos asociados a la Muerte regresiva a partir de trampas centinelas.....	43
4.3. Identificación de los organismos asociados en el Exoesqueleto de los escolitinos	45
4.4. Identificación de los organismos asociados en la Hemolinfa de los escolitinos	48
Discusión	51
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1. Conclusiones.....	54
5.2. Recomendaciones	55
CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA	
6.1. Bibliografía	57
CAPITULO VII. ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Núm.	Pág.
Tabla1. Característica edafoclimática en los cantones donde se evaluó las Plantaciones de teca	37
Tabla 2. Organismos Aislado de las trampas centinelas, de muestras galerías del cantón Balzar	43
Tabla 3. Organismos Aislado de las trampas centinelas, de muestras de galerías del cantón Buena fe	44
Tabla 4. Organismos Aislado en el Exoesqueleto del insectos Scolytinae recuperado del cantón Balzar	45
Tabla 5. Organismos Aislado en el Exoesqueleto del insectos Scolytinae recuperado del cantón Buena fe.....	46
Tabla 6. Organismos Aislado en el Hemolinfa del insectos Scolytinae recuperado del cantón Balzar.....	48
Tabla 7. Organismos Aislado en el Hemolinfa del insectos Scolytinae recuperado del cantón Buena fe.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Núm.		Pág.
Figura 1.	Ubicación Geográfica de las plantaciones comerciales de <i>Tectona</i> <i>Grandis</i> L.f.....	34
Figura 2.	Fluctuación de meses septiembre del 2020 hasta febrero2021, del insecto <i>Scolytinae</i> en su etapa larval en las trampas centinelas.....	41
Figura 3.	Fluctuación de meses septiembre del 2020 hasta febrero2021, del insecto <i>Scolytinae</i> en su etapa larval en las trampas centinelas. A =Localidad cantón Balzar. B = Localidad en el cantón Buena fe.....	41
Figura 4.	Fluctuación de meses septiembre del 2020 hasta febrero2021, del insecto <i>Scolytinae</i> en su etapa Adulta en las trampas centinelas.....	42
Figura 5.	Fluctuación de meses septiembre del 2020 hasta febrero2021, del insecto <i>Scolytinae</i> en su etapa Adulto en las trampas centinelas. A =Localidad cantón Balzar. B = Localidad en el cantón Buena fe.....	42
Figura 6.	Organismos aislados en las trampas centinelas en la plantación, del Cantón Balzar.....	43
Figura 7.	Organismos aislados en las trampas centinelas en la plantación, del Cantón Buena fe.....	44
Figura 8.	Organismos aislados en el Exoesqueleto del escolitinos en la etapa Larval en la plantación de Balzar.....	45
Figura 9.	Organismos aislados en el Exoesqueleto del escolitinos en la etapa Adulto en la plantación de Balzar.....	46
Figura 10.	Organismos aislados en el Exoesqueleto del escolitinos en la etapa Larval en la plantación de Buena fe.....	47

Figura 11.	Organismos aislados en el Exoesqueleto del escolitinos en la etapa Adulto en la plantación de Buena fe.....	47
Figura 12.	Organismos aislados en el Hemolinfa del escolitinos en la etapa Larval en la plantación de Balzar.....	48
Figura 13.	Organismos aislados en el Hemolinfa del escolitinos en la etapa Adulto en la plantación de Balzar.....	49
Figura 14.	Organismos aislados en el Hemolinfa del escolitinos en la etapa Larval en la plantación de Buena fe.....	50
Figura 15.	Organismos aislados en el Hemolinfa del escolitinos en la etapa Adulto en la plantación de Buena fe.....	50

ÍNDICE DE ANEXOS

Núm.		Pág.
Anexo 1.	Plantaciones de T. grandis para la realización de trampeo temporal.....	64
Anexo 2.	Colocación de las trampas centinelas.....	65
Anexo .3	Proceso de aislamiento de los organismos asociados en las trampas Centinelas.....	66

CÓDIGO DUBLIN

Titulo	Capacidad de transmisión de los organismos asociados a la enfermedad “Muerte regresiva” en <i>Tectona grandis</i> L.f. (teca) por insectos de la subfamilia Scolytinae en dos zonas de la región Litoral del Ecuador.
Autor:	Castro Castro Jonathan Gabriel
Palabra claves:	escolitinos, Exoesqueleto, Hemolinfa.
Editorial:	
Resumen: (hasta 300 palabras)	En el Ecuador, en los últimos años se ha observado una patología cuyos síntomas se atribuyen a la enfermedad conocida como “Muerte Regresiva”. En las plantaciones también se ha observado perforaciones en el fuste, que son provocadas por insectos barrenadores del orden Coleóptero. Existe un grupo de insectos de la subfamilia Scolytinae conocidos como escarabajos de Ambrosia, se denominan vectores transporta las esporas del hongo en su exoesqueleto. El presente estudio tiene como objetivo: Determinar la capacidad de transmisión de los organismos asociados a la enfermedad “Muerte Regresiva” por insectos Scolytinae en la región Litoral del Ecuador. La investigación se desarrolló en dos fases: la fase uno ejecutada en dos plantaciones comerciales de teca ubicadas en los cantones Balzar y Buena fe, donde se colocaron en cada plantación tres trampas tipo centinelas, suspendidas a 1,50 m de altura desde la base del fuste donde permanecieron por treinta días. Esta actividad se realizó en el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias de la Estación Experimental Tropical de Pichilingue dentro de las instalaciones del Departamento de Protección Vegetal. Se procedió a aislar los microorganismos presentes tanto del exoesqueleto como de la hemolinfa de los insectos Scolytinae capturados en las trampas centinela. Los organismos aislados de las galerías ocasionadas por los escarabajos en las trampas centinelas fueron: <i>Fusarium</i> spp, <i>Lasiodiplodia</i> sp y <i>Ceratocystis</i> sp.; del exoesqueleto y hemolinfa de los (Scolytinae) se logró aislar: <i>Fusarium</i> spp y <i>Lasiodiplodia</i> sp. En base a los análisis estadísticos realizados la plantación ubicada en el cantón Buena fe obtuvo el mayor número de organismos, tanto en trampas centinelas e insectos, el organismo predominante en el Exoesqueleto y Hemolinfa fue el género <i>Fusarium</i> spp y el menor fue <i>Lasiodiplodia</i> sp. Los resultados de este trabajo servirán como estudio de línea base para determinar la capacidad de dispersión de este problema fitosanitario.
Descripción:	
URI	

Introducción

Tectona grandis L.f. es un árbol frondoso que pertenece a la familia Lamiaceae, se encuentra de forma natural en varios países como India, Myanmar, República Democrática Popular Laos y Tailandia (Pandey y Brown, 2000). En América se encuentra distribuido en: Costa Rica, Trinidad y Tobago, Panamá, El Salvador, Cuba, Guatemala, Colombia, Venezuela, Brasil, Perú, Bolivia y Ecuador (Krishnapillay, 2000). Se considera una de las maderas más valiosas del mundo, por su durabilidad y la facilidad para trabajar, haciéndole merecedora de dichos reconocimientos desde hace algunos siglos.

En la República del Ecuador, la teca fue introducida en la hacienda “Le Café Rubusti” ubicada en el cantón Balzar, provincia del Guayas. Las primeras plantaciones de teca fueron establecidas en el año 1950, por Nelson Rockefeller (Mollison, 2007). En la actualidad la Primera institución que se convirtió, en el principal proveedor de semilla de teca en el país fue la Estación Experimental Tropical Pichilingue del Instituto Nacional de Investigación Agropecuarias INIAP. Donde se realizó estudios de adaptación de la especie dando como resultados que las condiciones edafoclimáticas eran favorables para su crecimiento.

En la teca en los últimos años se han presentados diferentes plagas y enfermedades, que causan daño a raíces, tronco, ramas, follaje: (Vera *et al.*, 2019). Entre uno de las principales plagas se encuentran los insectos de orden Coleóptero. La mayoría son herbívoros, y algunas especies pueden constituir como plaga en los cultivos causando daños a especies agrícolas y forestales (Gómez, 2006). Se han encontrados un grupo de insecto de la subfamilia Scolytinae como se los conocen como escarabajos de ambrosia que afectan a árboles vivos y muertos estos insectos

Los escarabajos de ambrosia, tienen una relación simbiótica entre insectos y hongos (Reyes, 2017). Según Crean y Peña (2000), el escarabajo puede transportar esporas de hongos en su cuerpo. Cuando ingresan al hospedero, forman galerías donde cultivan los hongos que servirán de alimento para el desarrollo de las larvas (Gómez, 2015). Algunos son polívoros, tiene una variedad de alimentos y no dependen del hongo que transportan.

En Ecuador existen varios estudios que mencionan la asociación entre hongo e insecto, considerando al escolitidos como agente vector de enfermedades en plantas. De acuerdo Castro (2016), determinó la relación de hongos asociados a la enfermedad de *Ochroma pyramidale* (Cav-Ex Lam) Urb (Balsa), con el insecto *Coptoborus ochomactonus* Smith y Cognato. Sin embargo, no existe información referente que exista una relación en las plantaciones de teca.

Se han realizado muestreos en las plantaciones de teca, se observó la presencia de los escolitinos, donde se han encontrados una diversidad interesante de este tipo de insectos, por lo tanto, el presente trabajo es conocer la capacidad de transmisión de los insectos a la enfermedad “Muerte Regresiva” a partir de su exoesqueleto y hemolinfa.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1. Problematicación de Investigación

1.1 Diagnóstico

En el país, la teca tiene como buenos resultado para el aprovechamiento forestal, sin embargo plantaciones de *Tectona grandis* L.f, se encuentran distribuido en región litoral Ecuatoriano de gran acogida en durante los ultimos años. Se han presentado problema fitosanitaria a una enfermedad conocida como “Muerte Regresiva” con patología desconocida está diezmando notoriamente las plantaciones del Ecuador, conociendose muy poco sobre su forma de dispersión. Se visito plantaciones con la presencia de la enfermedad con la sintomatología, se observó la presencia de los *Scolytinae* que pueden ser el vector de la enfermedad, que esta ocasionando la perdida económica a los agricultores que depende de esta especie forestal y por tanto se desconoce el rol de los insectos en su dispersión. No existe.

1.1.1. Pronóstico.

Determinar el rol de los insectos *Scolytinae* en la dispersión de la enfermedad conocida como “Muerte Regresiva”

1.1.2. Formulación del problema.

¿Los organismos asociados a la enfermedad “Muerte Regresiva” que pueden ser transmitidos por *Scolytinae*?

1.1.3. Sistematización.

Determinar si los *Scolytinae* es vector a con la enfermedad conocida como “Muerte Regresiva” en las plantaciones comerciales de teca.

1.2. Objetivos

1.2.1. General.

Determinar la capacidad de transmisión de los organismos asociados a la enfermedad “Muerte Regresiva” por insectos de la subfamilia *Scolytinae* en la región litoral del Ecuador.

1.2.2. Específicos

- Cuantificar la captura de insectos *Scolytinae* en trampas colocadas en las plantaciones de teca en las dos localidades.
- Ailar y identificar los organismos asociados a “Muerte Regresiva” en trampas centinelas colocadas en plantaciones de teca.
- Determinar la capacidad de retención del(os) organismo(s) asociado(s) a la enfermedad conocida como “ Muerte Regresiva” de la teca, en el exoesqueleto de los *Scolytinae*.
- Determinar la capacidad de retención del(os) organismo(s) asociado(s) a la enfermedad conocida como “ Muerte Regresiva” de la teca, en el hemolinfa de los *Scolytinae*.

1.3. Jusfiticación

La teca *Tectona grandis*. L f es una especie forestal con gran demanda a nivel mundial, por su uso en la construcción de barcos, muebles, revestimientos de interiores y artesanías. Ecuador ha incrementado la producción de teca lo que le atribuye como un rubro de importancia, enfocando su exportación. Sin embargo, el aumento de superficies cultivadas genera el incremento de organismos que son capaces de causar problemas fitosanitarios, que no se conocían en plantaciones de teca, como la “Muerte Regresiva”.

A medida que la extensión de esta especie avanza se han reportado daños en plantaciones de teca, cuyos síntomas señalan a la enfermedad comúnmente conocida como “Muerte regresiva”. Existen trabajos investigativos que describen a *Ceratocystis fimbriata* y *Fusarium* sp como organismos causantes de “Muerte Regresiva”, pero también se encuentran reportes donde se confirma la presencia de insectos de la Sub familia *Scolytinae*.

Estos insectos son conocidos como escarabajos de ambrosia, afectan a diversas plantas leñosas causando la muerte regresiva de ramas y tallos debido a que llevan consigo algún hongo patógeno. Su principal característica es la perforación del fuste y formación de galerías. Los *Scolytinae* pueden ser un posible vector de los hongos que causa la enfermedad.

Debido a las características que posee este insecto *Scolytinae* son agente vector de los hongos que causan la enfermedad muerte regresiva. El presente trabajo de investigación pretende determinar la capacidad de transmisión de los organismos asociados a la enfermedad “Muerte regresiva” en teca (*Tectona grandis* L.f.) por insectos de la subfamilia *Scolytinae* en dos condiciones ambientales de la región Litoral de Ecuador.

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA
DE LA INVESTIGACIÓN

2. MARCO CONCEPTUAL

2.1. Teca

Es una clase originaria del sureste asiático (Burma= Birmania, en este momento es Myanmar, Tailandia y la India, Malasia, Java, Indochina, La República Democrática Habitual Laos), entre los 12 y 25 ° latitud norte y de 73 a 104 ° longitud este (Fonseca, 2004). En la República del Ecuador, esta clase introducida está distribuido en las primordiales provincias de la Región Litoral (Vinuela, 2012). La teca tiene una enorme consideración en el país. Tiene increíbles características únicas (Armijos, 2014). Por lo general, por su color y su veteado se utiliza en la preparación de chapas decorativas, revestimientos, parquets, escaleras, mobiliario, puentes, vigas, así como también en la construcción de buques, etc (ASOTECA; 2013).

2.1.1. Categorización Taxonómica

Clasificación taxonómica de la especie (Romero, 2010),

Reino: Plantas

Filum: Spermatophyta

Sybyphylum: Angiospermae

Clase: Dicotyledonae

Orden: Lamiales

Familia: Lamiaceae

Género: *Tectona*

Especie: *grandis* L.f.

2.1.2. Especificación botánica

Es un árbol caducifolio considerables con una copa redondeada, cuando crece en condiciones favorables, un fuste cilíndrico prominente y limpio de bastante más de 25 m (Pandey y Brown, 2000). Las hojas son sencillas opuestas, ovales, enormes, que tienen la posibilidad

de medir de 11 a 85 cm de extenso y de 6 a 50 cm de ancho, con pecíolos gruesos. (Fonseca y Chaves, 1991).

