



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES**  
**CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**

Proyecto de Investigación previo  
a la obtención del título de  
Ingeniero Forestal

**TEMA:**

Escolítidos asociados en árboles de *Tectona grandis* L.f. (teca) enfermos con marchitez vascular y muerte regresiva en la provincia de Esmeraldas, año 2018.

**AUTORA:**

Valencia Merchan Sandy Lissette

**DIRECTOR:**

Ing. For. Rolando Manuel López Tobar MSc.

**QUEVEDO - LOS RÍOS - ECUADOR**

2018

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS**

Yo, **Sandy Lissette Valencia Merchan** , declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; el cual no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

-----  
**Sandy Lissette Valencia Merchan**

## CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

El suscrito, **Ing. For. Rolando Manuel López Tobar MSc.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante **Sandy Lissette Valencia Merchan**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “**Escolítidos asociados en árboles de *Tectona grandis* L.f. (teca) enfermo con marchitez vascular y muerte regresiva en la provincia de Esmeraldas**”, previo a la obtención del título de Ingeniero Forestal, bajo mi dirección, habiendo cumplido con todas las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

-----  
**Ing. For. Rolando Manuel López Tobar MSc.**

**DIRECTOR DE TESIS**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES  
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

“Escolítidos asociados en árboles de *Tectona grandis* L.f. (teca) enfermos con marchitez vascular y muerte regresiva en la provincia de Esmeraldas” Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Forestal

**APROBADO POR:**

---

Dr. Rommel Crespo  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

---

Ing. Edison Solano Apunte  
INTEGRANTE DEL TRIBUNAL

---

Ing. Héctor Gomezcoello  
INTEGRANTE DEL TRIBUNAL

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR  
2018

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero extender mi más sincero agradecimiento a las personas e instituciones involucradas en el desarrollo de esta investigación:

- A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ)
- A la Facultad de Ciencias Ambientales de la UTEQ
- A la Carrera de Ingeniería Forestal de la UTEQ
- A la Ing. For. Mercedes Carranza M.Sc., Decana de la Facultad de Ciencias Ambientales
- Al Dr. Ing. For. Rommel Santiago Crespo Gutierrez
- Al Ing. For. Rolando López Tobar M.Sc.
- Al Ing. For. Carlos Belezaca Pinargote PhD
- Al Ing. For. Edison Solano Apuntes
- Al Ing. Héctor Gomezcoello Zúñiga
- Al Ing. Carlos Aparicio
- A todos los profesores que fueron parte de mi formación académica y profesional durante los años de estudio.
- A mis compañeros, amigos y quienes han sido parte de mi vida en estos años Jennifer, Yomira, Julio, Adrián, Luis, Sellan, Daniel, Joel y cada una de las personas que colaboraron en la elaboración de este proyecto.

**¡Gracias totales!**  
**Sandy Lissette Valencia Merchan**

## DEDICATORIA

*A Dios por darme la vida y permitir que cumpla esta nueva meta, por darme las fuerzas necesarias para seguir y no rendirme.*

*A mis amados padres Pablo y Teresa, ya que han sido el soporte fundamental en mi vida personal y en el desarrollo de mis estudios; por confiar siempre en mí, demostrándolo con su amor y apoyo infinito, permitiéndome cumplir éste sueño importante que lo encaminé hace tiempo.*

*A mis hermanos José y Dionicio, quienes siempre han estado conmigo respaldándome incondicionalmente en todo momento que he necesitado de su presencia.*

*A mi cuñada Estefi por estar siempre en todo momento que la necesite.*

*A mi mejor amiga Jennifer con quien compartí momentos únicos llenos de alegrías todos estos años los cuales quedaran guardados en mi corazón, y por último a Joel una persona muy especial, que llegó a mi vida en el momento indicado a brindarme todo su apoyo, y amor incondicional.*

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto de investigación se desarrolló en tres sitios ubicados en la parroquia San Mateo, provincia de Esmeraldas. Los objetivos de esta investigación fueron; identificar y determinar los escolítidos asociados a árboles de teca con sintomatología de marchitez vascular y muerte regresiva, presentes en plantaciones ubicadas en la parroquia San Mateo, provincia de Esmeraldas. Se establecieron parcelas de 500 m<sup>2</sup>. La recolección de las muestras se realizó en cuatro días del mes de julio del 2018. Mediante una ficha se realizó la recolección y se empleó una escala de cinco categorías para establecer la severidad de la enfermedad en función de las características fisiológicas en hojas, ramas y fuste. En cuanto a la diversidad, abundancia y riqueza, estos parámetros fueron calculados mediante los índices de Margaleff, Shannon y Simpson. La identificación se realizó con la ayuda de claves dicotómicas Wood (17), mediante la observación de las características morfológicas de los insectos, con la ayuda de un estereoscopio que facilitó en el trabajo. Se registró un total 771 escolítidos, siendo el sitio 1 “Zambrano” donde se registró el mayor número de individuos con 559 (72,50%), representados por la tribu *Xyleborini*, *Ipini* y *Cryphalini* dentro de estas se representaron las especies *Xyleborus ferrugineus*, *Xyleborus affinis* y *Coptoborus sp.*, que pertenecen a la tribu *Xyleborini* mientras que en la tribu *Ipini* sólo hubo presencia del *Premnobius cavipenis sp.* y de la tribu *Cryphalini* se mostró presencia de *Hypothenemus sp.* En el sitio 2 “La Mala” se obtuvieron 149 (19,33%) individuos, los cuales fueron *Xyleborus ferrugineus*, *Coptoborus sp.* pertenecientes a la tribu *Xyleborini* y el *Premnobius cavipenis sp.* perteneciente a la tribu *Ipini*. Por último, en el sitio 3 “Tepeyac” registró 63 (8,11%) individuos teniendo únicamente la presencia de la tribu *Xyleborini* la especie *Xyleborus ferrugineus*. Estas especies son consideradas como plagas, ya que afectan a la plantación causándole daño, y por ende provocan grandes pérdidas económicas.

## ABSTRACT

The present research project was developed in three sites located in the parish of San Mateo, province of Esmeraldas. The objectives of this research were; identify and determine the scolytid associated with teak trees with vascular wilt symptomatology and regressive death, present in plantations located in the parish of San Mateo, province of Esmeraldas. Plots of 500 m<sup>2</sup> were established. The collection of samples was made in four days of July 2018. The collection was collected and a five-category scale was used to establish the severity of the disease depending on the physiological characteristics of the leaves, branches and shaft. In terms of diversity, abundance and richness, these parameters were calculated using the indices of Margaleff, Shannon and Simpson. The identification was carried out with the help of dichotomous Keys were developed by Wood (17), by observing the morphological characteristics of the insects, with the help of a stereoscope that facilitated in the work. A total of 771 scolytid was registered, with the site 1 "Zambrano" where the largest number of individuals with 559 (72.50%) were registered, represented by the tribe *Xylebirini*, *Ipini* and *Cryphalini* within these were represented the species *Xyleborus ferrugineus*, *Xyleborus affinis* and *Coptoborus sp.*, belonging to the *Xyleborini* tribe, while in the *Ipini* tribe there was only presence of the *Premnobius Cavipenis sp.* and the tribe *Cryphalini* showed presence of *Hypothenemus sp.* In Site 2 "La Mala", 149 (19.33%) individuals were obtained, which were *Xyleborus ferrugineus* *Coptoborus sp.* belonging to the *Xyleborini* tribe and the *Premnobius Cavipenis sp.* belonging to the *Ipini* tribe. Finally, on site 3 "Tepeyac" registered 63 (8.11%) individuals having only the presence of the tribe *Xyleborini* the species *Xyleborus ferrugineus*. These species are considered as pests, as they affect the plantation causing damage, and thus cause great economic losses.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

	<b>Pag.</b>
PORTADA.....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS .....	ii
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS .....	iii
TRIBUNAL DE TESIS .....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA .....	vi
RESUMEN EJECUTIVO .....	vii
ABSTRACT.....	viii
CÓDIGO DUBLÍN.....	xiv
1. INTRODUCCIÓN.....	xiv
CAPÍTULO I .....	2
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.1. Problematización de la investigación.....	3
1.1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.1.2. Formulación del problema.....	3
1.1.3. Sistematización.....	3
1.2. Objetivos.....	4
1.2.1. General.....	4
1.2.2. Específicos.....	4
1.2.3. Justificación.....	4
2.1. Revisión Temática.....	6
2.1.1. Plantaciones forestales de teca.....	6
2.1.2. Descripción Taxonómica.....	6
2.1.3. Descripción botánica.....	7
2.1.4. Suelo, clima y topografía requeridos por la teca.....	7
2.1.5. Escolítidos.....	8
2.1.6. Rango de hospedero.....	8
2.1.7. Tipo de alimentación.....	9
2.1.8. Ciclo vital.....	9
2.1.9. Índice de Diversidad de Shannon-Wiener.....	10
2.1.10. Índice de Diversidad de Simpson.....	11

2.2.	Marco Referencial.....	11
2.2.1.	Investigaciones relacionadas.....	11
CAPÍTULO III.....		13
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		13
3.1.	Materiales y métodos.....	14
3.1.1.	Localización de la zona de estudio.....	14
3.2.	Tipo de investigación.....	15
3.2.1.	Descriptiva y Comparativa.....	15
3.3.	Métodos de investigación.....	15
3.3.1.	Analítico.....	15
3.3.2.	Descriptivo.....	15
3.3.3.	Hipotético-Deductivo.....	15
3.4.	Fuentes de recopilación de información.....	15
3.4.1.	Fuentes primarias.....	15
3.4.2.	Fuentes secundarias.....	16
3.5.	Diseño de la investigación.....	16
3.6.	Instrumentos de investigación.....	16
3.6.1.	Instalación de parcelas rectangulares de 500 m <sup>2</sup> .....	16
3.6.2.	Determinación de la incidencia y severidad de la enfermedad.....	16
3.6.3.	Identificación de escolítidos presentes en árboles de teca con muerte regresiva.....	17
3.7.	Índice de diversidad.....	17
3.7.1.	Abundancia.....	18
3.7.2.	Índice de Margaleff.....	19
3.7.3.	Índice de Jaccard.....	19
3.8.	Materiales.....	19
3.8.1.	Materiales de campo.....	19
3.8.2.	Materiales de oficina.....	20
3.8.3.	Materiales de laboratorio.....	20
3.8.4.	Reactivos.....	21
CAPÍTULO IV.....		22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		22
4.1.	Resultados.....	23
4.1.1.	Abundancia de escolítidos presentes en árboles de teca.....	23
4.1.2.	Proporción de insectos en los 3 sitios.....	24
4.1.3.	Presencia / ausencia de insectos en los tres sitios de estudio.....	25
4.1.4.	Diversidad y riqueza de insectos en los tres sitios del estudio forestales.....	26

4.1.5.	Índice de similitud de Jaccard dentro de los tres sitios de estudio. ....	27
4.1.6.	Dendrograma de similitud Jaccard de los tres sitios de estudio. ....	27
4.1.7.	Incidencia, severidad y variables dasométricas en el Sitio de estudio 1 “Zambrano”. ....	28
4.1.8.	Incidencia, severidad y variables dasométricas en el sitio de estudio 2 “La Mala”.....	29
4.1.9.	Sitio de estudio 3 “Tepeyac” - incidencia, severidad y variables dasométricas. ....	30
4.2.	Discusión.....	32
CAPÍTULO V .....		34
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		34
5.1.	Conclusiones .....	35
5.2.	Recomendaciones .....	36
CAPÍTULO VI.....		37
BIBLIOGRAFÍA .....		37
6.1.	Bibliografía .....	38
ANEXOS.....		42

## ÍNDICE DE TABLAS

Tablas	Pag.
1. Datos climatológicos de Esmeraldas.....	15
2. Escala empleada para determinar la severidad de la enfermedad de marchitez vascular y muerte regresiva en plantaciones de teca.....	16
3. Escala para la interpretación de resultados del índice de Simpson.....	18
4. Escala para la interpretación de resultados del índice de Shannon – Wiener.....	18
5. Presencia/ausencia de insectos en los tres sitios de estudio ubicado en la parroquia , San Mateo, provincia de Esmeraldas, 2018. ....	26
6. Diversidad y riqueza de insectos en los tres sitios de estudio ubicado en la parroquia San Mateo, provincia de Esmeraldas, 2018. ....	26
7. Índice de similitud de Jaccard dentro de los tres sitios de estudio.....	27
8. Incidencia de la enfermedad marchitez vascular y muerte regresiva en tres parcelas de <i>T. grandis</i> en una plantación de 7 años de edad, en el sitio 1, Zambrano .....	28
9. Severidad de la enfermedad marchitez vascular y muerte regresiva en tres parcelas de <i>T. grandis</i> en una plantación de 7 años de edad, en el sitio 1, Zambrano .....	28
10. Variables dasométricas en las tres parcelas de <i>T. grandis</i> en plantación de 7 años de edad, en el sitio 1, Zambrano .....	29
11. Incidencia de la enfermedad marchitez vascular y muerte regresiva en tres parcelas de <i>T. grandis</i> en una plantación de 7 años de edad, en el sitio 2, La Mala .....	29
12. Severidad de la enfermedad marchitez vascular y muerte regresiva en tres parcelas de <i>T. grandis</i> en una plantación de 7 años de edad, en el sitio 2, La Mala.....	30
13. Variables dasométricas en tres parcelas de <i>T. grandis</i> de 7 años de edad, sitio 2, La Mala .....	30
14. Incidencia de la enfermedad marchitez vascular y muerte regresiva en tres parcelas de <i>T. grandis</i> en una plantación de 7 años de edad, en el sitio 3, El Tepeyac.....	31
15. Severidad de la enfermedad marchitez vascular y muerte regresiva en tres parcelas de <i>T. grandis</i> En una plantación de 7 años de edad, en el sitio 3, El Tepeyac .....	31
16. Variables dasométricas en tres parcelas de <i>T. grandis</i> en plantación de 7 años de edad, en el sitio 3, El Tepeyac .....	31

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figuras</b>	<b>Pag.</b>
1. Mapa político de la provincia de Esmeraldas; parroquia San Mateo. ....	14
2. Abundancia de especies presentes en tres sitios de estudio en la provincia de Esmeraldas.....	23
3. Abundancia de insectos por tribu presentes en los sitios donde se realizó la investigación, en la parroquia San Mateo, provincia de Esmeraldas, 2018. ....	24
4. Proporción de insectos en el sitio Zambrano, ubicado en la parroquia San Mateo, provincia de Esmeraldas, 2018.....	24
5. Proporción de insectos en el sitio La Mala, en la parroquia San Mateo, provincia de Esmeraldas, 2018.....	25
6. Proporción de insectos en el sitio El Tepeyac ubicado en la parroquia San Mateo, provincia de Esmeraldas, 2018.....	25
7. Dendrograma de similitud de especies de Jaccard en tres sitios de estudio.....	27

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexos</b>	<b>Pag.</b>
1. Escolítidos presentes en los tres sitios de estudio.....	44
2. Resumen de escolítidos presentes en árboles de teca de sitio 1, Zambrano.....	44
3. Resumen de escolítidos presentes en árboles de teca de sitio 2, La Mala.....	44
4. Resumen de escolítidos presentes en árboles de teca de sitio 2, El Tepeyac.....	45
5. Trabajo de campo.....	45
6. Identificación de insectos en el laboratorio.....	46

## CÓDIGO DUBLÍN

Título:	Escolítidos asociados en árboles de <i>Tectona grandis</i> L.f. (teca) enfermos con marchitez vascular y muerte regresiva en la provincia de Esmeraldas, año 2018.			
Autor:	Sandy Lisette Valencia Merchan			
Palabras clave:	Análisis	Escolítidos	Identificación	Árbol
Fecha de publicación:				
Editorial:	FCAMB; Carrera de Ingeniería Forestal; Valencia , S.			
Resumen: (hasta 300 palabras)	<p>El presente proyecto de investigación se elaboró, en tres sitios ubicados en la parroquia San Mateo, provincia de Esmeraldas. Los objetivos de esta investigación fueron; identificar y determinar los escolítidos asociados a árboles de teca con sintomatología de marchitez vascular y muerte regresiva, presentes en plantaciones ubicadas en la parroquia San Mateo, provincia de Esmeraldas. Se establecieron parcelas de 500 m<sup>2</sup>. La recolección de las muestras se realizó en cuatro días del mes de julio del 2018. Mediante una ficha se realizó la recolección y se empleó una escala de cinco categorías para establecer la severidad de la enfermedad en función de las características fisiológicas en hojas, ramas y fuste. En cuanto a la diversidad, abundancia y riqueza, estos parámetros fueron calculados mediante los índices de Margaleff, Shannon y Simpson. La identificación se realizó con la ayuda de claves dicotómicas Wood (17), mediante la observación de las características morfológicas de los insectos, con la ayuda de un estereoscopio que facilitó en el trabajo. Se registró un total 771 escolítidos, siendo el sitio 1 “Zambrano” donde se registró el mayor número de individuos con 559 (72,50%), representados por la tribu <i>Xylebirini</i> , <i>Ipini</i> y <i>Cryphalini</i> dentro de estas se representaron las especies <i>Xyleborus ferrugineus</i>, <i>Xyleborus affinis</i> y <i>Coptoborus sp.</i>, que pertenecen a la tribu <i>Xyleborini</i> mientras que en la tribu <i>Ipini</i> solo hubo presencia del <i>Premnobius cavipenis sp</i> y de la tribu <i>Cryphalini</i> se mostró presencia de <i>Hypothenemus sp.</i> En el sitio 2 “La Mala” se obtuvieron 149 (19,33%) individuos, los cuales fueron <i>Xyleborus ferrugineus</i> <i>Coptoborus sp.</i> pertenecientes a la tribu <i>Xyleborini</i> y el <i>Premnobius cavipenis sp</i> . perteneciente a la tribu <i>Ipini</i>. Por último, en el sitio 3 “Tepeyac” registró 63 (8,11%) individuos. (...)</p>			
Descripción:				
URI:				