Flores son campanulado, de color amarillo verdoso, de borde dentado, los pétalos se juntan formando un tubo corto, 5 o 6 estambres insertados debajo del tubo de la corola, anteras amarillas, ovadas y oblongas (Fonseca, 2004).

El fruto es subgloboso, más o menos tetragono, aplanado; exocarpo angosto, algo carnoso cuando fresco y tomentoso; endocarpo abultado, óseo, corrugado con 4 celdas que encierran por lo general 1 o 2 semillas de 5 mm de extenso (Fonseca, 2004).

2.2. Características Climáticas Geofísicas y Edáficas

La teca pertenece a las especies que se puede adaptar a distintas condiciones climáticas, esta clase necesita o se ajusta a precipitaciones entre 1300 a 2500 mm por año y una estación seca de 3 a 5 meses, la precipitación impecable fluctúa entre 1500 a 2000 mm (Macías, 2011). Según Vinueza (2012), la altitud correcta para esta clase esta entre 0 a 800 m.s.n.m.

Es una clase que necesita pisos fértiles para su óptimo desarrollo, principalmente pisos nutritivos como Ca y Mg. Mejor se lleva a cabo en pisos aluviales profundos, porosos, fértiles y bien drenados, con un pH neutral o acido, además puede realizarse en pisos franco-arenosos o arcillosos (Macías, 2011).

2.2.1. Manejo silvicultural

En la República del Ecuador, el cultivo de la teca es subjetivamente simple frente al de otras especies comerciales frondosas. Puede reportar provechos considerables inclusive cuando se intercala en forma dispersa entre cultivos comerciales de corta duración (Cedeño, 2006). Pero varios agricultores no tienen un correcto manejo silvicultural en sus pequeñas o enormes plantaciones lo cual daña la calidad de madera, lo cual no favorece la venta en los mercados local e en todo el mundo (Proaño, 2007).

Se hacen cronogramas para las ocupaciones desde su lugar (Proaño, 2007). Hay que procurar hacer la primera poda antes de que el diámetro de los árboles sea más grande de 10 cm. con el objetivo de evadir la formación de nudos en la madera. Se aplican 3 entresacas, la primera a los 5 año promedia un 50 %, la segunda a los 12 años con 180 árboles, se finalizarán con 370 árboles (Vinueza, 2012).

2.3. Como afectan las enfermedades

Debilitando al hospedero por su acción continua sobre las células. Alteran o inhiben el metabolismo celular (producción de toxinas, enzimas, sustancias reguladoras del crecimiento entre otros. Bloquean el paso de los nutrientes y agua (Bonacic, 2010).

2.4. Etapas de desarrollo de una enfermedad

El ciclo de cualquier enfermedad infecciosa lleva a cabo una serie de eventos sucesivos más o menos distintos que propician el desarrollo y la prevalencia de la enfermedad y del patógeno (Bonacic, 2010).

2.5. Factores que favorecen la enfermedad.

Esto ocurren cuando los tres factores se dan de forma simultánea como son la presencia del patógeno, las condiciones edafoclimáticas y el hospedero susceptible, en lo que se consideran vértices del triángulo de la enfermedad, sin embargo, a los tres factores después se adiciona un cuarto factor o vértice (el tiempo) como condición necesaria para que se desarrolle la enfermedad (Hernández, 2020).

2.5.1. Identificación de una patología

La identificación de las plantas afectadas es uno de los primeros pasos para diagnosticar las enfermedades tales como: Manchas extrañas, podredumbre, deformaciones, pinchazos, secreciones pegajosas, etc. Hay varios síntomas que le advierten que existe un problema con el crecimiento de la planta, es reducir el daño económico y estético que causan. (Murace y Aprea, 2011).

Signo es la manifestación del agente patógeno. Sólo tienen signos visibles las anomalías de la salud ocasionadas por las bacterias, los hongos y los Omycota (Reino Chromista). Hay signos aceptables a fácil vista y otros en los que es requisito recurrir a lentes de incremento para observarlos (Murace y Aprea, 2011).

Síntomas son las ediciones que muestra una planta afectada por un patógeno. Es la manifestación de la patología (Murace y Aprea, 2011).

Síndrome o Cuadro Es el conjunto de síntomas y/o signos de una enfermedad que permiten la diagnosis de la misma.

2.4. Hongos

2.4.1. Generalidades

Los hongos son seres vivos muy particulares, diferentes de las plantas y los animales, por lo cual se les ubica en el reino Fungí. Sus propiedades morfológicas, fisiológicas y genéticas los hacen diferentes de otros organismos, y han fascinado a los investigadores ya hace centenares de años (Ferráez, *et al.*, 2004).

Conforman a uno de los grupos de microorganismos más vitales para el medio ámbito, son los causantes de una parte importante de la descomposición de la materia orgánica, liberando una sección en la tierra varios de los nutrientes inorgánicos, así como el Carbono (C), y el Nitrógeno (N), beneficiando de una forma a las plantas y a los animales que es dependiente de los nutrientes para vivir. En menor escala, hay algunas especies de Fungí son dañinos que causan inconveniente tanto a las plantas, animales y al ser humano (Rocabado, 2011).

2.4.1.2. Características

Los hongos son seres eucariotas que tienen la posibilidad de ser pluricelulares (hongos miceliares) o unicelulares (levaduras). Por sus propiedades diferenciales, conforman en la actualidad el llamado quinto reino de la naturaleza. Se desarrollan de forma sencilla en una extensa variedad de sustratos, siendo componentes esenciales para su avance las condiciones de humedad y temperatura (Calvo *et al.*, 2005).

2.4.2. Fitopatógenos

Los hongos causan inconveniente a lo largo del avance de las plantas en el campo y en la etapa de postcosecha, cuando el producto fue almacenado para su conservación y posterior consumo o venta. Los hongos que atacan a la parte aérea destruyen el follaje ocasionando manchas foliares, añublos y tizones. Son una de las primordiales causas de desempeños bajos y deterioro del producto cosechado (De Icochea, 1997).

2.5. Insectos

Los insectos constituyen unos del ingrediente primordial en los ecosistemas. Se considera a un insecto plaga forestal, cuando como resultado de sus perjuicios, se generan pérdidas que

afectan los valores ecológicos, baratos y sociales que se relacionan con árboles forestales y de sombra (Coulson y Witter., 1990 mencionado por Pinzón, 1997). Algunos forman parte en la polinización, son importantísima contribución que comúnmente no valoran (sin la polinización no hubiera la producción de los frutos). Hay otros conjuntos que son depredadores o parasitoides, contribuyen mayormente de control biológico de plagas, en la mayoría de los casos pasan a ser desapercibidos (Zumbado y Azofeifa, 2018).

2.5.1. Orden Coleóptero

Los coleópteros, surgen del latín griego koleos = caja o estuche + pteron = ala, “alas duras”. (Zumbado y Azofeifa, 2018). Son el más grande número de especies de insectos y que reúne cerca de 40% dentro de la clase Insecta (Trochez, 1987). A este Orden forman parte insectos de tamaños muy cambiantes, desde unos pocos milímetros a numerosos centímetros. Generalmente tienen un cuerpo duro con el primer par de alas quitinizadas y un segundo par de alas membranosas (Rojas y Gallardo, 2004).

Cumplen un papel muy imponente. Se muestran en asociaciones estrechas con plantas herbáceas, arbustos y árboles, alimentándose de distintos órganos de estos hospederos. Además, hay los saprófagos, como esos que se alimentan de la madera descompuesta, de animales muertos. Se considera benéficos a esos coleópteros que se alimentan de plantas indeseables o malezas; en tanto que considera plaga a esos que perjudican cultivos y bosques o cuando afectan de forma adversa los valores ecológicos, sociales o baratos (Beck y Ortiz, 2009).

2.5.2. Familia curculionidae

Dentro de la familia Curculionidae, existen alrededor de 6.000 especies y 181 géneros de escolitidos por todo el planeta, los insectos de la familia Curculionidae son populares fitófagos y algunos son plagas dañinas para la agricultura (Gómez, 2010). Entienden uno de los grupos de insectos más distintos, con precisamente 51,000 especies descritas.

El triunfo evolutivo del grupo se asigna primordialmente a los hábitos fitófagos de sus integrantes, ya que la mayor parte de las especies están asociadas con plantas espermatofitas (Girón y Cardona, 2018). Se caracterizan por la prolongación hacia a enfrente de la cabeza, en una trompa, por lo cual los denomina picudo (Pinzón, 1997). Son fitófagos (se nutren con alimentos vegetales), y algunos son plagas dañinas para la agricultura. Unos pocos son usados como controles biológicos de malezas invasoras.

2.6. Marco Referencial

Según Vera *et al* (2019), su estudio se llevó a cabo en el muestro de enfermedades vasculares e insectos Barrenadores asociado a teca (*Tectona grandis* L.f) y alternativas para su manejo. Relacionas a algunos hongos a problemas vasculares que fueron recolectas en plantaciones de teca donde observaron la sintomatología enfermedad de la patología en “muerte regresiva”. También mencionan algunos grupos de insectos barrenadores presentes en la teca conocido como Scolytinae los describen como insectos xilófagos.

2.6.1. Hongos asociados con la patología “Muerte Regresiva”

2.6.2. *Ceratocystis fimbriata*

Según CABI (2004), la clase *Ceratocystis fimbriata* se clasifica de la siguiente manera:

Reino: Hongos

Filo: Ascomycota

Subfilo: Pezizomycotina

Clase: Sordariomycetes

Subclase: Hypocreomycetidae

Orden: Microascales

Familia: Ceratocystidaceae

Género: *Ceratocystis*

Especie: *Ceratocystis fimbriata*

Ceratocystis fimbriata es un patógeno de marchitez con una extensa distribución geográfica y rango del huésped que influye plantas leñosas y herbáceas (Barnes *et al.*, 2001). Que están ubicadas en las ubicaciones templadas y tropicales (Barker, 2004). También tales como: café, ciruela, cacao, roble, taro, y almendra. También se reportan de este organismo afectando una extensa variedad de árboles forestales (Kawakita y Kojima, 1986). Las pérdidas gracias a la desaparición de plantas tienen la posibilidad de ser muy altas principalmente cuando el material sembrado es genéticamente homogéneo y susceptible (Procacaho, 2016).

Árboles muertos o con ramas muertas y con hojas secas adheridas. En una época temprana se aprecia la falta de turgencia de las hojas y más adelante el secado de las mismas sin producirse su caída. Cambio de color en la corteza, con hundimiento del tejido (cancro). Se

produce por la obstrucción de los haces vasculares por el micelio del hongo, el cual perjudica primordialmente los vasos del xilema. En los cortes transversales se aprecia una decoloración radial de la xilema es la característica de *Ceratocystis fimbriata*, la cual se puede prolongar a lo largo por numerosos metros en el fuste (Reina y Pérez, 2014).

2.6.3. *Fusarium*

Según Arias y Jerez (2008) el género *Fusarium*, se clasifica de la siguiente manera:

Súper reino: Eucariota

Reino: Mycetozoa

División: Eumycota

Sub División: Deuteromycotina

Clase: Hyphomycetes

Orden: Moniliales

Familia: Tuberculariaceae

Género: *Fusarium*

El género *Fusarium* muestra una distribución geográfica cosmopolita que se puede encontrar en todas partes de todo el mundo (Mendoza *et al.*, 20003). Son hongos filamentos, ampliamente se los encuentran en el suelo y plantas (Tapia y Armario, 2014). Tienen la posibilidad de ser patógenas para las plantas, ocasionando anomalías en numerosos cultivos agrícolas (Moretti, 2009). La aptitud causante de anomalías de esta clase de *Fusarium* se expresa por la hifa y su aptitud de traspasar en el tejido de su huésped (Booth, 1976).

Tienen la posibilidad de manifestarse en alguna etapa de avance, desde que se colocan en la maceta determinante, hasta la etapa de pigmentación; a lo largo de este tiempo se puede observar que el follaje de las plantas se marchita, las ramas se colapsan, las hojas caen y la planta muere (Vera, 2013).

Las hojas o partes de las plantas infectadas pierden turgencia, se debilitan, consiguen una tonalidad que va del verde claro al amarillo verdoso. Las hojas marchitas tienen la posibilidad de estar extendidas o bien enrollarse. Los retoños tiernos y adolescentes además se marchitan y mueren (Molina, 2006).

Se Produce marchitez vascular, infectando a las plantas por medio de sus raíces, en las que penetran de manera directa o por medio de lesiones, la pudrición de la raíz y del tallo en un

inicio se muestra con apariencia de superficies blandas que después consiguen un color que va de café a negro, en algunas ocasiones se cubre de micelio blanco (Agrios, 2008).

2.6.4. *Lasiodiplodia*

Según Mycobank (2018), el género *Lasiodiplodia*, se clasifica de la siguiente manera:

Clase: Dothideomycetes

Orden: Botryosphaeriales

Familia: Botryosphaeriaceae

Género: *Lasiodiplodia*

Están en todos los geográficos y zonas climáticas de todo el mundo, con la distinción de las zonas polares. Su recurrente organización con anomalías en las plantas (Phillips et al., 2013). Este Fitopatógeno perjudica a cítricos, y tienen la posibilidad de bajar la producción notoriamente. Esta clase *Lasiodiplodia* spp. Causa la desaparición regresiva y otros indicios a los cultivos de cítricos en distintos países en el planeta (Polanco et al., 2019).

Es un hongo saprófito, pero se considera un patógeno latente, encontrándose como endófitos en tejidos sanos de las plantas, convirtiéndose en patógeno cuando el hospedero está debilitado o intranquilo (Wang et al., 2011). Es el agente causal de numerosas anomalías de la salud de plantas que tienen la posibilidad de ser perennes o arbóreas. Son especialmente sensibles a la infección por este hongo. Aunque, en México *Lasiodiplodia* este asociado a la desaparición descendiente y podrición del fruto como las especies frutales tales como: uva, papaya, mango, etc. Además, se informado en los cítricos aun es poco el número de estudio relacionados con anomalías causada en otras especies (Picos et al., 2015).

Lasiodiplodia agrede por medio de lesiones producidas por utilidades de trabajo, insectos o causas naturales. Tales como: gomosis, tizón del papel, pudrición de raíz en plantas frutales y maderables, donde inician su ataque primordialmente en el sistema extremista de los cultivos (Picos et al., 2015). El hongo coloniza el sistema vascular y avanza por enfrente de los indicios visibles. El hongo sigue con vida sobre tejidos muertos en el árbol o suelo y principalmente en frutos momificados (Burgess et al., 2006).

La etiología de la enfermedad es crucial para estudios epidemiológicos y para una mejor comprensión de la distribución e importancia de este hongo, así como para establecer estrategias y tratamientos de control efectivo.