## 1. INTRODUCCIÓN.

La especie de *Tectona grandis* L. f. conocida en nuestro país como teca es una de las principales maderas frondosas que existen en el mundo, reputada por su color claro, su excelente fibra y su durabilidad. Sólo se da de forma natural en la India, Myanmar, la República Democrática Popular Laos y Tailandia, y se ha aclimatado en Java (Indonesia), donde probablemente se introdujo de 400 a 600 años atrás. También se ha establecido en toda la zona tropical de Asia, en el África tropical (Nigeria, Sierra Leona, la República Unida de Tanzania y Togo), y en América Latina y el Caribe (Costa Rica, Colombia, Ecuador, El Salvador, Panamá, Trinidad y Tobago, y Venezuela) (1).

La teca se ha introducido también en algunas islas de la región del Pacífico (Papua Nueva Guinea, Fiji y las Islas Salomón) y en el norte de Australia en forma experimental. Aunque no tiene una gran importancia desde el punto de vista de la producción mundial de madera, por su solidez y sus cualidades estéticas es la madera tropical de frondosas más solicitada para un mercado específico de aplicaciones suntuarias, como la fabricación de muebles y barcos y de componentes decorativos para la construcción (1).

Los problemas fitosanitarios representan una amenaza para las plantaciones forestales, por lo que el desarrollo de conocimientos en este campo y la difusión de los mismos, es fundamental dentro de la silvicultura de plantaciones, y específicamente para la teca. Los árboles, como cualquier otra planta, son susceptibles de ataque de organismos fitófagos que pueden llegar a comprometer seriamente su sobrevivencia, visto desde un punto de vista netamente económico pueden causar un detrimento importante en la productividad y valor de los productos que se espera obtener de la especie (18).

Ecuador se encuentra entre los diez países con mayor diversidad del mundo, también encuentra entre los países de Latinoamérica con una mayor tasa de deforestación en proporción al tamaño de su territorio. La provincia de Esmeraldas cuenta con todos los parámetros necesarios para el establecimiento de plantaciones de teca (*Tectona grandis* L.f.) y eso ha sido aprovechado por las grandes industrias madereras, ya que vieron en esta parte un lugar idóneo para crecer económicamente en cuanto a la implementación de plantaciones de teca, que es una de las maderas más atractivas a nivel mundial.

**CAPÍTULO I**  
**CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Problematización de la investigación.**

### **1.1.1. Planteamiento del problema.**

#### **Diagnóstico.**

En la provincia de Esmeraldas existe poca información sobre la marchitez vascular y muerte regresiva en las plantaciones forestales causadas por los escolítidos, lo cual se puede observar en árboles débiles y enfermos, ya que son exterminados en poco tiempo por estos agentes, causando grandes pérdidas económicas, ya que Ecuador es uno de los principales países productores de teca.

#### **Pronóstico.**

La falta de conocimiento sobre las plagas que afectan a las distintas plantaciones de teca lleva a realizar la presente investigación, para poder determinar y especificar cuáles son los escolítidos que provocan pérdidas económicas a las empresas y propietarios que se dedican al cultivo de la teca.

### **1.1.2. Formulación del problema.**

¿Cuáles son los escolítidos asociados a la marchitez vascular y muerte regresiva en plantaciones de *Tectona grandis* L.f. en la provincia de Esmeraldas?

### **1.1.3. Sistematización.**

- ¿Qué escolítidos se encuentran asociados a árboles de teca con sintomatología de marchitez vascular y muerte regresiva?
- ¿Cuál es el estado actual de las plantaciones de teca con sintomatología de marchitez vascular y muerte regresiva?
- Los escolítidos asociados a la muerte regresiva, ¿Con qué incidencia y severidad se encuentran en árboles afectados?

## **1.2. Objetivos.**

### **1.2.1. General.**

Determinar los escolítidos asociados en árboles de teca con sintomatología de marchitez vascular y muerte regresiva en la provincia de Esmeraldas.

### **1.2.2. Específicos.**

- Identificar los escolítidos presentes en árboles de teca con marchitez vascular y muerte regresiva.
- Determinar la diversidad de escolítidos en árboles enfermos de teca con marchitez vascular y muerte regresiva.
- Establecer la incidencia y severidad de daño en árboles enfermos de teca con marchitez vascular y muerte regresiva.

### **1.2.3. Justificación.**

Las plantaciones forestales de teca en el Ecuador son un rubro económico importante, generando empleos de manera directa. Sin embargo el aumento de plantaciones de un solo cultivo genera problemas fitosanitarios por el ataque de los escolítidos en plantaciones de teca en la parroquia San Mateo de la provincia de Esmeraldas, es difícil de determinar exactamente, por la falta de conocimiento e investigación. Este ha venido siendo uno de los principales factores que afectan a las plantaciones de teca en este sector. El presente proyecto de investigación contribuirá a las causas de porqué se ve afectado el árbol por el escolítido, provocando su marchitez vascular y muerte regresiva.

**CAPÍTULO II**  
**FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN**

## **2.1. Revisión Temática.**

### **2.1.1. Plantaciones forestales de teca.**

Las primeras plantaciones comienzan en la India, después en todo el mundo como en Indonesia y Filipinas, en 1880, Asia, Pakistán, África, América Central y América del Sur (2). La madera teca fue uno de los primeros materiales útiles al hombre para la edificación de viviendas, palacios, templos, herramientas de caza, etc. Desde el siglo XX A.C. hasta el siglo XIV D.C (2).

Con el pasar de los años, el uso de la madera de teca, ha sido muy beneficioso para el hombre, ya que la madera teca es una de las principales a nivel mundial, en forma natural en la India, Myanmar, la República Democrática Popular Tailandia. También se han establecido plantaciones en la zona tropical de Asia, África, América Latina y el Caribe, (Brasil, Costa Rica, Colombia, Ecuador, Salvador, etc) (3).

En el Ecuador la teca es introducida en el año 1950. Este árbol frondoso alcanza hasta 30 m de altura, no se ve afectada al contacto con los metales, característica que la hace apreciada para su uso en la fabricación de embarcaciones lujosas (3).

Es evidente que la explotación de la madera teca en la actualidad es muy atractiva, y su demanda ha levantado el interés por las plantaciones con esta especie (4).

### **2.1.2. Descripción Taxonómica.**

La teca presenta la siguiente descripción taxonómica (5):

**Reino:** Plantae

**División:** Magnoliophyta

**Clase:** Magnoliopsida

**Orden:** Lamiales

**Familia:** Verbenaceae

**Género:** *Tectona*

**Especie:** *grandis*

**Nombre científico:** *Tectona grandis*

**Nombre común:** Teca

### **2.1.3. Descripción botánica.**

Los árboles de teca son de fuste recto y elevado. En los bosques del área natural de la especie los árboles dominantes miden entre 25 y 30 m de altura y de 55 cm a 80 cm de diámetro; pero se han localizado árboles de mayores dimensiones, con fustes limpios de ramas hasta una altura de 30 m y perímetros comprendidos entre 4,5 y 6 m. (de 1,43 a 1,91 m de DAP). Corteza externa castaño claro escamosa y agrietada, con corteza interna blanquecina. Copa angosta cuando joven y medianamente amplia cuando adulta, 7 hojas simples opuestas, ovales, grandes, verde oscuro y ásperas en el haz, blanquecinas en el envés, deciduas (6).