2.7. Insecto relacionado a la patología en teca

2.7.1. Scolytinae

Las escolitinos (Scolytinae) es una subfamilia de escarabajos polifásicos de la familia del gorgojo. Durante muchos años se consideró una familia independiente y se la conocía como la familia del escarabajo de la corteza (escarabajo de la corteza). Estudios taxonómicos recientes lo tratan como una subfamilia, que incluye alrededor de 220 géneros y alrededor de 6000 especies.

Se conocen frecuentemente como escarabajos descortezadores y escarabajos ambrosiales. Se hace referencia al grupo de manera específica a las especies que se alimentan del floema de plantas leñosas debajo de la corteza. Otros integrantes del grupo barrenan de manera directa en la albura y se alimentan de hongos eco simbióticos (Atkinson, 2017).

Se ajusta a una familia que muestra varios géneros de enorme consideración económica forestal. Con tamaños cambiantes entre 0,6 a 9 mm. Tienen una manera y clava antena distintiva. El cuerpo es la mayoría de las veces cilíndrico elongado, de color café a negro (Rojas y Gallardo, 2004).

Antenas cortas, la mayoría de las veces finalizando en una clava abrupta, grande y redondeada de 1 a 3 segmentos. El frente del pronoto puede conducir denticulaciones y el ocaso elitral puede conducir o no algunas prolongaciones cuticulares con apariencia de espina (Rojas y Gallardo, 2004).

Los Mayores excavan túneles o galerías dentro de los tejidos leñosos de sus plantas hospedantes. Ovipositan dentro de estas galerías, y una galería especial puede representar todo el esfuerzo reproductivo de una hembra. En muchas especies los machos hacen contribuciones importantes a la creación y defensa de la galería. Generalmente hay un lapso de precaución parental, al menos de parte de las hembras, que se prolonga luego del final de oviposición. Las larvas hacen túneles particulares o colectivos fuera de los túneles parentales, o agrandan el sistema original de galerías (Atkinson, 2017).

Dentro de los Scolytinae, uno de los grupos de más grande importancia en las áreas tropicales es uno de los genero *Xyleborus*, reconocidos por sus hábitos alimenticios como coleóptero de ambrosias (Pérez *et al.*, 2015). La mayoría son herbívoros, y algunas especies pueden constituir como plaga en los cultivos causando daños a especies agrícolas y forestales (Alonso, 2015).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Área de estudio.

El presente investigación se realizó en dos fases: fase uno: es la etapa de campo donde se instalaron las trampas centinelas en dos plantaciones comerciales de teca ubicadas en los cantones Balzar y Buena Fe. Fase dos se realizó en el laboratorio de fitopatología en el Departamento de Protección Vegetal de la Estación Experimental Tropical de Pichilingue del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP, para aislar los organismos que se presente en las galerías de las tampus centinelas.

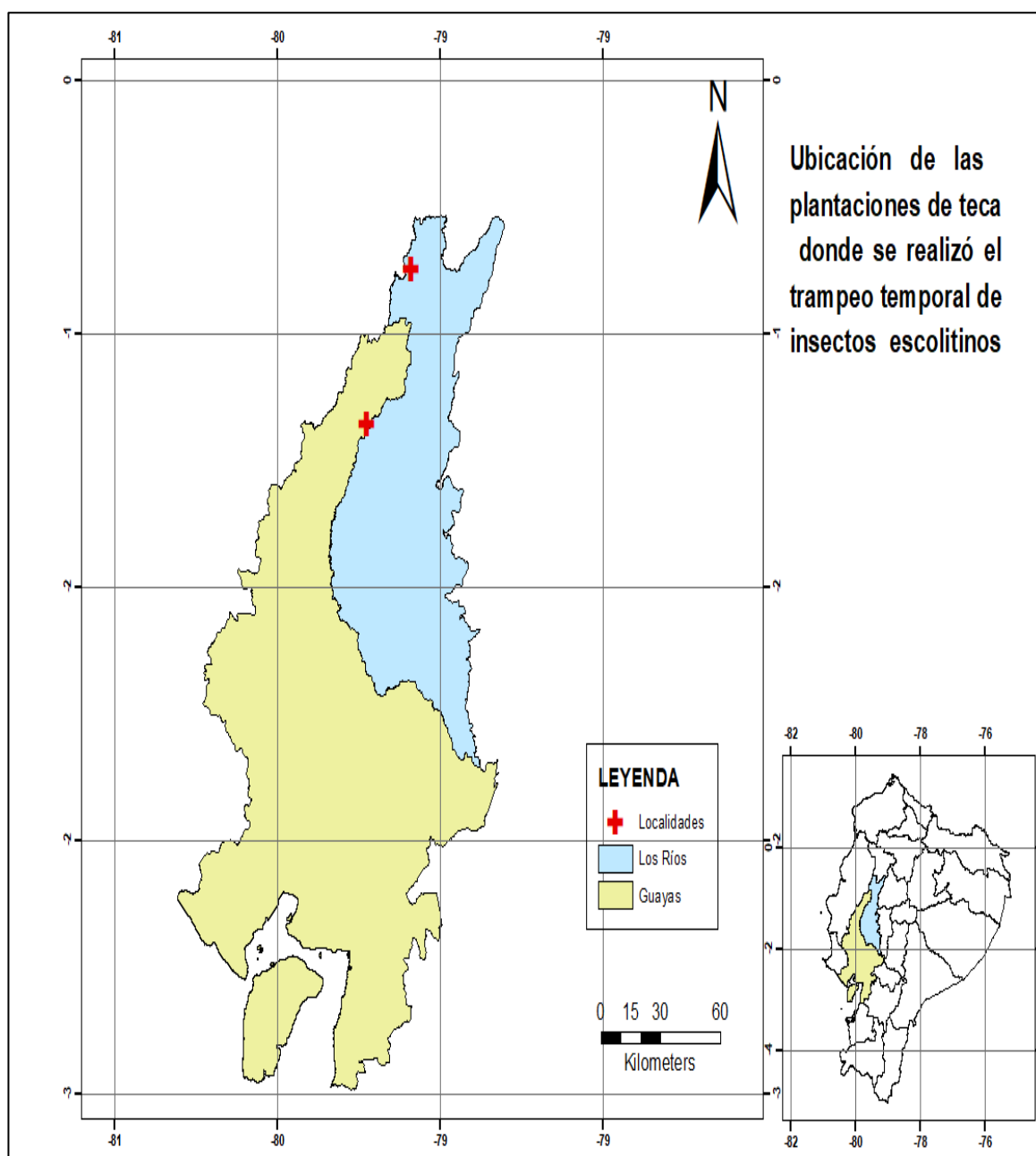


Figura 1. Ubicación Geográfica de las plantaciones comerciales de *Tectona grandis* L.f

3.2. Materiales

3.2.1. Materiales de campo

- Muestra de madera de teca 20 cm sin corteza.
- Alcohol
- Funda plástica
- Funda de papel
- Madera de teca
- Motosierra
- Alambre
- Marcadores
- Hielera
- Machete

3.2.2. Materiales e insumo de laboratorio

- Cuaderno de laboratorio
- Caja Petri
- Tubos de ensayo
- Vasos de precipitación
- Papa dextrose agar (PDA)
- Microscopio
- Alcohol al 96%
- Agua destilada
- Agua destilada estéril
- Cloranfenicol
- Hipoclorito de Sodio 2,5 %
- Aza bacteriologico
- Aza de siembra

3.2.3. Equipo de laboratorio

- Autoclave
- Estufa
- Destilador

- Incubadora
- Desecador
- Camara de aislamiento

3.2.4. Materiales de oficina

- Computadora
- Papel Bond A4
- Impresora
- Cámara fotográfica

3.2.4. Softwares

- Paquete Microsoft (Word, Excel)
- SPSS version 25

3.3. Tipo de investigación

En la presente investigación es de tipo descriptiva, para lo cual se realizó un ensayo de campo y laboratorio. Para determinar si los escolitinos tienen la capacidad vectora a la enfermedad conocida muerte regresiva en teca.

3.4. Métodos de investigación

El presente trabajo de investigación se realizó bajo dos métodos: deductivo y analítico. En el método deductivo partiendo de información general a lo particular mediante la recopilación de datos en las áreas de estudio. El método analítico se realizó bajo observaciones directas de variables establecidas.

3.5. Fuentes de recopilación de información

La información se obtuvo mediante fuentes primaria y secundaria: fuente primaria a través de libros, artículos científicos, documentos, revistas, tesis de grado; fuente secundaria mediante observaciones directas de variables.

3.6. Diseño de la Investigación

Este trabajo de investigación se llevó a cabo con un muestreo en dos fincas de donde se colocaron por sitio tres trampas centinelas. Las trampas centinelas corresponden a trozos de

madera de teca colectadas en las áreas donde se descarte la presencia galerías en ellas. La dimensión de cada muestra corresponde aproximadamente 20 cm de largo, por 8 cm de diámetro, las mismas que fueron colocados a 1,50 m de altura considerado desde la base del fuste.

3.6.1. Selección de los sitios de estudio

El presente proyecto de investigación se estableció en dos localidades con diferentes regímenes pluviométricos entre 1000 a 1500 mm y 2000 a 2500 como se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1. Característica edafoclimática en los cantones donde se evaluó las Plantaciones de teca

Característica	Buena Fe	Balzar
Zona de vida	Bosque Tropical Monzónico	Bosque tropical mega térmico Húmedo
Altitud	162 m.s.n.m.	41 m.s.n.m.
Precipitación	2381 mm	1772 mm
Temperatura anual	24, 4 °C	25 °C
Humedad relativa	90 %	84 %
Tipo de suelo	Franco, arcilloso	Alfisoles

Fuente: GAD Buena Fe, 2015; GAD Balzar, 2014.

3.6.2. Manejo del experimento

3.6.2.1. Instalación y recolección de trampas centinela

Se instalaron tres trampas centinela (muestra de madera de teca sana sin corteza sumergida en alcohol al 96%) en árboles de teca a una altura de 1,50 m considerando su base, por un período de 30 días, este proceso se repitió en seis ocasiones. Una vez transcurrido los 30 días se procedió a retirar y guardar en fundas de papel con su respectiva identificación (nombre de la localidad y fecha de recolección). Posteriormente, se colocaron en una hielera para ser

trasladadas y procesadas en el laboratorio de Fitopatología, del Departamento de Protección Vegetal, EETP.

3.6.2.2. Obtención de escolitinos en trampas centinela

En las trampas centinela se observaron la presencia de galerías, a partir de ahí se procedió a realizar cortes para rescatar los insectos de la subfamilia Scolytidae, los insectos recuperados se contaron y se colocaron en cajas Petri.

3.6.2.3. Aislamiento de hongos a partir de galerías

De las galerías obtenidas del proceso anterior se cortaron en trozos de aproximadamente 0,5 por 0,5 cm, a continuación, se realizó un lavado con hipoclorito de sodio al 2,5 % durante un minuto, posteriormente se enjuagaron con agua destilada estéril por tres veces durante lapsos de tiempo de un minuto. Este proceso se realizó con el fin de desinfectar la parte externa de las muestras. El exceso de humedad se eliminó por capilaridad colocándolos sobre papel toalla estéril. Una vez desinfectadas las muestra se sembraron en la caja Petri que contiene medio de agar papa dextrosa (PDA) (Rodríguez, 2018).

3.6.2.4. Aislamiento de hongos a partir del Exoesqueleto de los *Scolytinae*

Se realizó un lavado a los escolitinos con agua destilada estéril durante un minuto, posteriormente con la ayuda de una micropipeta se usaron 50 µl de ese lavado y se colocó en una caja Petri que contenga 10 ml de PDA.

3.6.2.5. Aislamiento de hongos a partir de Hemolinfa de los *Scolytinae*

Se realizó un lavado a los escolitinos con hipoclorito de sodio al 2,5 % durante un minuto, posteriormente, se enjuagaron con agua destilada estéril tres veces en períodos de tiempo de un minuto. Una vez desinfectados se procedió a macerar con el fin de extraer la parte interna del insecto. Finalmente, se colocaron en una caja Petri que contenga 10 ml de PDA.

3.6.2.6. Purificación de organismos.

A partir de los aislados realizados en los procesos anteriores, se realizó repiques continuos con el objetivo de obtener un organismo puro. Con la ayuda de una asa micológica se tomó una alícuota del micelio joven de las colonias y se sembró en cajas petri conteniendo medio de cultivo PDA.

3.6.2.7. Identificación taxonomica de organismos en estudio

Cuando la colonia tenga entre cinco a diez días después de la siembra, se realizó la identificación mediante las observaciones de estructuras reproductivas en el microscopio, usando las claves taxonómicas de Barnett y Hunter, (1972), que nos permitió a la identificación a los organismos aislados.

3.7. Registro de los datos y Forma de evaluación

Numero de Insecto por trampa/Localidad.- se realizó un conteo de los escoltinos recuperados en las trampas centinelas que fueron colocados en las plantaciones de estudio.

Numero de organismos aislado en galerías.- se llevó un registro de los organismos puros que fueron aislados de las galerías que realizaron los escoltinos.

Numero de organismos aislado en Exoesqueleto.- se llevó un registro de los organismos puros que fueron aislados del lavado del exoesqueleto del insecto.

Numero de organismos aislado en Hemolinfa.- se llevó un registro de los organismos puros que fueron aislados del macerado del insecto.

Tratamiento de datos

En esta investigación se utilizó el software ArcGIS, para el mapa, para los organismos aislados de galerías, exoesqueleto y hemolinfa se conservaron. para la tabulación para conseguir los resultados con los softwares estadísticos el Excel, y SPSS.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Recolección de los escolitinos presentes en las trampas centinelas

Durante los seis meses de evaluación los escolitinos, para en la etapa larval, en la localidad de Buena Fe solo se capturaron en el mes de diciembre, mientras que para la localidad de Balzar se obtuvieron en el mes de diciembre y enero, como se detalla en la figura 2 y 3.

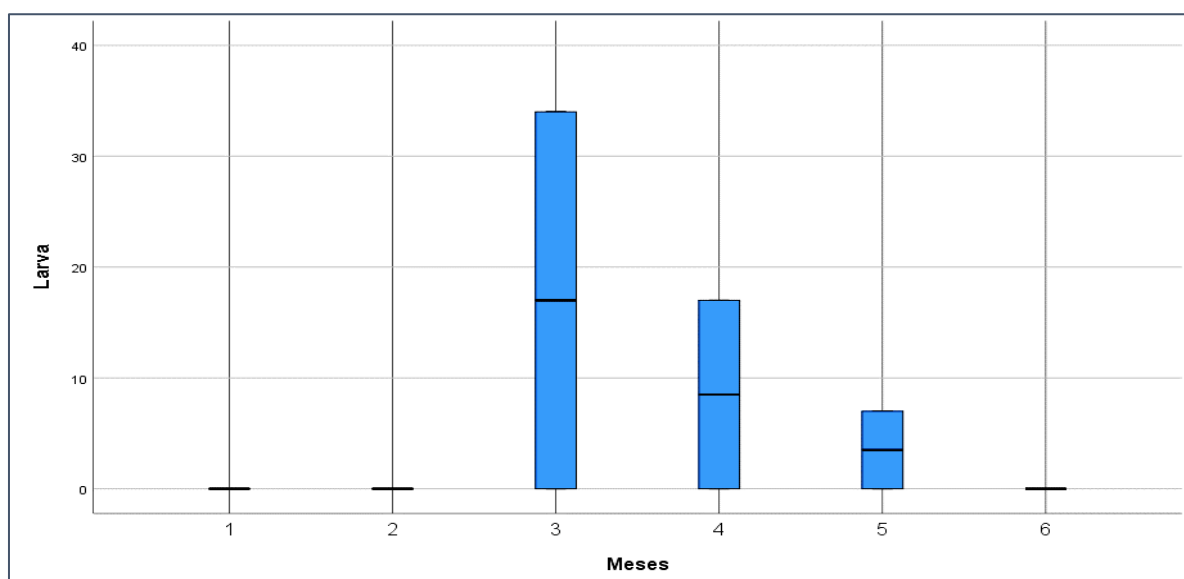


Figura 2. Fluctuación de meses septiembre del 2020 hasta febrero 2021, del insecto

Scolytinae en su etapa larval en las trampas centinelas

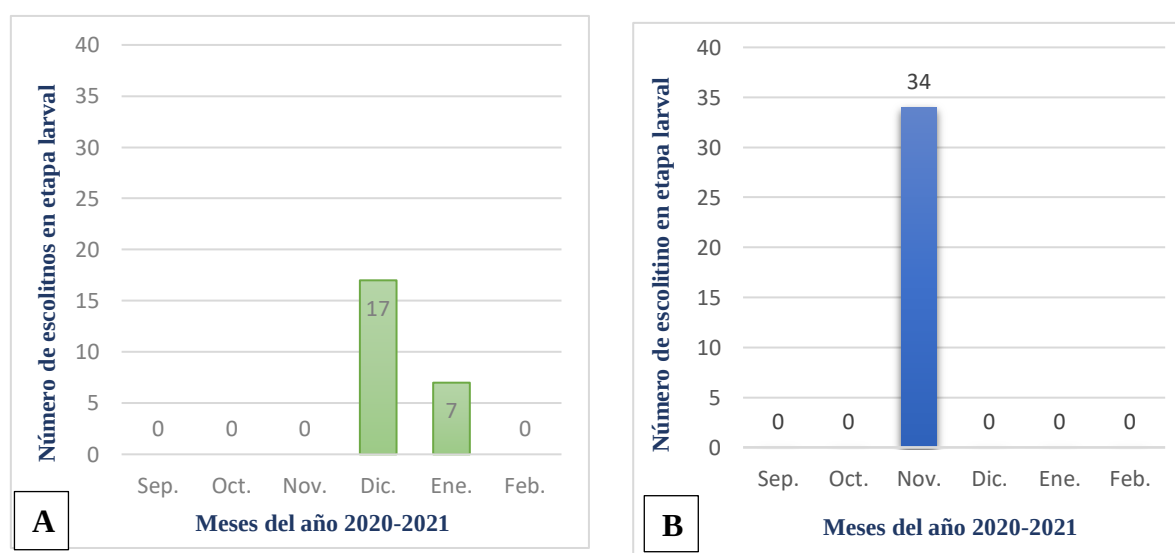


Figura 3. Fluctuación de meses septiembre del 2020 hasta febrero 2021, del insecto

Scolytinae en su etapa larval en las trampas centinelas. A =Localidad

cantón Balzar. B = Localidad en el cantón Buena fe

En las plantaciones de *T. grandis* que encuentran en los cantones Balzar y Buena fe. Donde se obtuvieron escolitinos en la etapa adulto en las trampas centinelas, mayor número en la fase adulto fue en el mes de febrero y el menor fue en mes de diciembre en la plantación de Buena fe, mientras que la plantación de Balzar el mayor número fue el mes de febrero y el menor fue en el mes de octubre. Figura 4 y 5.

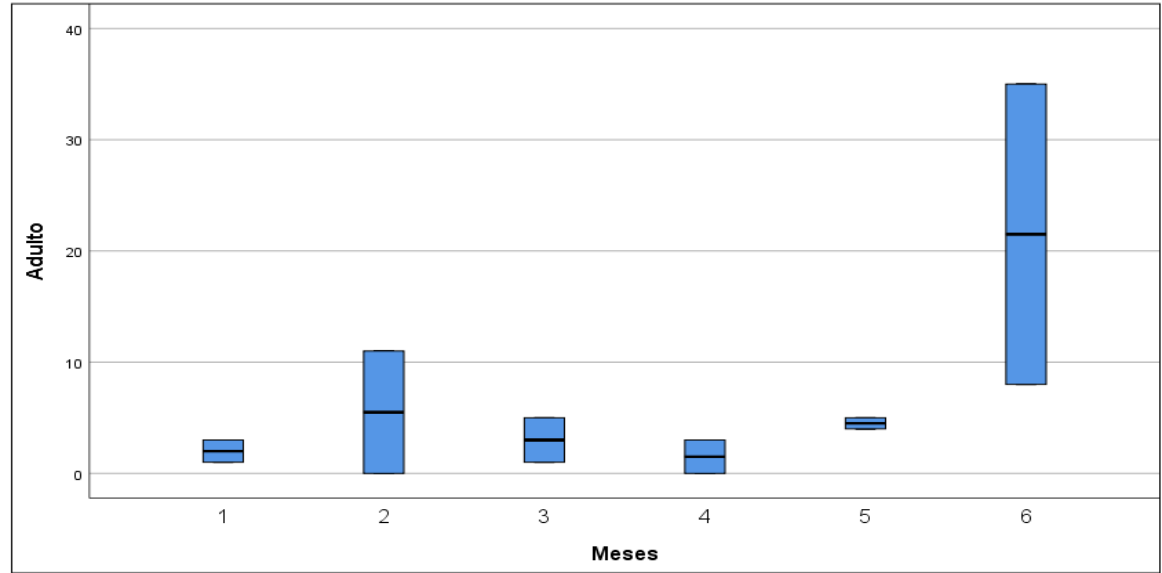


Figura 4. Fluctuación de meses septiembre del 2020 hasta febrero2021, del insecto Scolytinae en su etapa Adulta en las trampas centinelas.

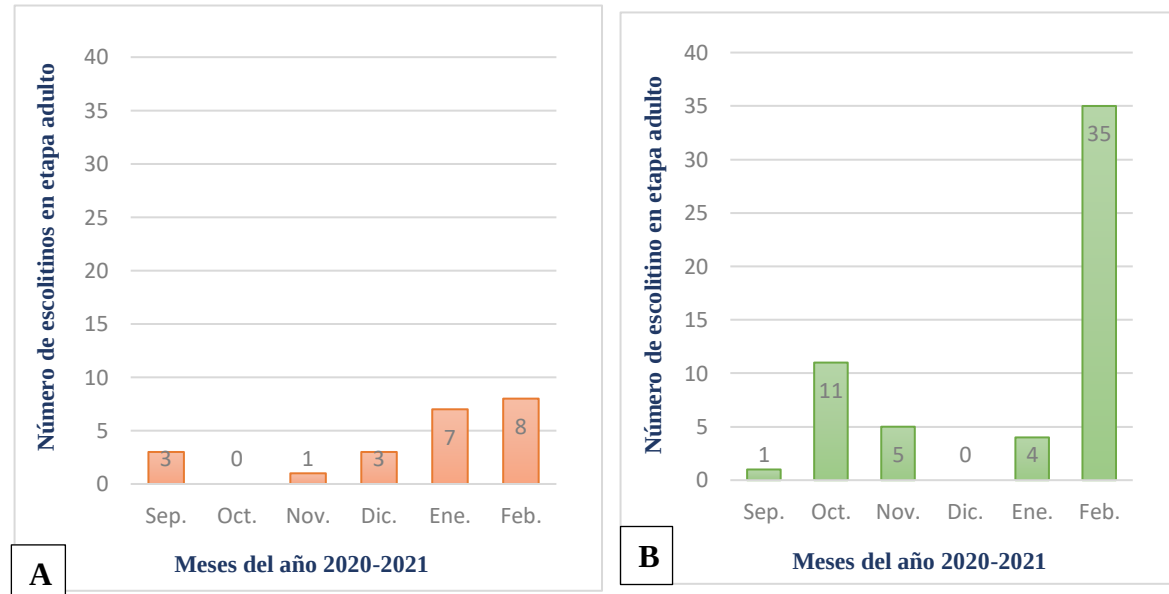


Figura 5. Fluctuación de meses septiembre del 2020 hasta febrero2021, del insecto Scolytinae en su etapa Adulta en las trampas centinelas. A =Localidad cantón Balzar. B = Localidad en el cantón Buena fe.

4.2. Identificación de los microorganismos asociados a Muerte regresiva a partir de trampas centinelas.

Los microorganismos aislados a partir de los aislados de galerías de las trampas centinela provenientes de la plantación localidad de Balzar fueron identificados principalmente de mayor presencia de los géneros: *Fusarium* y *Lasiodiplodia* Tabla 2.

Tabla 2. Organismos Aislado de las trampas centinelas, de muestras galerías del cantón Balzar

cantón	Repetición	Identificación de organismos
Balzar	1	<i>Lasiodiplodia</i> sp., <i>Fusarium</i> spp. Bacterias
	2	<i>Fusarium</i> spp., <i>Lasiodiplodia</i> sp., <i>Ceratocystis</i> sp., Bacterias
	3	<i>Lasiodiplodia</i> sp., <i>Fusarium</i> spp. Bacterias
	4	<i>Lasiodiplodia</i> sp., <i>Fusarium</i> spp. <i>Trichoderma</i> sp., Bacterias
	5	<i>Lasiodiplodia</i> sp., <i>Fusarium</i> spp., <i>Trichoderma</i> sp., Bacterias
	6	<i>Lasiodiplodia</i> sp., <i>Fusarium</i> spp.

Los microorganismos aislados a partir de los aislados de galerías de las trampas centinela provenientes de la plantación de localidad de Balzar fueron identificados principalmente dentro del género: *Fusarium* siete aislados en el mes de febrero seguido de *Lasiodiplodia*, salvo el mes de enero donde el mayor número de aislados correspondieron al género *Lasiodiplodia* cuatro aislados en el mes de enero, seguido de *Fusarium*. Además, en el mes de octubre se obtuvo un aislado del género *Ceratocystis* figura 6.

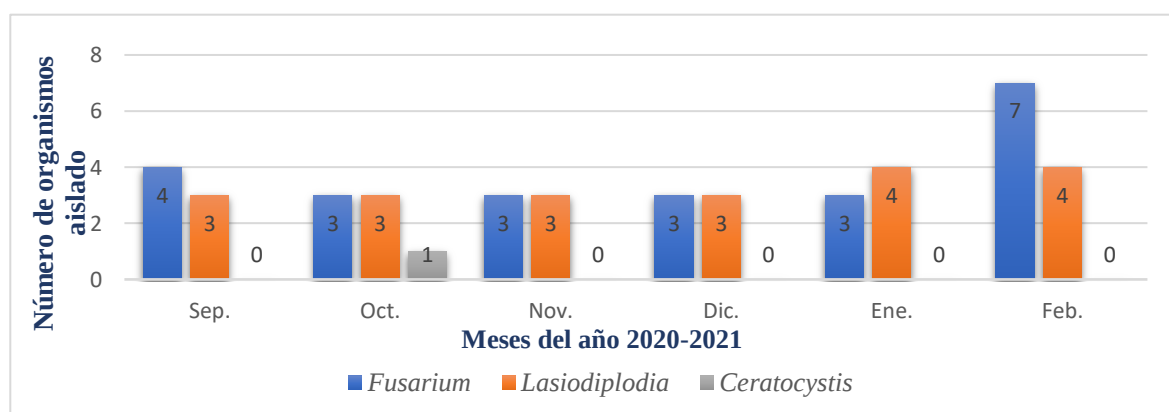


Figura 6. Organismos aislados en las trampas centinelas en la plantación de Balzar.

Los microorganismos aislados a partir de los aislados de galerías de las trampas centinela provenientes de la plantación localidad de Buena fe fueron identificados principalmente de mayor presencia de los géneros: *Fusarium* y *Lasiodiplodia* Tabla 3.

Tabla 3. Organismos Aislado de las trampas centinelas, de muestras de galerías del cantón Buena fe.

cantón	Repetición	Identificación de organismos
Buena fe	1	Contaminación con <i>Rhizopus</i>
	2	<i>Fusarium</i> spp., <i>Lasiodiplodia</i> sp., <i>Ceratocystis</i> sp., Bacterias
	3	<i>Lasiodiplodia</i> sp., <i>Fusarium</i> spp. Bacterias
	4	<i>Lasiodiplodia</i> sp., <i>Fusarium</i> spp., Bacterias
	5	<i>Lasiodiplodia</i> sp., <i>Fusarium</i> spp., Bacterias
	6	<i>Lasiodiplodia</i> sp., <i>Fusarium</i> spp. Bacterias

Se identificaron los organismos en las trampas centinelas que se recolectaron en la plantación de *T. grandis* teca ubicada en el cantón Buena fe. Donde se obtuvieron igual número del organismo del género *Fusarium* en los meses de octubre a febrero. También se obtuvo del género *Lasiodiplodia* con el mayor número fue en el diciembre y los de menor fue en el mes de noviembre. Y el género de *Ceratocystis* solo se obtuvo en el mes de octubre. En mes de septiembre no se aisló por contaminación de *Rhizopus* figura 7.