Las flores tienen seis estambres unidos a la base de los pétalos y un pistilo con un estigma bifido. La mejor recepción del estigma al polen sucede, por lo general, alrededor de tres horas después de la antesis, siendo más alta la receptividad cuando la antesis se presenta en horas cercanas al medio día. La viabilidad del polen puede permanecer hasta por dos días (7).

El fruto es una drupa cuadrilobulada, subgloboso, de exocarpo delgado, algo carnosos cuando fresco; endocarpo grueso, óseo, corrugado, con cuatro celdas que contienen de 1 a 3 semillas de 5 mm de largo peso y viabilidad varían entre procedencias, y su producción está influenciada por las condiciones ecológicas (7).

### **2.1.4. Suelo, clima y topografía requeridos por la teca.**

En condiciones naturales la teca se encuentra en sitios con las siguientes condiciones: temperatura entre 21-28 °C, precipitación entre 1000-1800 mm/año, con una estación seca marcada de tres a siete meses de duración, en altitudes de 600-1200 msnm. El mejor desarrollo de la especie se da en suelos franco arenosos a arcillosos, fértiles bien drenados y profundos, con un valor de pH ligeramente ácido o neutro o que esté entre 5.0 y 8.5, ya que mayor de 5 tolera condiciones de suelo muy extremas, siempre que exista un drenaje adecuado (8).

Las condiciones naturales adecuadas para la teca se encontraron en terrenos que presenta temperatura media anual cercana a los 26 °C precipitación entre 1900 y 2850 mm anuales, elevación menor a 220 msnm, con un valor de pH por arriba de 5.5, pendiente de terreno que no exceda el 40%, en sitios con terrenos ondulados a planos, con poca o mediana pedregosidad. Se deben de elegir suelos que presenten poca o ningún tipo de compactación,

debido a que esta variable limita el crecimiento radicular de la especie, disminuyendo la posibilidad de absorción de nutrientes y agua del suelo (8).

### **2.1.5. Escolítidos.**

Existen alrededor de 6.000 especies y 181 géneros de escolítidos distribuidas por todo el planeta. En Europa hay citadas 81 especies sobre coníferas, de las que 47 pueden causar problemas económicos. Las evidencias fósiles, junto a datos biogeográficos, parecen situar su origen en el Cretácico temprano y el Triásico tardío, en asociación con una conífera del género *Araucaria*. Son insectos de pequeño tamaño, con un rango de longitud comprendido entre 1 y 10 m. De aspecto cilíndrico, se caracterizan, entre otros rasgos, por no presentar un rostro desarrollado en comparación con otros curculiónidos y por la fusión de los últimos artejos de la antena, lo que da lugar a una estructura con apariencia de maza (11).

En ocasiones, los escolítidos pueden ser confundidos con otros coleópteros, por ejemplo, con los miembros de la subfamilia *Platypodinae* (familia Curculionidae) o la familia Bostrichidae (Superfamilia Bostrichoidea). Los platipódidos tienen el cuerpo muy alargado y aplanado y se diferencian por el alargamiento del primer artejo de sus tarsos, por tener la cabeza tan ancha como el pronoto y por sus ojos convexos. Además, en el pronoto hay unos surcos laterales, ausentes en los escolítidos, para la recepción de las patas. Por otra parte, las diferencias entre los bostríquidos y los escolítidos radican en que en los primeros, los 3 últimos artejos del funículo antenar no están fusionados, formando una maza verdadera (11).

### **2.1.6. Rango de hospedero.**

Los escolítidos son escarabajos endofíticos, pues viven en el interior de los tejidos de la planta durante la totalidad de su ciclo vital, excepto cortos períodos de tiempo de su estado de adulto. La mayor parte de las especies consumen el floema, un tejido vegetal muy nutritivo que está situado entre la corteza y la madera. Los escarabajos de ambrosía viven dentro de la madera y se alimentan de hongos simbióticos. Los escolítidos están considerados como una de las plagas de insectos más importantes que afectan, en algunos casos severamente, a los bosques de coníferas y secundariamente a frondosas de todo el mundo. Teniendo en cuenta su importancia económica, los escolítidos han sido objeto de numerosas investigaciones en el campo de la entomología forestal centradas muchas de ellas en la biología de las especies más dañinas (11).

### **2.1.7. Tipo de alimentación.**

La xilomicetofagia es el tipo de alimentación con mayor grado de especialización. Los escolítidos xilomicetófagos son denominados escarabajos de ambrosía, por el tipo de hongos de los que se alimentan. En la xilomicetofagia, los escolítidos penetran hacia el xilema, donde cultivan las esporas y micelios de hongos que ellos mismos transportan en unas invaginaciones del tegumento llamadas micangios. Al parecer, en algunas especies de escolítidos, las paredes de los micangios están provistas de células glandulares que secretan sustancias alimenticias para los hongos, generando un medio de cultivo idóneo. Dichos hongos constituirán la base de su alimentación (11).

Algunos géneros más comunes entre los hongos de ambrosía son *Raffaelea* o *Ambrosiella*. Debido a ello, estas especies presentan un carácter polífago y son capaces de colonizar un mayor número de hospedadores potenciales, ya que se alimentan del micelio del hongo y no dependen de las propiedades nutritivas del árbol en sí. En la Península Ibérica están representados por los géneros *Xyleborus*, *Xyleborinus* o *Trypodendron*, entre otros (11).

### **2.1.8. Ciclo vital.**

#### **2.1.8.1. Comportamiento reproductivo.**

Los escolítidos son insectos endofíticos durante la mayor parte de su ciclo, exceptuando cortos períodos de su estadio adulto. En líneas generales, podemos decir que el ciclo vital de los escolítidos transcurre en 2 fases diferentes, fase aérea y fase subcortical. De acuerdo al estado de desarrollo del insecto, el ciclo vital de cada generación se organiza en tres fases: fase reproductiva, de desarrollo, y de maduración y dispersión (11).

En la fase aérea los adultos o imagos emergen de su anterior hospedador y se dispersan en busca de uno nuevo para colonizarlo y reproducirse. Es una fase de escasas horas de duración y fototáxicamente positiva. En algunos casos, del hospedador surgen individuos inmaduros que previamente a iniciar el vuelo de colonización han de alimentarse y madurar sexualmente (11).

La fase subcortical transcurre bajo la corteza del hospedante y durante ella los escolítidos están muy protegidos del medio externo. En esta fase tiene lugar la reproducción y posterior desarrollo hasta alcanzar el estado de imago o de adulto inmaduro (11).

### **2.1.8.2. Fase de desarrollo.**

Al eclosionar los huevos surgen las larvas, ápodas, con un tegumento blanco y blando que son incapaces de sobrevivir fuera del árbol hospedador. El número de estadios larvales varía entre 3 y 5, tras los que se desarrolla la pupa. El comportamiento de las larvas varía entre las especies floépagas y las xilomicetófagas . Las larvas de las especies floépagas se alimentan de floema y excavan un sistema de galerías individual más o menos perpendicular a la galería maternal. Cada larva muda en su galería. Éstas comienzan a horadar un túnel cuyo final se ensancha. En este espacio transcurre la fase de palpación que tiene duración variable, aunque lo común es que dure de 6 a 9 días (12).

### **2.1.8.3. Fase de maduración y dispersión.**

Generalmente es necesaria una alimentación previa para completar la esclerotización, para almacenar reservas energéticas, alcanzar el desarrollo de las gónadas y la madurez sexual (13). Esta alimentación puede darse en el propio sistema de galerías, o sobre los brotes de árboles circundantes, como en el caso de los géneros *Tomicus* y *Phloeosinus* (14).

### **2.1.8.4. Colonización del árbol hospedero.**

En la fase de atracción primaria se produce el inicio de la colonización. El vuelo de dispersión puede ser desde unos pocos metros (en situaciones con niveles poblacionales epidémicos) hasta kilómetros. Normalmente los escolítidos se ven atraídos por árboles debilitados o moribundos, y por regla general, no son capaces de reproducirse en árboles sanos (15). Bajo esta situación de deficiencia fisiológica, los árboles emiten una serie de compuestos terpénicos presentes en la resina (generalmente monoterpenos, diterpenos y sexquiterpenos), así como sus derivados (cetonas, alcoholes, aldehídos, ésteres). Estas sustancias ejercen un efecto atrayente sobre los escolítidos, lo que favorece la llegada de unos pocos individuos pioneros. Los compuestos químicos emitidos por el hospedador son detectados por sensilas quimiorreceptoras presentes en las antenas de los escolítidos (16). A partir de ahí, los machos o hembras, según se trate de especies polígamas o monógamas, respectivamente, comenzarán a penetrar en la corteza (17).