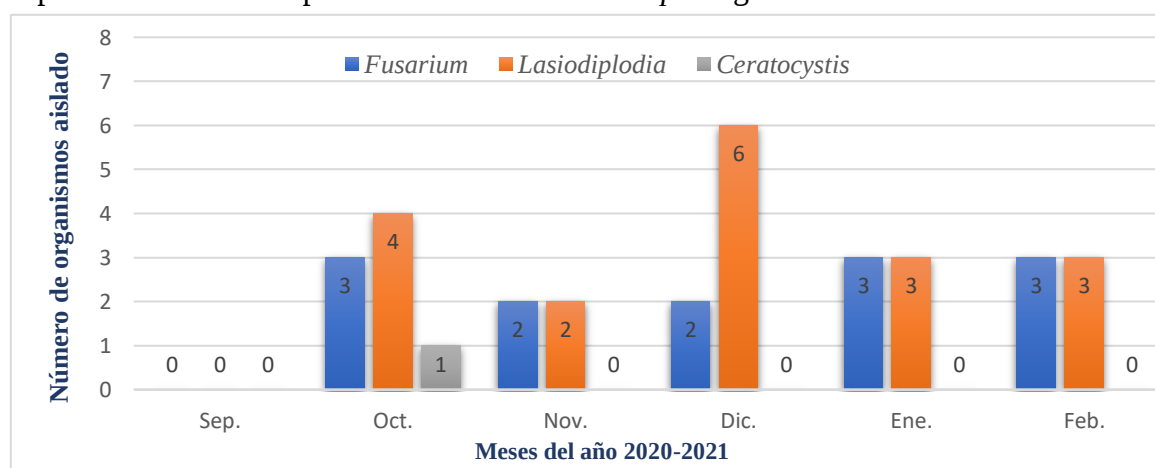


Figura 7. Organismos aislados en las trampas centinelas en la plantación de Buena fe.

4.3. Identificación de los organismos asociados en el Exoesqueleto de los escolitinos

Los microorganismos aislados a partir del Exoesqueleto del insecto que fueron capturado de las trampas centinela provenientes de la plantación localidad de Balzar fueron identificados principalmente de mayor presencia de los géneros: *Fusarium* y *Lasiodiplodia* Tabla 4.

Tabla 4. Organismos Aislado en el Exoesqueleto del insecto Scolytinae recuperado del cantón Balzar

cantón	Repetición	Identificación de organismos
Balzar	1	<i>Penicilium</i> sp. <i>Trichoderma</i> sp. Bacterias
	2	Ninguno porque no se obtuvieron escolitinos
	3	<i>Fusarium</i> spp., <i>Penicilium</i> sp., Bacterias
	4	<i>Fusarium</i> spp., <i>Penicilium</i> sp., Bacterias
	5	<i>Fusarium</i> spp., <i>Penicilium</i> sp., Bacterias
	6	<i>Fusarium</i> spp., <i>Penicilium</i> sp., Bacterias

Se identificaron los organismos en el Exoesqueleto de los escolitinos en la etapa Larval, que se recolectaron en la plantación de *T. grandis* teca ubicada en el cantón Balzar. Donde se obtuvieron mayor número del organismo del género *Fusarium* en el mes diciembre y de menor fue en el mes de enero. También se obtuvo del género *Lasiodiplodia* fue de igual en los meses de diciembre y enero figura 8.

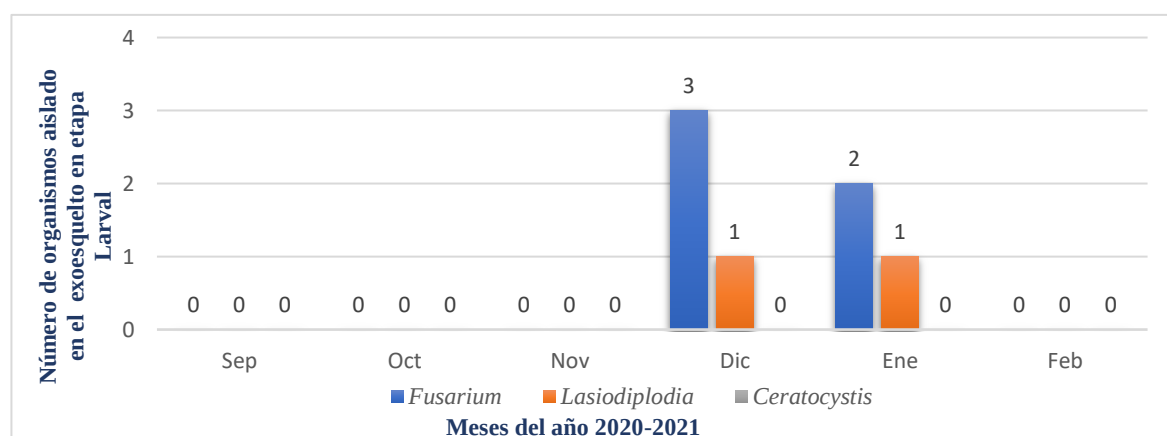


Figura 8. Organismos aislados en el Exoesqueleto del escolitinos en la etapa Larval en la plantación de Balzar

Se identificaron los organismos en el Exoesqueleto de los escolitinos en la etapa Adulta, que se recolectaron en la plantación de *T. grandis* teca ubicada en el cantón Balzar. Donde se obtuvo los organismos del género *Fusarium* de igual en los meses septiembre, noviembre, diciembre, enero y febrero. También se obtuvo del género *Lasioidiplodia* fue de igual en los meses de septiembre, diciembre, enero y febrero figura 9.

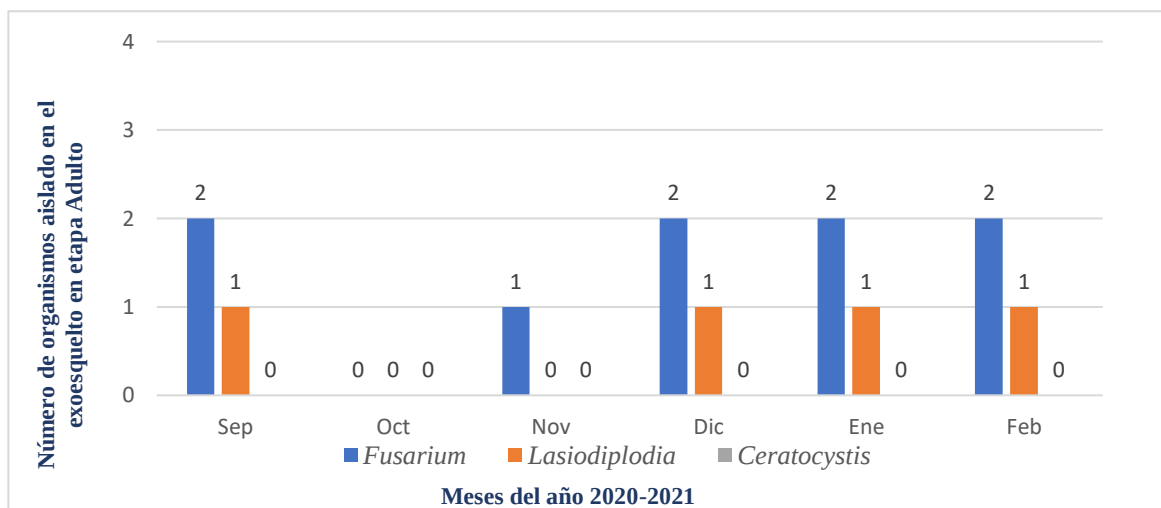


Figura 9. Organismos aislados en el Exoesqueleto del escolitinos en la etapa Adulto en la plantación de Balzar

Los microorganismos aislados a partir del Exoesqueleto del insecto que fueron capturado de las trampas centinela provenientes de la plantación localidad de Buena fe fueron identificados principalmente de mayor presencia del género: *Fusarium* Tabla 5.

Tabla 5. Organismos Aislado en el Exoesqueleto del insecto Scolytinae recuperado del cantón Buena fe.

cantón	Repetición	Identificación de organismos
Buena fe	1	<i>Penicilium</i> sp. <i>Trichoderma</i> sp. Bacterias
	2	<i>Fusarium</i> sp., <i>Lasioidiplodia</i> sp., <i>Penicilium</i> sp. <i>Trichoderma</i> sp. Bacterias,
	3	<i>Penicilium</i> sp. Bacterias
	4	No porque no se obtuvo insecto
	5	<i>Fusarium</i> spp., <i>Penicilium</i> sp., Bacterias
	6	<i>Fusarium</i> spp., <i>Penicilium</i> sp., <i>Lasioidiplodia</i> sp. Bacterias

Se identificaron los organismos en el Exoesqueleto de los escolitinos en la etapa larval, que se recolectaron en la plantación de *T. grandis* teca ubicada en el cantón Buena fe. Donde se obtuvo el organismo del género *Fusarium* en el mes Noviembre figura 10

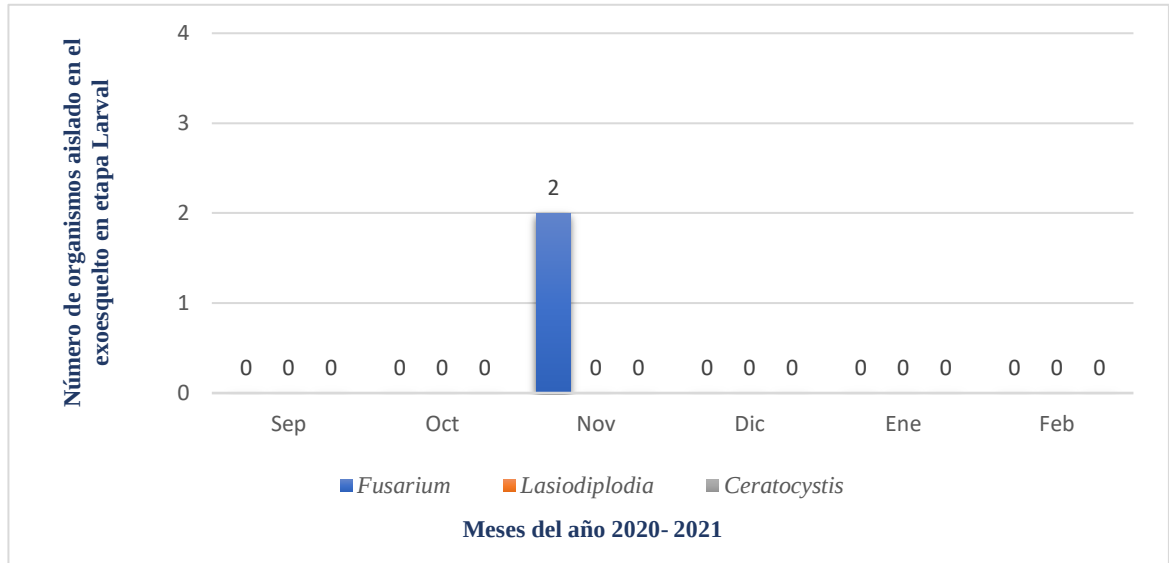


Figura 10. Organismos aislados en el Exoesqueleto del escolitinos en la etapa Larval en la plantación de Buena fe.

Se identificaron los organismos en el Exoesqueleto de los escolitinos en la etapa Adulta, que se recolectaron en la plantación de *T. grandis* teca ubicada en el cantón Buena fe. Donde se obtuvo los organismos del género *Fusarium* de igual en los meses enero y febrero. También se obtuvo el organismo del género *Lasiodiplodia* en el mes febrero figura 11.

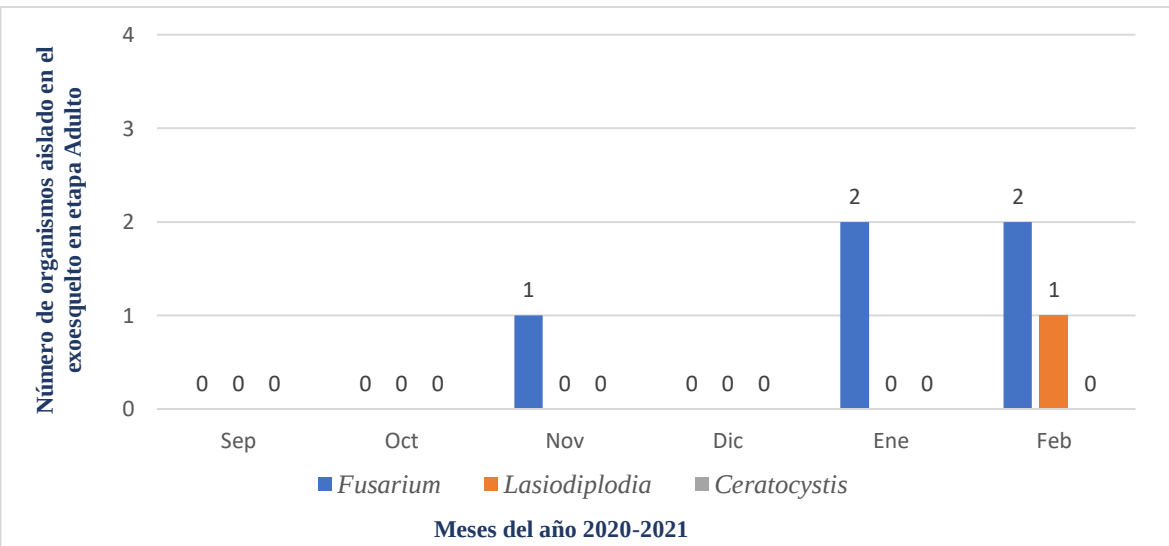


Figura 11. Organismos aislados en el Exoesqueleto del escolitinos en la etapa Adulto en la plantación de Buena fe.

4.4. Identificación de los organismos asociados en la Hemolinfa de los escolitinos

Los microorganismos aislados a partir del Hemolinfa del insecto que fueron capturado de las trampas centinela provenientes de la plantación localidad de Balzar fueron identificados principalmente de mayor presencia del género: *Fusarium* sp. Tabla 6.

Tabla 6. Organismos Aislado en el Hemolinfa del insecto Scolytinae recuperado del cantón Balzar.

cantón	Repetición	Identificación de organismos
Balzar	1	<i>Penicilium</i> sp. <i>Trichoderma</i> sp. Bacterias
	2	Ninguno porque no se obtuvieron escolitinos
	3	<i>Fusarium</i> spp., <i>Trichoderma</i> sp., <i>Penicilium</i> sp., Bacterias
	4	<i>Fusarium</i> spp., <i>Penicilium</i> sp., Bacterias
	5	<i>Fusarium</i> spp., <i>Penicilium</i> sp., Bacterias
	6	<i>Fusarium</i> sp., <i>Lasiodiplodia</i> sp., <i>Penicilium</i> sp., Bacterias

Se idenficaron los organismos en el Hemolinfa de los escolitinos que se recolectaron en la plantación de *T. grandis* teca ubicada en el cantón Balzar. Donde se obtuvo el organismo del género *Fusarium* en el mes diciembre figura 12.