### **2.1.9. Índice de Diversidad de Shannon-Wiener.**

El índice de Shannon-Wiener se basa en la teoría de la información y, por lo tanto, en la probabilidad de encontrar un determinado individuo en un ecosistema. Este índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad

relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia) Marrugan 2001, citado por Orellana. (10).

### **2.1.10. Índice de Diversidad de Simpson.**

El índice de diversidad de Simpson (también conocido como el índice de la diversidad de las especies) es uno de los parámetros que nos permiten medir la riqueza de los organismos. En ecología, es también usado para cuantificar la biodiversidad de un hábitat. Toma un determinado número de especies presentes en el hábitat y su abundancia relativa (10).

#### **2.1.10.1. Índice de Margaleff.**

La riqueza de especies proporciona una medida de la diversidad extremadamente útil. En general, no solamente una lista de especies es suficiente para caracterizar la diversidad, haciéndose necesaria la distinción entre la riqueza numérica de especies, la que se define como el número de especies por número de individuos especificados o biomasa, y la densidad de especies, que es el número de especies por área de muestreo. Para esto, se pueden utilizar ciertos índices, usando algunas combinaciones como el número de especies y el número total de individuos, sumando todos los de las especies (10).

## **2.2. Marco Referencial.**

### **2.2.1. Investigaciones relacionadas.**

Flores *et al.*, en el año 2010 (18), realizaron un muestreo al azar en 11.35 ha de teca (1% del total de ha plantadas en el cantón Balzar de la provincia del Guayas) en y se establecieron 200 parcelas de 500 m<sup>2</sup>. Todos los árboles de las parcelas fueron evaluados siendo en total 10,600 árboles los evaluados (53 por parcela). Se registraron los datos de plagas y enfermedades tanto en época seca como en época lluviosa por seis meses. Para registrar los datos de los insectos plagas mediante la observación directa en el campo se utilizó un formulario previamente elaborado. La identificación de los insectos la realizaron especialistas en entomología directamente en el campo. Los especímenes de los insectos de menor tamaño se los recolectó en frascos entomológicos con alcohol al 70% para su posterior identificación.

Para identificar las enfermedades, recolecto muestras de hojas, raíces, pedazos de madera y partes apicales que presentaron síntomas de enfermedades, las mismas que se las colocó en fundas plásticas y de papel debidamente etiquetadas con información básica como nombre

del colector, parte del árbol donde se efectuó la toma de muestra, ubicación geográfica del árbol, edad de la plantación, fecha y hora. Las muestras de hojas se envolvieron en papel periódico humedecido para que mantengan la humedad y luego se la refrigeró por un lapso de 48 horas. La identificación de los agentes causales de las enfermedades en las muestras se lo realizó en los laboratorios de fitopatología de las estaciones Pichilingue y Boliche, pertenecientes al Instituto Nacional de Autónomo Investigaciones Agropecuarias (INIAP) (18).

Gil en el año 2004 (19), realizó una investigación acerca de los insectos de ambrosía polífagos, que pueden atacar a diversas especies de cultivos. Su daño está asociado con la muerte regresiva o marchitamiento vascular de varias especies como al aliso (*Alnus acuminata* Kunth), laurel rojo (*Persea borbonia* (L.) Spreng), aguacate (*Persea americana* Mill), pino (*Pinus radiata* D. Don).

Grosman realizó una investigación en el año 1967, la cual reflejó que los síntomas de marchitez que se presenta en los hospederos es causada por agentes infectivos se cree que involucra insuficiencia de agua, resultando en el bloqueo del flujo de transpiración de las hojas. Este bloqueo puede ser por la presencia de gomas, tilosis y micelio en las células del huésped. Las hifas de los hongos de ambrosía, en un tiempo determinado, avanzan pocos milímetros en la madera, pero se ha reportado que hifas de *Monilia ferruginea*. La muerte del árbol hospedero se ha atribuido al hongo simbiote primario. Sin embargo, varios estudios realizados con algunos géneros de hongos simbiotes primarios como (*Ambrosiella sp.*, *Endomycosis sp.*, y *Fusarium sp.*), indican que los hongos simbiotes primarios no son patogénicos, y los que producen la muerte son los hongos auxiliares. Los resultados de otros estudios, como del hongo simbiote *Raffaelea sp.* y *Fusarium sp.* causaron la muerte y síntoma de la muerte regresiva .

**CAPÍTULO III**  
**METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### 3.1. Materiales y métodos.

#### 3.1.1. Localización de la zona de estudio.

La presente investigación se realizó en tres sitios pertenecientes a la provincia de Esmeraldas; Parroquia San Mateo. El primero perteneciente a la Fundación para el Desarrollo Forestal donde se encuentran dos lotes que fueron considerados como dos sitios, ubicados en el recinto “Segué Adentro” en el km 2 vía San Mateo - Esmeraldas en la parroquia San Mateo, cantón Esmeraldas, entrando aproximadamente a 1 km de la vía antes mencionada, con un área total de 200 ha. El primer sitio llamado “Zambrano” con 6 ha está ubicado en las coordenadas UTM 094792E, 0648885N; el segundo sitio con 10 ha llamado “Mala” está ubicado en las coordenadas UTM 095349E, 0649289N; el tercer sitio llamado “El Tepeyac” con 20 ha perteneciente al Monasterio Trapense Santa María de la Esperanza, de la cual se encuentra cerca, se ubica a 300 m del puente de San Mateo, dirección al norte, en la vía a El Aeropuerto km 22, está ubicado en las coordenadas UTM 099646E, 0651305N.

La parroquia San Mateo, limita al norte con la parroquia Tachina, al sur con la parroquia Chinca, al este con la parroquia Chinca y al oeste con la parroquia Tabiazo y Vuelta Larga.

En la figura 1 se detalla la división política de la provincia de Esmeraldas, y la ubicación de la zona de estudio: parroquia San Mateo.



Figura 1. Mapa político de la provincia de Esmeraldas; parroquia San Mateo.

En la tabla 1 se detallan las características climáticas de la provincia de Esmeraldas.

**Tabla 1.** Datos climatológicos de Esmeraldas.

<b>Precipitación promedio anual</b>	866,7 mm
<b>Temperatura media anual</b>	31,7 °C
<b>Humedad relativa media anual</b>	79%
<b>Zona de vida</b>	Bosque húmedo tropical
<b>Tipo de suelo</b>	Limoso-arenoso

**Fuente:** Veintimilla, (24).

## **3.2. Tipo de investigación.**

### **3.2.1. Descriptiva y Comparativa.**

El tipo de investigación que se empleó en el trabajo investigativo fue de tipo descriptivo, ya que se identificaron los insectos a nivel de género y especie, empleando claves dicotómicas para escarabajos de ambrosia. Se analizaron los demás índices de diversidad de Shannon-Wiener, Simpson y Margaleff.

## **3.3. Métodos de investigación.**

### **3.3.1. Analítico.**

Este tipo de investigación permitió analizar y razonar los resultados que se obtuvieron mediante la observación directa y cálculos matemáticos.

### **3.3.2. Descriptivo.**

Esta investigación fue de tipo descriptivo (diagnóstico), ya que tomo como objetivo conocer la diversidad de los escoltídeo en tres distintas plantaciones de teca en la provincia de Esmeraldas.

### **3.3.3. Hipotético-Deductivo.**

Se analizó investigaciones previas en escoltídeos, además de la recopilación de datos de las áreas de estudio durante el proceso en que se ejecutó la investigación.

## **3.4. Fuentes de recopilación de información.**

### **3.4.1. Fuentes primarias.**

La fuente de información primordial para la realización del proyecto se realizó mediante la recolección de insectos a nivel de campo en los diferentes sitios.

### 3.4.2. Fuentes secundarias.

La fuente secundaria se obtuvo mediante investigaciones a través de libros, documentos, revistas, libros electrónicos, tesis de grado e internet.

### 3.5. Diseño de la investigación.

Se aplicaron los índices de diversidad de Shannon – Wiener, Simpson, el índice de riqueza de Margaleff, y el índice de abundancia, y Jaccard.