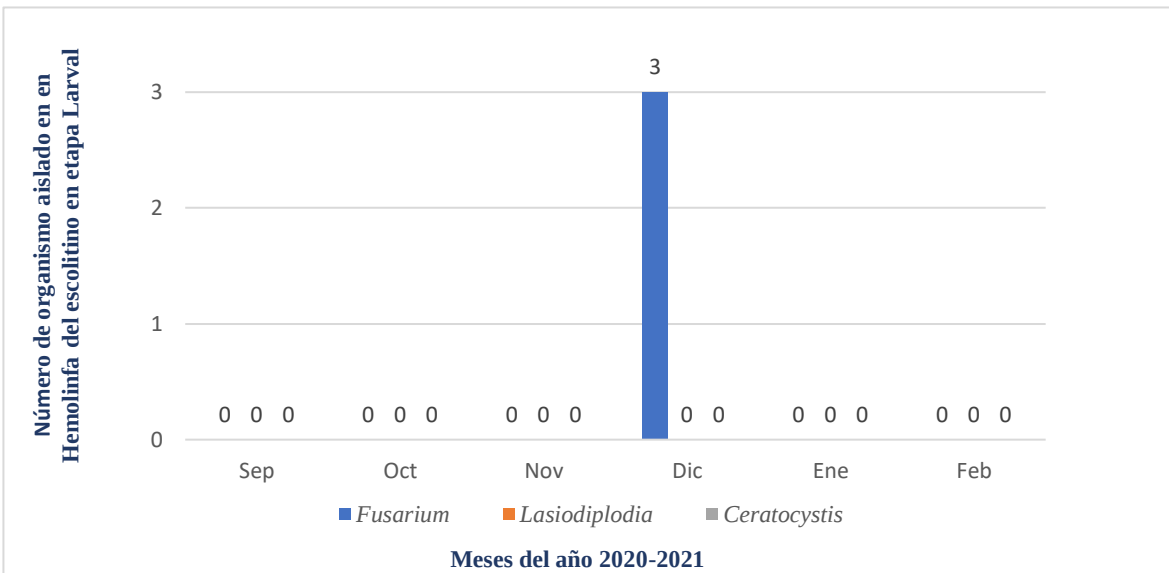


Figura 12. Organismos aislados en el Hemolinfa del escolitinos en la etapa Larval en la plantación de Balzar.

Se identificaron los organismos en el Hemolinfa de los escolitinos en la etapa Adulta, que se recolectaron en la plantación de *T. grandis* teca ubicada en el cantón Balzar. Donde se obtuvieron mayor número del organismo del género *Fusarium* en el mes de febrero y de menor fue en el mes de noviembre. También se obtuvo del género *Lasiodiplodia* fue en el mes de febrero figura 13.

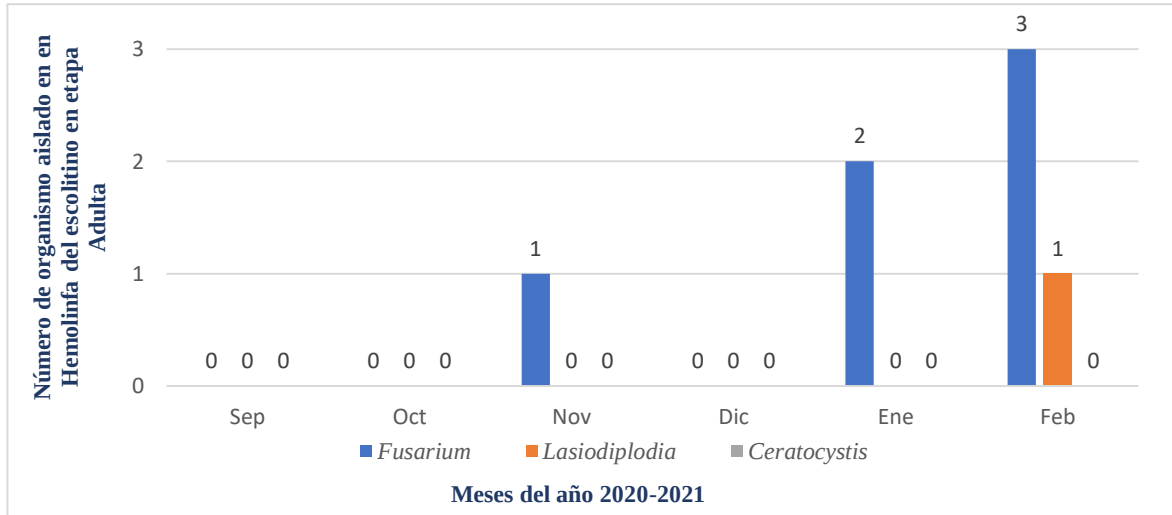


Figura 13. Organismos aislados en el Hemolinfa del escolitinos en la etapa Adulto en la plantación de Balzar.

Los microorganismos aislados a partir del Hemolinfa del insecto que fueron capturado de las trampas centinela provenientes de la plantación localidad de Buena fe fueron identificados principalmente de mayor presencia del género: *Fusarium spp.* Tabla 7.

Tabla 7. Organismos Aislado en el Hemolinfa del insecto Scolytinae recuperado del cantón Buena.

cantón	Repetición	Identificación de organismos
Buena fe	1	<i>Penicilium</i> sp. <i>Trichoderma</i> sp. Bacterias
	2	<i>Penicilium</i> sp., Bacterias
	3	<i>Penicilium</i> sp., Bacterias
	4	No porque no se obtuvo insecto
	5	<i>Fusarium</i> sp., <i>Penicilium</i> sp., Bacterias
	6	<i>Fusarium</i> spp, <i>Lasiodiplodia</i> sp., <i>Penicilium</i> sp., Bacterias

Se identificaron los organismos en el Hemolinfa de los escolitinos que se recolectaron en la plantación de *T. grandis* teca ubicada en el cantón Balzar. Donde se obtuvo el organismo de los géneros *Fusarium* y *Lasiodiplodia* en el mes noviembre figura 14.

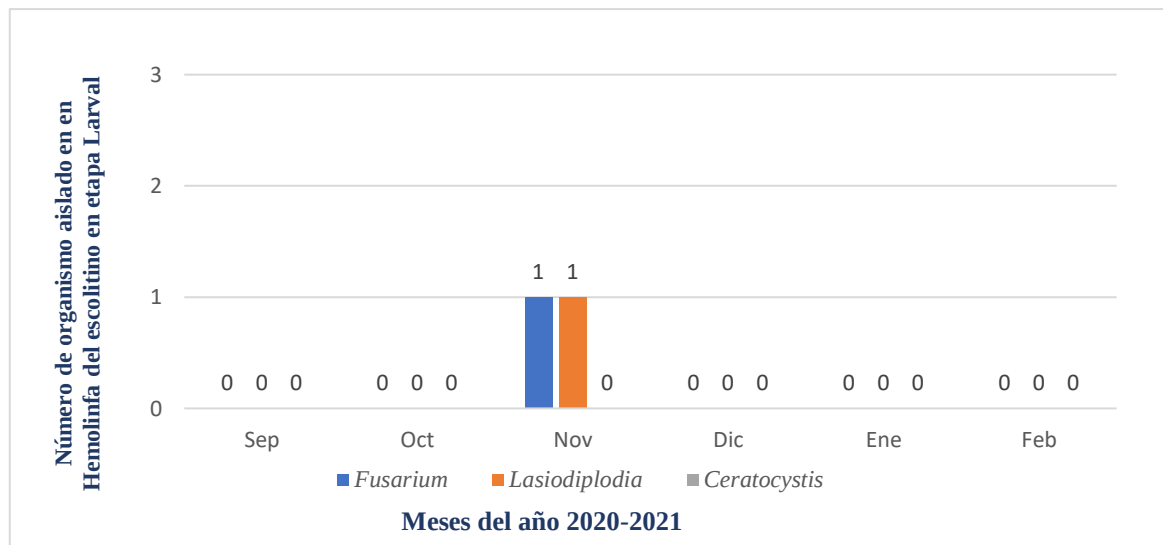


Figura 14. Organismos aislados en el Hemolinfa del escolitinos en la etapa Larval en la plantación de Buena fe.

Se identificaron los organismos en el Exoesqueleto de los escolitinos en la etapa Adulta, que se recolectaron en la plantación de *T. grandis* teca ubicada en el cantón Buena fe. Donde se obtuvieron mayor número del organismo del género *Fusarium* en el mes de enero y de menor fue en los meses de noviembre y febrero. También se obtuvo del género *Lasiodiplodia* fue en el mes de febrero figura 15.

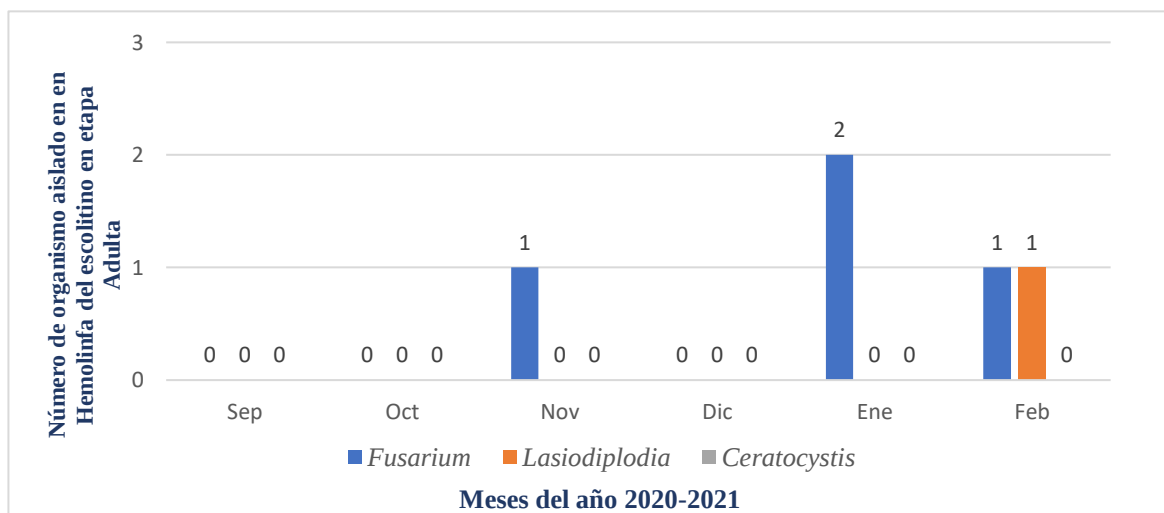


Figura 15. Organismos aislados en el Hemolinfa del escolitinos en la etapa Adulto en la plantación de Buena fe.

Discusión

Los escolitinos son considerados unos de los insectos más perjudiciales en los ecosistemas forestales y frutales, la mayoría causan daños a especies leñosas: afectan a árboles débiles, muertos y árboles vivos (Gómez, 2014). Estos se alimentan de la corteza de árboles caídos o en pie (Rojas y Gallardo, 2004). Existe un grupo de escolitinos llamados escarabajos de ambrosia los cuales realizan perforaciones al fuste (albura y duramen), donde realizan galerías y cámaras, que les permite Ovipositar sus huevos, en la etapa larvaria y adulta, se alimentan de algunos hongos llamados de ambrosia que son cultivados por el mismo insecto en la etapa adulta (Rojas y Gallardo, 2004). En el presente estudio se confirmó que los insectos son capaces de trasladar estructuras infectivas de árboles enfermos a las trampas centinelas (muestras sanas), donde se encontró al insecto en etapa larvaria y adulta en las galerías y cámaras realizadas por los escolitinos.

Los escarabajos de corteza mantienen una relación con los hongos asociados a los géneros *Raffaelea*, *Ambrosiella*, *Ophiostoma* y *Ceratocystis*. Según Gómez (2012), en sus estudios realizados en Uruguay en plantaciones de pino, determinó que los escolitinos son vectores de los genero *Ophiostoma*, *Raffaelea*, *Ceratocystis*, transportando esporas en el micangio.

Según Reyes (2007), en su investigación de la asociación de hongos – insectos Xilófagos en muestra de madera, logró identificar algunos géneros como: *Trichoderma spp* y *Penicilium spp*. Estos géneros fueron aislados desde las galerías realizadas en plantaciones de teca. En el país se han realizado estudios donde corroboran que los escolitinos son agentes vectores de hongos asociados a muerte regresiva en especies forestales: balsa (*Ochroma pyramidale*) y teca (*T. grandis*). Castro (2016), determinó que la subfamilia Scolytinae especie (*Coptoborus ochomactonus* Smith y Cognato) es un vector de los hongos asociados al problema fitosanitario muerte regresiva causada en *O. pyramidale* (Cav-Ex Lam) Urb (Balsa). Solano *et al.* (2020), en sus estudios realizados en plantaciones de *T. grandis* en la provincia de los Ríos, realizaron muestreos donde capturaron ejemplares de escolitinos en plantas con síntomas de muerte regresiva y marchitez vascular. Confrontando los resultados obtenidos a lo largo de esta investigación se confirma que los escolitinos son vectores de esporas de hongos Fitopatógenos relacionados con el problema fitosanitario muerte regresiva.

Esta investigación tiene como objetivo Determinar la capacidad de transmisión de los organismos asociados a la enfermedad “muerte regresiva “por insectos de la subfamilia *Scolytidae* en la región litoral del Ecuador. Estos escarabajos tienen la capacidad de vivir en

la madera mientras exista humedad, la reinfección puede continuar por seis o más meses en los trópicos, en la madera verde, recién cortada o aserrada, inician el ataque a partir de la corteza (Encinas, 2004). Los escolitinos provocan daños que alteran la calidad de la madera ocasionando pérdidas económicas (Lombardero, 1995).

Los escarabajos ambrosiales realizan galerías en el fuste de los árboles, Cada especie usualmente se alimenta de un hongo en particular. Cuando las hembras emergen y vuelan a otro árbol, ellas cargan el conidio del hongo natal transfiriéndolo al nuevo hospedero (Meléndez, 2011). En este estudio se colocaron trampas centinelas donde se observó que los escolitinos realizan galerías y son capaces de transportar estructuras infectivas de hongos asociados a la enfermedad conocida como muerte regresiva. De estas galerías se aislaron *Fusarium* spp, *Lasiodiplodia* sp, *Ceratocystis* sp, *Trichoderma* spp, mientras que, de la hemolinfa y exoesqueleto no se logró aislar *Ceratocystis* spp.

Belezaca *et al* (2018), confirmó la presencia de dos organismos asociados a la enfermedad de marchitez vascular y muerte regresiva en plantaciones de teca: *C. fimbriata* y *Fusarium* sp. Mientras (Córdor, 2017) mediante inoculaciones de *C. fimbriata* y *Fusarium* sp., en plántulas de teca en condiciones de invernadero, observo la presencia de los mismos síntomas observados en arboles adultos y jóvenes.

Según Vera *et al.*, (2019) de acuerdo a estudio realizado en plantaciones de teca (*T. grandis*) con síntomas de enfermedades vasculares se aisló: *Ceratocystis* sp., *Fusarium* sp., y *Lasiodiplodia* sp como organismos asociados a los problemas vasculares en plantaciones que presentaban sintomatología de “muerte regresiva”. Con el presente estudio se confirma que existe una relación simbiótica entre el insecto (escolitinos) y los organismos Fitopatógenos, al diseminar los organismos estos encuentran el ambiente propicio (el árbol) para desarrollarse.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Dentro de la metodología para aislar e identificar a los organismos presente en las trampas centinelas el género más dominante en las plantaciones ubicadas en los cantones Balzar y Buena fe fueron: *Fusarium* spp y *Lasiodiplodia* sp mientras en menor es el *Ceratocystis* sp.

Se determino que los escolitinos tienen la capacidad de transmitir a los organismos asociado en la enfermedad muerte regresiva en las plantaciones de *T. grandis*.

Se determinó en mayor número de escolitinos capturado en las plantaciones de teca en las trampas centinelas fue en la plantación ubicada en el cantón Buena fe en la etapa de larva y como adulto.

Los organismos aislados en el Exoesqueleto tanto como en la etapa larval y adulto de los escolitinos el género de más presencia en las plantaciones ubicadas en los cantones Balzar y Buena fe fue: *Fusarium* spp, mientras en menor es el *Lasiodiplodia* sp.

Los organismos aislados en Hemolinfa tanto como en la etapa larval y adulto de los escolitinos el género de más presencia en las plantaciones ubicadas en los cantones Balzar y Buena fe fue: *Fusarium* spp, mientras en menor es el *Lasiodiplodia* sp.

5.2. Recomendaciones

Completar la investigación de trapeo durante todo un año para poder comparar las capturas de los escolitinos en las plantaciones de *Tectona grandis*, ubicadas en los dos cantones de estudio.

Realizar trapeos en otras plantaciones que estén afectadas o con la sintomatología para comparar si los organismos que aíslan son los mismos que se encontró.

Realizar la identificación molecular para sí determinar las especies que se aisló en las galerías, Exoesqueleto y Hemolinfa.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía

- Agrios, G. N. 2008. Fitopatología. 2ª edición. Editorial Limusa. México. 856p.
- Alonso, M. 2015. Clase Insecta Orden Coleoptera. IDE@ - SEA, (55):1-18. ISSN 2386-7183.
- Arias, J. y Pérez, A. Elaboración de un atlas para la descripción macroscópica y microscópica de hongos fitopatógenos de interés en especies de flores de corte cultivales en la Sabana de Bogotá. Trabajo de grado (Microbiólogas Industriales). Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias, Carrera de Microbiología Industrial. Bogotá. 142p.
- Armijos, L. 2014. Modelo de negocios y fuente de financiamiento a través de un fideicomiso de inversión en el cultivo de teca (*Tectona grandis*). Qualitas, Vol. 7: 4-29.
- Asociación Ecuatoriana de Productores y Comercializadores de Teca y Maderas (ASOTECA), 2013. Características de la Teca. Disponible en: <https://www.asoteca.org.ec/caracteristicas-de-la-teca/>. consultado: 26/09/2020.
- Atkinson, T. H. (2017). Familia Curculionidae: Subfamilia Scolytinae. Cibrián T., D.(ed.). Fundamento de Entomología Forestal. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Edo. de Méx., México, 306-313p.
- Baker, C. 2004. "Host specialization, intersterility, and taxonomy of populations of *Ceratocystis fimbriata* from sweet potato, sycamore, and cacao ". Retrospective Theses and Dissertations.209p.
- Barnes, I., Gaur, A., Burgess, T., Roux, J., Wingfield, E.D., Wingfield, M.J. 2001. Blackwell Science Ltd Microsatellite markers reflect intra-specific relationships between isolates of the vascular wilt pathogen *Ceratocystis Fimbriata*. Molecular plant pathology, 2(6), 319–325.
- Barnett, HL y Hunter, BB (1972) Ilustraron Genera of Imperfect Fungi. 3ª edición, Burgess Publishing Co., Minneapolis, 241 p.
- Beck y Ortiz, 2009. Ciclo biológico de *Oryctes* sp (Coleoptera: Scarabaeidae). Biotempo, (9), 9 I 3.
- Belezaca, C. B., Solano-Apuntes, E., Lopez-Tobar, R., Baque-Mite, R., Ávila-Loor, A., Córdor-Jiménez, M., & Dueñas-Alvarado, D. (2018). Hongos fitopatógenos asociados a la enfermedad de marchitez vascular y muerte regresiva en plantaciones de *Tectona grandis* L.f (teca) en el Trópico Húmedo Ecuatoriano. Boletín Micológico, 33(2), 17-29.
- Bonacic, I. 2010. Enfermedades - Interacciones y Manejo con énfasis en el cultivo de algodón. Diaspositivas 1. <https://n9.cl/mz6ta>. Consultado 09 de diciembre de 2020.

- Booth, C. 1975. The present status of *Fusarium* Taxonomy. Institute, Ferry Lane, Kew, Surrey, England.83-93.
- Burgess. T. I., Barber, P. A., Mohali, S., Pegg, G., De Beer, W., Wingfield, M. J. 2006. Three new *Lasiodiplodia* spp., from the tropics, recognized based on DNA sequence comparisons and morphology. *Mycologia* 98:423-435p.
- CABI, 2004. *Ceratocysti fimbriata* (tizon de *Ceratocysti*). Compendio de especies invasoras. Disponible en: <https://n9.cl/hrng5>. Consultado el 10 de diciembre. de 20
- Calvo, M. A., Adelantado, C., Corcuera, E. 2005. Criterios Principales características de los hongos causantes de alteraciones en materiales celulósicos , N° 53, p. 18-230.
- Castro, J. (2016). Aspectos biológicos y ecológicos de *Coptoborus ochromactonus* Smith y Cognato (Coleoptera: Scolytinae), y la relación de sus hongos asociados en la muerte regresiva de *Ochroma pyramidale* (Cav. Ex. Lam.) Urb. Valdivia-Chile: sn.
- Cedeño, S. 2007. Cultivo de teca. Trabajo de investigación como requisito previo a la obtención del título de Diplomado Superior en Alta Gerencia. Quito, IAEN. 55p.
- Condor Jiménez, M. F. (2017). Determinación del agente causal de la enfermedad de marchitez vascular y muerte regresiva de *Tectona grandis* L.f en el trópico húmedo ecuatoriano (Bachelor's thesis, Quevedo: UTEQ).
- Crane, J.H., Peña, J. 2000. El Escarabajo Ambrosia (*Xyleborus glabratus*) del Laurel Rojo y el Hongo de la Marchitez del Laurel (*Raffaelea lauricola*): Un Problema Potencialmente Importante para los Aguacates en Florida. University of Florida.
- Dalmau Ribadeneira, KP, Gallardo Bastidas, SJ y Rivadeneira, I. (2009). Proyecto del cultivo de la teca, como alternativa de forestación e inversión a largo plazo.
- De Icochea, T. A. 1997. Enfermedades fungosas y bacterianas de raíces y tubérculos andinos. Perú: Centro Internacional de la Papa. 172 p. ISBN 92-9060-195-7.
- Encinas, O. 2004. conservacion de maderas. Grupo de Investigación en Conservación de Maderas (GICOM), Universidad de Los Andes.Trujillo, Venezuela. Disponible en: <https://cupdf.com/document/2-encinas-conservacion-de-maderas.html>. Consultado el 20/03/2021.
- Ferráez, L. C., Canché, B. C., James, A. 2004. La vida sexual de los hongos (y su clave molecular). *Ciencia*.64-69p.
- Fonseca, W. 2004. Manual para productores de teca (*Tectona grandis* L. f) en Costa Rica. Heredia, Costa Rica.

- Fonseca, W., Chaves, E. 1991. Teca, *Tectona grandis* L especie de árbol de uso múltiple en América Central. Turrialba, C.R. CATIE. (Serie Técnica. Informe técnico). 60p
- Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA), 2008. Trabajando con MIP ¡Plantas sanas son plantas productivas! Departamento de protección vegetal. Técnica N° 5.
- GAD Municipal del cantón Balzar. Plan de ordenamiento territorial del cantón Balzar: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Balzar; 2014- 2020.
- GAD Municipal del cantón Buena Fé. Plan de ordenamiento territorial del cantón Jacinto de Buena Fé: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Buena Fé; 2015- 2017.
- Girón, J. C., Cardona, J. 2018. *Estado del conocimiento de los Curculionidae (Coleoptera: Curculionoidea)* en Colombia .Bogotá-Colombia. Escarabajos del Neotrópico (yonsecta: Coleoptera).
- Gómez, D. (2012). Escarabajos de corteza en Uruguay: situación actual y perspectivas. Revista INIA, 30, 48-51.
- Gómez, D. (Ed.). (2016). Editor: Demian Gómez. Management, 109, 127-135.
- Gómez, D. 2006. Situación actual de la investigación en escolítidos en plantaciones forestales de Uruguay. INIA. Serie Técnica N° 226. ISSN: 1688-9266.
- Gómez, D. 2015. Nuevo sistema de monitoreo de escolítidos en plantaciones comerciales de pino. INIA.
- Gómez, O.J. 2010. Insectos de la familia Curculionidae asociados al bosque de pino del municipio de San Fernando, Nueva Segovia. Ingeniería thesis, Universidad Nacional Agraria, UNA.
- Hernández, F. 2020. La Pirámide de las Enfermedades de las Plantas en los Invernaderos y a Campo Abierto en las Zonas Tropicales. Disponible en: https://www.agro-tecnologiatropical.com/piramide_de_la_enfermedad.html?fbclid=IwAR2UKnIQfNGuLhvoqCnCzumJmu-hDemmDRud6ZMsuepcTPOtq1s7ab_bwLw. Consultado el 09 de diciembre de 2020.
- Kawakita, K., Kojima, M. 1986. Possible Involvement of Surface Substances on Germinated Spores of *Ceratocystis fimbriata*, Black rot Fungus, in Determination of Host-Parasite Specificity. Agric. Biol. Chem., 50 (2), 431 -436.
- Krishnapillay, B. 2000. Silvicultura y ordenación de plantaciones de teca. Unasylva, 51(201), 14-21.
- Lombardero, M. J. (1995). Plantas huésped y escolítidos (Col: Scolytidae) en Galicia (Noroeste de la Península Ibérica). Bol. San. Veg. Plagas, 21, 357-370.

- Macias, E. 2011. "Manejo de cultivo de Banano, Cacao y Teca". Tesis de pregrado. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador 54p.
- Mendoza, E.M., López, B.A.O., Oyervides, G.A., Martínez, Z.G., De León, C., Moreno, M.E. 2003. Herencia genética y citoplásmica de la resistencia a la pudrición de la mazorca de maíz (*Zea mays* L.) causada por *Fusarium moniliforme* Sheld. *Revista Mexicana de Fitopatología* 21: 267–271.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGP). 2014. Programa de Incentivos para la Reforestación con Fines Comerciales. Disponible en: <http://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2014/06/SPF-FOLLETO-PIF-2014-050614.pdf>. Consultado: 09/10/2020.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGP). 2016. Reservorio genético de teca en Ecuador proyecto la Mayronga. Ecuador, Quevedo. 84p. ISBN. 978-9978-371-16-9.
- Meléndez López, E. I. (2011). Diversidad de insectos de importancia forestal en sitios con diferentes etapas serales en el Parque Ecológico Chipinque (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León).
- Molina, S.E. 2006. Manejo de plagas del follaje y patógenos de suelo del cultivo de Pascua (*Euphorbia pulcherrima* Willd ex. Klotzsch) para exportación de esquejes, en la empresa Paul Ecke de Guatemala S.A., San Juan Alotenango Sacatepéquez. Universidad de San Carlos de Guatemala. 102 p.
- Mollison, R. (2007). A quien a la teca se arrima, un buen negocio le cobija. Líderes. Recuperado en: http://www.teakecuadorian.com/articulos/Lideres05_11_2007.pdf
- Moretti, A. N. 2009. Taxonomy of *Fusarium* genus, a continuous fight between lumpers and splitters. *Institute of Sciences of Food*. 7-13. DOI:10.2298/ZMSPN0917007M.
- Murace, M., Apera, A. 2011. Enfermedades forestales. Generalidades. Protección Forestal. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP. Disponible en: <https://n9.cl/faq3r>. Consultado el 20/03/2021.
- MYCOBANK, DATABASE. 2018. Ubicación taxonómica de *Trichoderma harzianum*, *Moniliophthora roreri*, *Phytophthora palmivora*, *Verticillium* sp, 113 *Aspergillus* sp, *Nodulosporium* sp, Disponible en: <http://www.mycobank.org/quicksearch.aspx>. Fecha de consulta: 09 de octubre del 2020.
- Pandey, D., Brown, C. 2000. Una visión general de los recursos mundiales de teca y de los elementos que influyen en sus perspectivas de futuro. *Unasylva* 201, Vol. 51.

- Perez, S. M., Equihua, A., Estrada, E.G., Muñoz, A.L., Valdez, J.M., Sanchez, J., Atkinson, T.H. 2015. Sinopsis de especies mexicanas del genero *Xyleborus eichhoff*, 1864 (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). *Acta Zoológica mexicana*. 31(2):239-250.
- Persson Y, K Ihrmark, J Stenlid. (2011). Do bark beetles facilitate the establishment of rot fungi in Norway spruce?. *Fungal Ecology*. 4: 262-269.
- Phillips, A. J. L.; Alves, A.; Abdollahzadeh, J.; Slippers, B.; Wingfield, M. J.; Groenewald, J. Z.; Crous, P. W. 2013. The Botryosphaeriaceae: genera and species known from culture. *Stud. Mycol.* 2013, 76, 51–16.
- Picos, P. A., García, E. R. S., Leòn, F. J., SañudoA, B. A., Allende, M. R. 2015. *Lasiodiplodia theobromae* en cultivos agrícolas de México: taxonomía, hospedantes, diversidad y control. *Revista Mexicana de Fitopatología* 33: 54-74.
- Pinzón, O. 1997. Guía de insectos dañinos en plantaciones forestales. CONIF. Santa Fe de Bogota, D.C., Colombia. 99 p.
- Polanco, L. G., Alvarado, O.G., Pérez, O., González, R. Olivares, E. 2019. Hongos asociados con la muerte regresiva de los cítricos en Nuevo León y Tamaulipas, México *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* vol.10. (4).1-8p.
- Proaño, E. 2007. “Identificación de la calidad de sitio, utilizando el incremento medio anual en un cultivo de rebrote de teca en la hacienda Tecal Robusta.” Tesis de Ingeniero Agropecuario. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador 105p.
- Proyecto de Mejoramiento de Ingresos y Empleo para Productores y Productoras de Cacao en Honduras (PROCACAO). 2016. “Mal de machete”, una enfermedad del cacao que no se debe descuidar. La Lima, Cortés, Honduras, C.A. N° 11.
- Reina, R., Pérez, C. A. 2014. Reconocimiento a campo de plagas y enfermedades forestales marchitamiento por *Ceratocystis*. Departamento de Protección Vegetal, EEMAC. Facultad de Agronomía. Universidad de la República. INIA.
- Reyes Capurro, M. S. (2007). Asociación hongos-insectos xilófagos presentes en muestras de maderas ingresadas en el Laboratorio Regional del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)-Osorno. *Trabajo de titulación*. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile.
- Rocabado, D.M. 2011. Bolivia Ecología. Los Hongos. Centro de Ecología Difusión Simón I. Patiño. (62). 25p.
- Rojas, E., Gallardo, R. 2004. Manual de insectos asociados a maderas en la zona sur de Chile. Servicio Agrícola y Ganadero, Chile. ISBN No956-7987-06-8. p 34.