### 3.6. Instrumentos de investigación.

#### 3.6.1. Instalación de parcelas rectangulares de 500 m<sup>2</sup>.

Se realizó un recorrido en las plantaciones de teca, para verificar la presencia o ausencia de árboles con la enfermedad de marchitez vascular y muerte regresiva. Localizados los sitios, se efectuó el establecimiento de tres parcelas rectangulares de 500 m<sup>2</sup>, con dimensiones de 30m x 16,67 m cada una.

#### 3.6.2. Determinación de la incidencia y severidad de la enfermedad.

Mediante una ficha se realizó la recolección de información, y se empleó una escala de cinco categorías. Se estableció la severidad de la enfermedad en función de las características fisiológicas visibles en las hojas, ramas y fuste, para luego ser comparados con árboles sanos. En la tabla 2 se presenta la escala para la determinación en cuanto a severidad, marchitez vascular y muerte regresiva (23).

**Tabla 2.** Escala empleada para determinar la severidad de la enfermedad de marchitez vascular y muerte regresiva en plantaciones de teca.

N°	Criterio
1	Árbol aparentemente sano
2	Hojas terminales cloróticas
3	Brotes de ramas muertas
4	50% de follaje muerto
5	Árbol muerto o con el 80% de tejidos muertos

El cálculo del índice de incidencia y severidad se obtuvo mediante la aplicación de la siguiente fórmula.

$$I.I \% = \frac{\sum \text{árboles enfermos}}{\sum \text{Total de individuos}} * 100$$

### **3.6.3. Identificación de escolítidos presentes en árboles de teca con muerte regresiva.**

En cada parcela se seleccionaron los árboles con diferentes grados sintomatológicos, usando la escala establecida por Ávila (23) (Tabla 1). Seleccionados los árboles, se midió el diámetro a la altura del 1,30m para posteriormente tumbarlos y medir la altura total. Cada árbol se seccionó cada 4 m. En cada sección se hizo revisión para detectar la presencia de galerías sin o con aserrín, indicador de que el escolítido ha construido galería.

Las secciones de los árboles que presenten perforaciones con aserrín se revisaron y se cortaron siguiendo la dirección de las galerías para recolectar los escolítidos presentes en el interior de la madera, los mismos serán colocados en frascos con alcohol a 70°.

Este material posteriormente fue identificado en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo en el laboratorio de biotecnología donde con la ayuda de un estereomicroscopio se revisaron los especímenes y se compararon con un testigo de identificación acreditado de la colección de Scolytinae de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

### **3.7. Índice de diversidad.**

El cálculo de índice de diversidad se lo realizó mediante la evaluación de los índices de Simpson y Shannon – Wiener, mediante el programa estadístico PAST 189 (21).

El índice de diversidad de Simpson se calculó usando la siguiente ecuación (21).

$$S=1- \sum pi^2$$

Donde:

S = índice de Simpson

Pi = Proporción del número de individuos de la especie i con respecto a N (Tamaño de la población).

Σ = Sumatoria

En la tabla 3 se describe la escala que se empleó para la interpretación de los resultados del índice de Simpson (21).

**Tabla 3.** Escala para la interpretación de resultados del índice de Simpson.

Valores	Significancia
0 – 0,33	Diversidad baja
0,34 – 0,66	Diversidad media
> 0,67	Diversidad alta

El índice de Shannon – Wiener se obtuvo empleando la ecuación que se indica a continuación (21).

$$H = \sum Ar + \ln Ar$$

Dónde:

H = Índice de Shannon-Wiener

Ar = Abundancia relativa

Ln = Logaritmo natural

$\Sigma$  = Sumatoria

En la tabla 4 se describe la escala que se empleó para la interpretación de los resultados del índice Shannon – Wiener (21).

**Tabla 4.** Escala para la interpretación de resultados del índice de Shannon – Wiener.

Valores	Significancia
0 a 1,35	Diversidad baja
1,36 a 3,5	Diversidad media
> 3,5	Diversidad alta

### 3.7.1. Abundancia.

Denominada también como abundancia absoluta, interpreta como el número de individuos de una misma especie, siendo la suma de las repeticiones el resultado de la misma. Para calcularla se aplicó la siguiente fórmula (22):

$$\text{Abundancia}(\%) = \frac{\text{Número de individuos de la especie}}{\text{Sumatoria de todas las especies}} * 100$$

### 3.7.2. Índice de Margaleff.

Para el cálculo de la riqueza se utilizó el índice de Margaleff, el cual se calculó mediante la siguiente fórmula (22):

$$DMg = \frac{S - 1}{\ln N}$$

Dónde:

DMg = Riqueza específica de Margaleff

S = Riqueza o número de especies dentro de la parcela

Ln = Logaritmo natural

N = Número total de individuos dentro de la parcela

### 3.7.3. Índice de Jaccard

Para calcular la similitud de los escolítidos en los tres sitios se empleó el índice Jaccard, que incorpora datos de abundancia permitiendo evaluar la composición de las especies de cada sitio de muestreo sin importar el tamaño de la muestra (9).

Para el cálculo de similitud de especies se utilizó el índice de Jaccard el cual se calculó mediante la siguiente fórmula (9):

$$IJ(\%) = \frac{C}{A+B-C} * 100$$

Donde:

IJ = Índice de Jaccard

A = Número de especies en el sitio A

B = Número de especies en el sitio B

C = Número de especies presentes en ambos sitios A y B, es decir que están compartidas

## 3.8. Materiales.

### 3.8.1. Materiales de campo.

- Receptor GPS navegador
- Cámara fotográfica
- Tablero

- Fundas
- Machete
- Moto sierra
- Cinta métrica
- Pintura en spray

### **3.8.2. Materiales de oficina.**

- Hojas A4
- Ordenador
- Impresora
- Lápiz
- Imagen satelital
- Pendrive
- Software informático
- Libros
- Artículos científicos
- Calculadora
- Software past

### **3.8.3. Materiales de laboratorio.**

- Cajas Pretri
- Pinzas
- Tubos de Eppendorf
- Estéreo microscopio
- Lupa de inspección e iluminación
- Frascos plásticos

#### **3.8.4. Reactivos.**

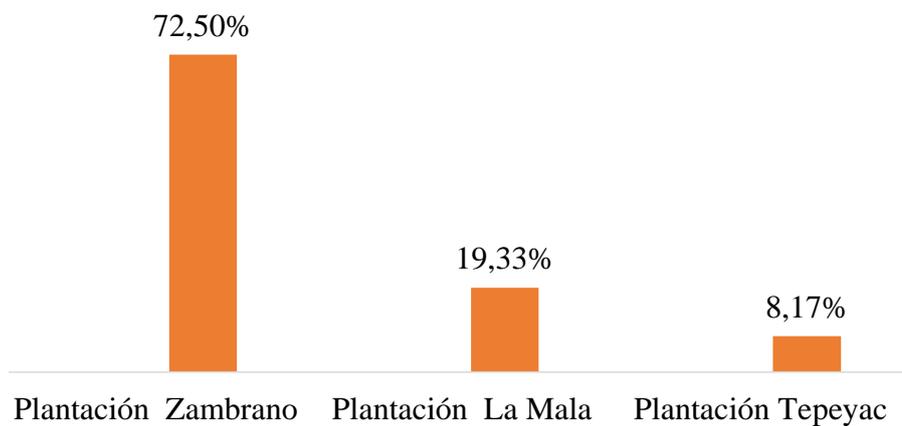
- Agua destilada
- Alcohol al 70%

**CAPÍTULO IV**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## 4.1. Resultados.

### 4.1.1. Abundancia de los insectos escolitinae presentes en árboles de teca con marchitez vascular y muerte regresiva en la parroquia San Mateo de provincia de Esmeraldas.

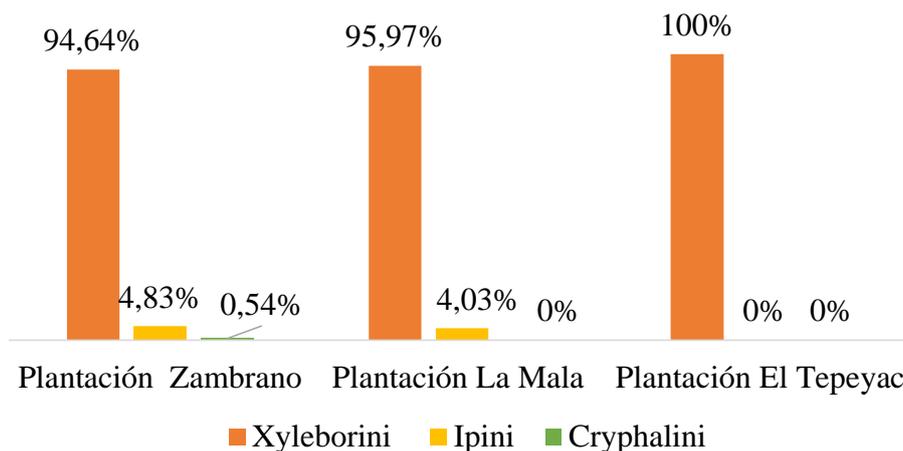
Se obtuvo un total 771 escolítidos, teniendo en el sitio 1 “Zambrano” el mayor número de individuos con un total de 559 (72,50%), seguido del sitio 2 “La Mala” con un número de 149 (19,33%), individuos, mientras que en el sitio 3 “El Tepeyac” que nos dio un total de 63 (8,17%), individuos. En las plantación donde se llevó a cabo la investigación se encontraron los siguientes escolítidos<sup>2</sup> en el árbol de teca, *Xyleborus affinis*, *Xyleborus ferrugineus*, *Coptoborus sp.*, *Premmobius cavipennis E*, *Hypothenemus sp.* (Figura 2).



**Figura 2.** Abundancia de especies presentes en tres sitios de estudio en la provincia de Esmeraldas

#### 4.1.1.1. Abundancia por tribu.

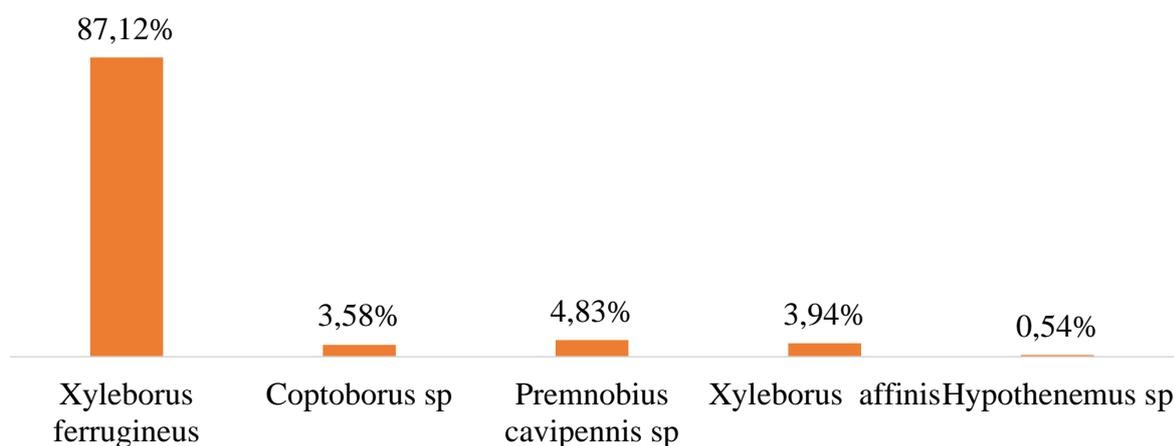
En el sitio 1,” (Zambrano)”, el mayor número de individuos recolectados fueron los que se encontraron presentes en las tribus *Xyleborini* con (94,64%), seguido de la tribu *Ipini* con (4,83%), y la tribu *Chyphalini* con un (0,54 %) mientras que en el sitio 2, “La Mala”, hubo mayor presencia de la tribu *Xyleborini* (95,97%), seguido de la tribu *Ipini* (4,03%), y menor presencia estuvo la tribu *Chyphalini* con (0 %). En el sitio 3, “ El Tepeyac”, la mayor presencia fue para la tribu *Xyleborini* con un (100%) mientras que hubo total ausencia de las tribus *Ipini* y *Cryphalini* con un 0% (Figura 3.)



**Figura 3.** Abundancia de insectos por tribu presentes en los sitios donde se realizó la investigación, en la parroquia San Mateo, provincia de Esmeraldas, 2018.

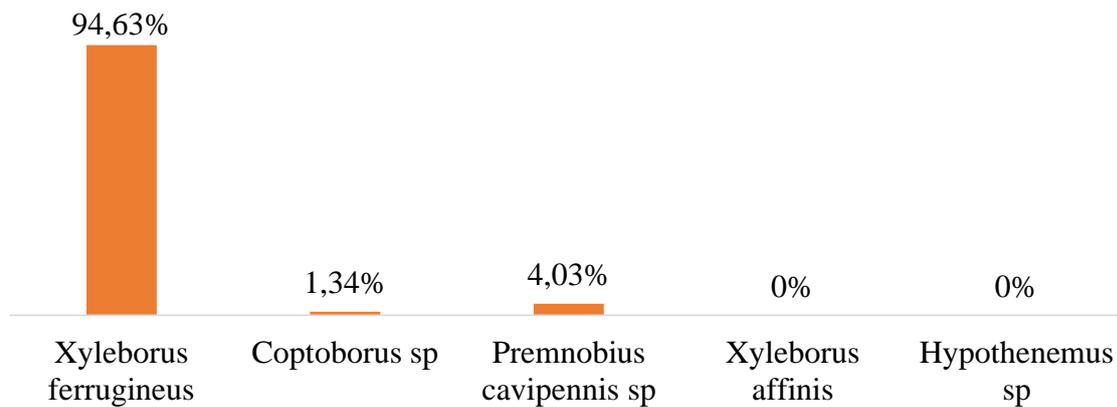
#### 4.1.2. Proporción de insectos en los 3 sitios.

En el sitio 1, “Zambrano”, la especie *Xyleborus ferrugineus* se la encontró en mayor abundancia (87,12 %) seguida de la especie *Premnobius cavipennis sp* (4,83 %), y en menor proporción las especies *Xyleborus affinis* (3,94%), *Coptoborus sp* (3,58%), e *Hypothenemus* con (0,54%) (Figura 4).



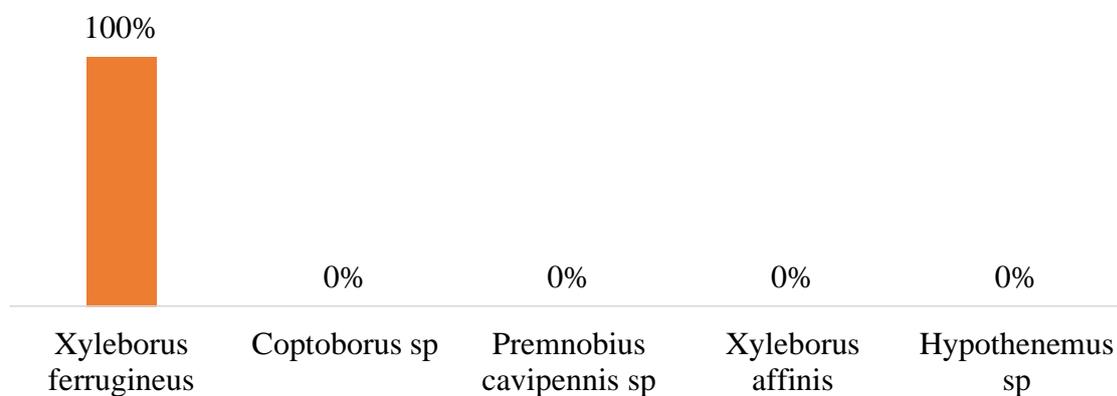
**Figura 4.** Proporción de insectos en el sitio Zambrano, ubicado en la parroquia San Mateo, provincia de Esmeraldas, 2018.

En el sitio 2, “La Mala”, la especie *Xyleborus ferrugineus* representó la mayor en mayor proporción de (94,63%) seguida de la especie *Premnobius cavipennis sp* (4,03%), y en menor proporción la especie *Coptoborus sp* (1,34%), mientras que hubo total ausencia de *Hypothenemus* y *Xyleborus affinis* con un 0% (Figura 5).



**Figura 5.** Proporción de insectos en el sitio La Mala ubicado en la parroquia San Mateo, provincia de Esmeraldas, 2018.

En el sitio 3, “Tepeyac” se encontró mayor abundancia de la especie *Xyleborus ferrugineus* con 100 % mientras que hubo una ausencia total de las demás especies (Figura 6).



**Figura 6.** Proporción de insectos en el sitio El Tepeyac ubicado en la parroquia San Mateo, provincia de Esmeraldas, 2018.