- Romero, B. 2010. Anatomía y propiedades físicas de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke. y *Tectona grandis* Linn F. – SATIPO. Tesis de Ingeniero Forestal y Ambiental. Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo, Perú 82p.
- Solano Apuntes, E. H., Belezaca Pinargote, C. E., López Tobar, R. M., & Montiel Plaza, J. S. (2019). Diversidad de escolítidos en plantaciones de *tectona grandis* L. F.(teca) en la provincia del Guayas, Ecuador. *Revista Universidad y Sociedad*, 11(5), 507-512.
- Tapia, C., & Amaro, J. (2014). Género *Fusarium*. *Revista chilena de infectología*, 31(1), 85-86.
- Trochez, A. 1987 Manual de reconocimiento de insectos asociado en productos almacenados. Bogotá, Colombia. 137 p. (IICA: serie publicación miscelánea de Colombia N° .031).
- Vera, D.; Cañarte, E.; Navarrete, B.; Solís, K.; Muñoz, X.; Cevallos V.; y, Borja, E. 2019. Muestreo de enfermedades vasculares e insectos barrenadores asociados a teca (*Tectona grandis* L.f.) y alternativas para su manejo. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Ecuador. 1ra. Ed. Octubre, 2019. ISBN: 978-9942-22-469-9. 132p.
- Vera, E. 2013. Identificación morfológica y molecular de especies de *Fusarium* en plantas de nochebuena. Tesis Ingeniero Bioquímico. Instituto Superior Tehuacán. Puebla, México 49p.
- Vinueza, M. 2012. Teca. Ficha Técnica N° 1: Ecuador Forestal. Disponible en: <https://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-de-especies-forestales/ficha-tecnica-no-1-teca/>. Consultado: 26/09/2020.
- Wang, F., Zhao, L., Li, G., Huang, J., Hsiang, T. 2011. Identification and characterization of *Botryosphaeria* spp. causing gummosis of peach trees in Hubei Province, Central China. *Plant Disease* 95:1378-1384. <https://doi.org/10.1094/PDIS-12-10-0893>
- Zumbado, M. A. y Azofeifa, D. 2018. Insectos de Importancia Agrícola. Guía Básica de Entomología. Primera edición. Heredia, Costa Rica. Programa Nacional de Agricultura Orgánica (PNAO). 204 pp.

CAPITULO VII

ANEXOS

Anexo 1. Plantaciones de *T. grandis* para la realización de trampeo temporal



Cantón Balzar



Cantón Buena fe



Trampas centinelas de 20 de lago por 8cm



Trampas centinelas de 20 de lago por 8cm sin corteza

Anexo 2. Colocación de las trampas centinelas



Colocación a 1.50 m de altura



Después de 30 días



Retiración de las trampas centinelas



Traslado las trampas centinelas

Anexo 3. Proceso de aislamientos de los organismos asociados en las trampas centinelas



Identificación de galerías producidas por los escolitinos



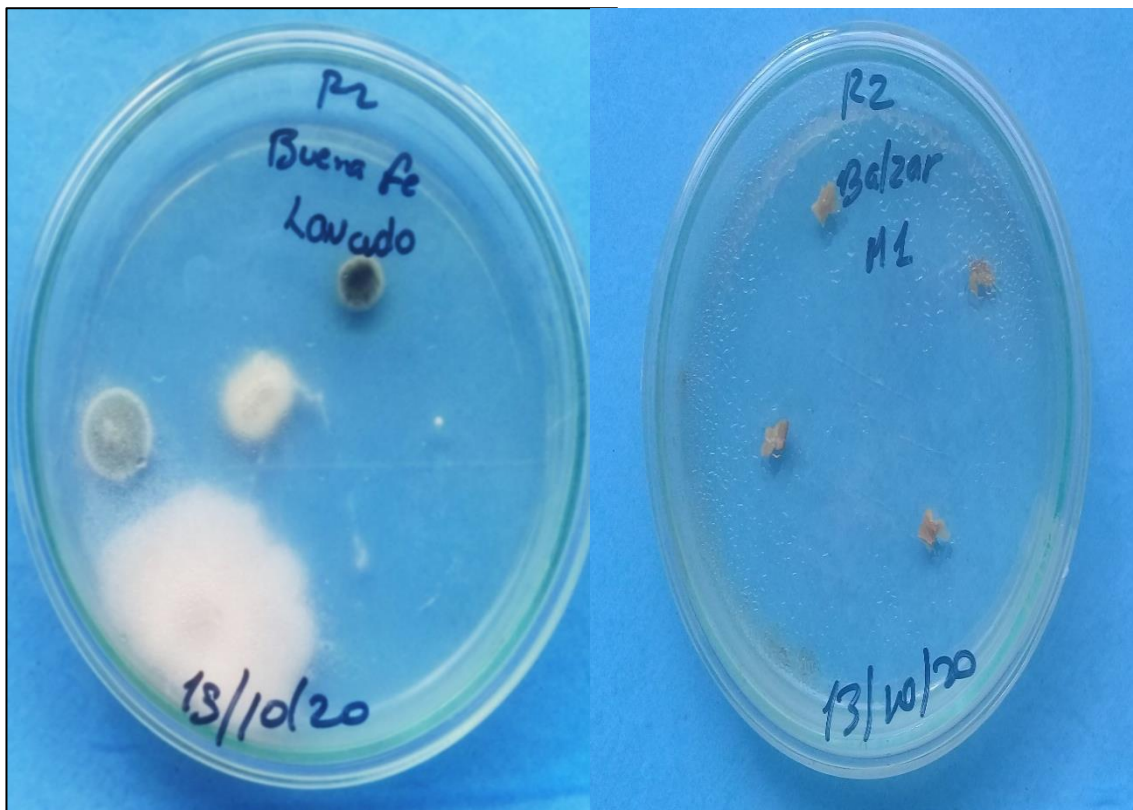
Escolitino dentro de la galería



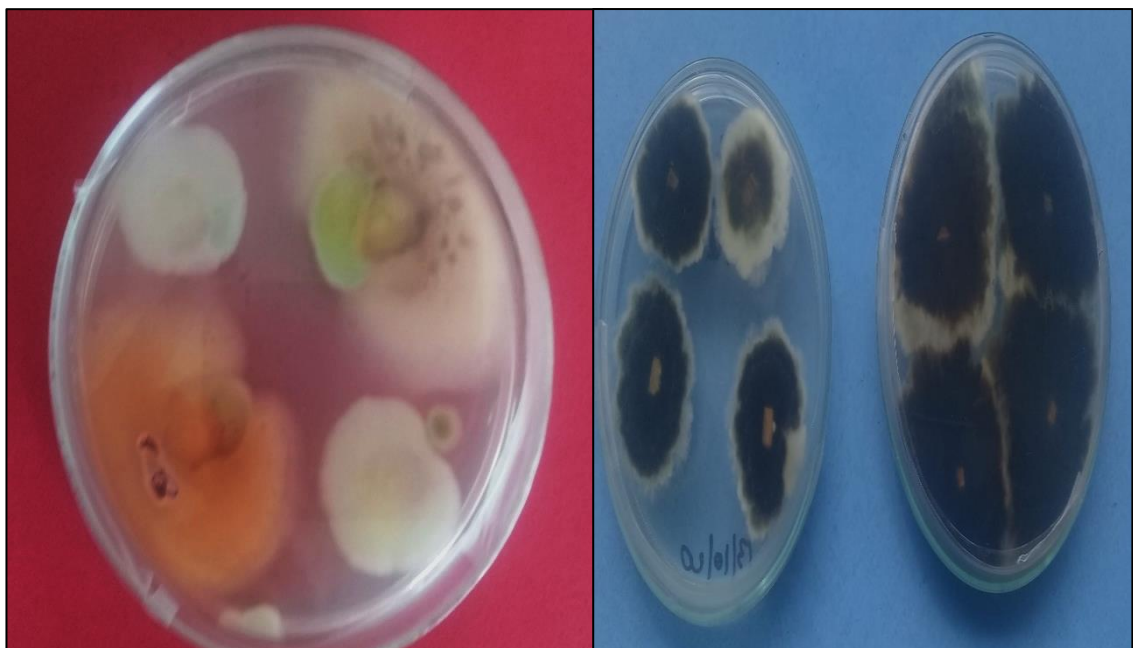
Galería interna de las trampas centinelas



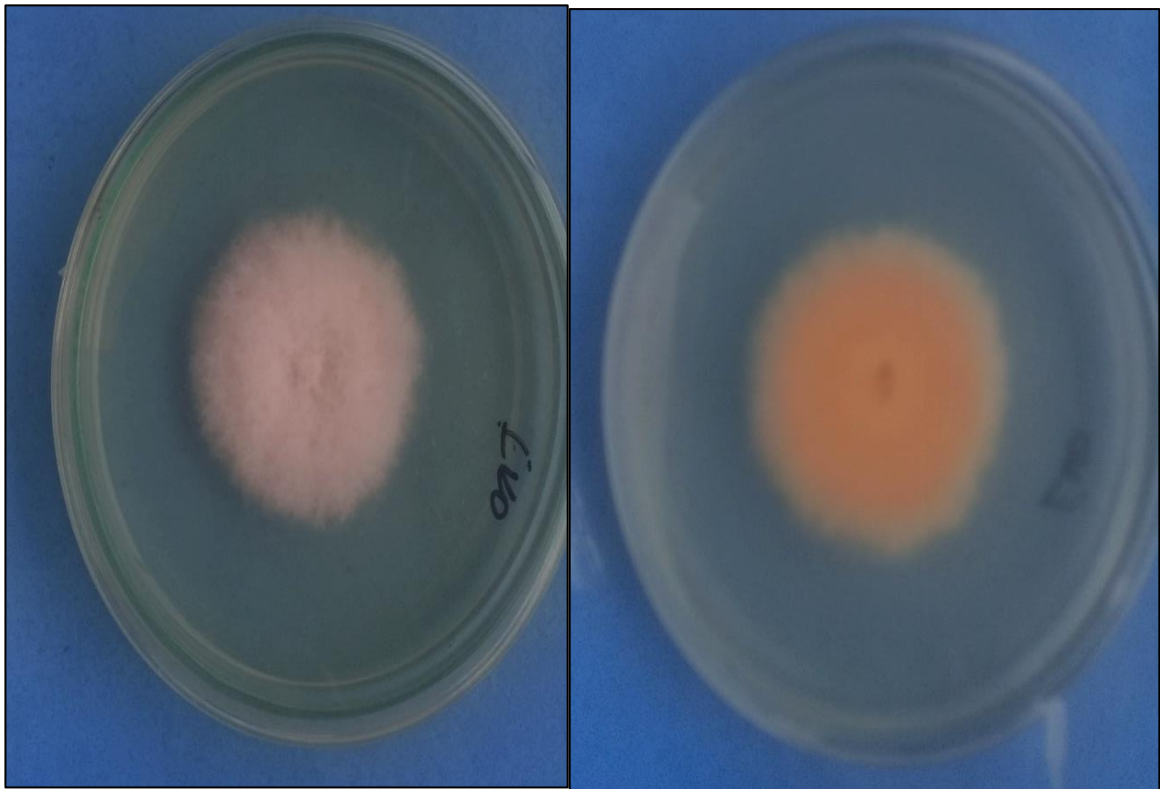
Muestra de galería de 0,5 cm



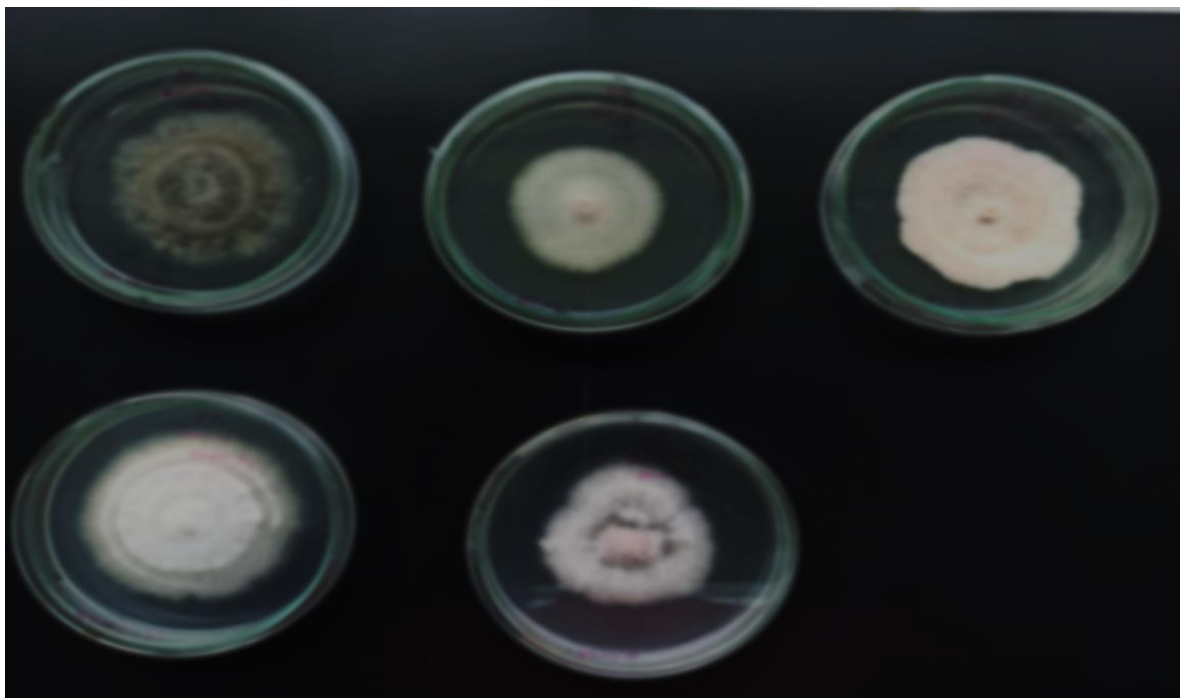
Organismos aislados en las galerías e insectos Scolytinae en el exoesqueleto



Organismos aislados en las galerías e insectos Scolytinae en el exoesqueleto



Cepas de *fusarium* spp recolectados en el exoesqueleto insectos Scolytinae.



Cepas de organismos recolectados en las galerías de los insectos Scolytinae