#### 4.1.3. Presencia / ausencia de insectos en los tres sitios de estudio.

*Xyleborus ferrugineus* se encontró presente en los tres sitios de estudio mientras que el *Coptoborus sp* y *Premnobius cavipennis* sólo en dos sitios. Por último, *Xyleborus affinis*, *Hypothenemus sp* están presentes sólo en un sitio.

En la siguiente tabla 5 se muestra la presencia/ausencia de insectos en los tres sitios de estudio.

**Tabla 5.** Presencia/ausencia de insectos en los tres sitios de estudio ubicado en la parroquia San Mateo, provincia de Esmeraldas, 2018.

Tribu	Especie	Plantación Zambrano	Plantación La Mala	Plantación El Tepeyac	Número de unidades
<i>Xyleborine</i>	<i>Xyleborus ferrugineus</i>	x	x	x	3
<i>Xyleborine</i>	<i>Xyleborus affinis</i>	x			1
<i>Xyleborine</i>	<i>Coptoborus sp.</i>	x	x		2
<i>Ipini</i>	<i>Premnobius cavipenis</i>	x	x		2
<i>Cryphalini</i>	<i>Hypothenemus sp</i>	x			1

#### 4.1.4. Diversidad y riqueza de insectos en los tres sitios del estudio forestales.

El índice de Simpson expone mayor valor en el sitio 1, “Zambrano” con un valor de 0,2358, seguido del sitios 2, “La Mala” con 0,1027, y por último el sitio 3, “Tepeyac” con un valor de 0, los tres sitios de estudio obtuvieron una diversidad baja, ponderación establecida en la tabla 3 de la metodología (Tabla 6).

El índice de Shannon – Wiener expone mayor valor en el sitio 1, “Zambrano” con un valor de 0,541, seguido del sitio 2, “La Mala” con 0,2394, y por último el sitio 3, “El Tepeyac” con un valor de 0, los tres sitios de estudio obtuvieron una diversidad baja, ponderación establecida en la tabla 4 de la metodología (Tabla 6).

De acuerdo con el índice de Margalef determino una mayor riqueza en el sitio 1, “Zambrano” con un valor de 0,6323, y menor riqueza presentó el sitio 3, “El Tepeyac” con un valor de 0 (Tabla 6).

**Tabla 6.** Diversidad y riqueza de insectos en los tres sitios de estudio ubicado en la parroquia San Mateo, provincia de Esmeraldas, 2018.

Índice de diversidad	Plantación Zambrano	Plantación La Mala	Plantación El Tepeyac
Taxa_S	5	3	1
Individuals	559	149	63
Simpson_1-D	0,2358	0,1027	0
Shannon_H	0,541	0,2394	0
Margalef	0,6323	0,3997	0

#### 4.1.5. Índice de similitud de Jaccard dentro de los tres sitios de estudio.

El índice de Jaccard demostró que entre los sitios de estudio 1 y 2 “Zambrano” y “La Mala” existe mayor similitud con un ( $c_j = 0,6$ ); seguido del sitio 2 “La Mala” y el sitio 3 “Tepeyac” ( $c_j = 0,33$ ); y se similitud en los sitios 3 “El Tepeyac” y sitio 1 “Zambrano” con ( $c_j = 0,2$ ).

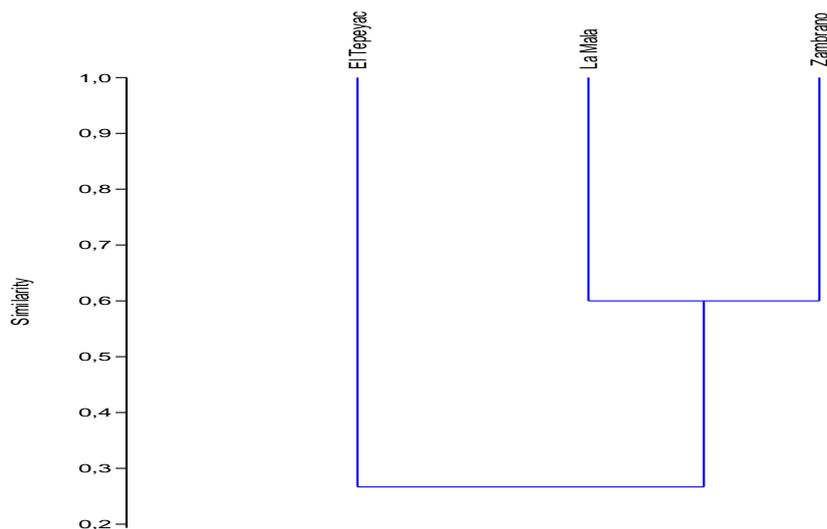
En la tabla 7 se presentaron los índices de similitud de Jaccard de los tres sitios de estudio.

**Tabla 7.** Se presenta el Índice de similitud de Jaccard dentro de los tres sitios de estudio ubicado en la parroquia San Mateo, provincia de Esmeraldas, 2018.

Plantaciones	Zambrano	La Mala	El Tepeyac
Zambrano	1	0,6	0,2
La Mala		1	0,33333
El Tepeyac			1

#### 4.1.6. Dendrograma de similitud Jaccard de los tres sitios de estudio.

Con respecto a la variables de similitud en cuanto a los sitios de estudio, se puede observar que existe similitud entre los sitios 1,”Zambrano” y el sitio 2,”La Mala”, y entre el sitio 2,”La Mala” y el sitio 3,”El Tepeyac”. Los sitios de menor similitud de especie fueron los sitios 3, “El Tepeyac” y el sitio 1, “Zambrano” (Figura. 7).



**Figura 7.** Dendrograma de similitud de especies de Jaccard entre los tres sitios de estudio en la presente investigación.

#### 4.1.7. Incidencia, severidad de la enfermedad y variables dasométricas en el Sitio de estudio 1 “Zambrano”.

**Incidencia:** Esta plantación tiene 7 años de edad, con una densidad promedio inicial de 813 y promedio actual 653 árboles por ha<sup>-1</sup>.

Se encontró un promedio de 1 árbol muerto, 6 árboles enfermos y 27 árboles sanos por parcela de 500 m<sup>2</sup>. Por lo tanto estos resultados representaron una incidencia de la enfermedad de 17,1 % (Tabla 8).

**Tabla 8.** Incidencia de la enfermedad marchitez vascular y muerte regresiva en tres parcelas de *T. grandis* en una plantación de 7 años de edad, ubicada en la parroquia San Mateo, provincia de Esmeraldas, 2018.

Nº. Parcela	Árboles ha <sup>-1</sup> (Densidad)	Nº. árboles por parcela	Árboles sanos	Árboles enfermos	Árboles muertos	Incidencia (%)
1	560	28	24	3	1	14,3
2	660	33	27	5	1	18,2
3	740	37	30	7	0	18,9
<b>Promedio</b>	<b>653</b>	<b>27</b>	<b>27</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>17,1</b>
<b>Árb. ha<sup>-1</sup></b>	<b>-----</b>	<b>-----</b>	<b>540</b>	<b>120</b>	<b>20</b>	<b>-----</b>

**Severidad:** El porcentaje más alto de árboles enfermos se encontraron en la categoría 2, lo cual constituye una severidad de 15,2 %. La sintomatología que indica esta categoría es de hojas terminales cloróticas. El menor porcentaje de árboles enfermos se encontraron en las categorías 3,4 y 5 (Tabla 9).

**Tabla 9.** Severidad de la enfermedad marchitez vascular y muerte regresiva en tres parcelas de *T. grandis* en una plantación de 7 años de edad, ubicada en la parroquia San Mateo, provincia de Esmeraldas 2018.

Nº. Parcela	Nº. de árboles por escala *					Árboles enfermos	Nº. árboles por parcela	Árboles ha <sup>-1</sup> (Densidad)
	1	2	3	4	5			
1	24	3	0	0	1	4	28	560
2	27	4	1	0	1	6	33	660
3	30	7	0	0	0	7	37	740
<b>Promedio</b>	<b>27</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>33</b>	<b>653</b>
<b>%</b>	<b>81,8</b>	<b>15,2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3,0</b>	<b>-----</b>	<b>-----</b>	<b>-----</b>

**Análisis de las variables dasométricas:** El comportamiento de los árboles en el sitio de estudio 1, “Zambrano” fue uniforme, según los datos obtenidos, donde la altura promedio es de 13,29 y 14,09 m, mientras que el DAP varía entre 16,69 cm y 19,23 cm (Tabla 10).

**Tabla 10.** Variables dasométricas en las tres parcelas de *T. grandis* en una plantación de 7 años de edad ubicada en San Mateo, provincia de Esmeraldas 2018.

N° Parcela	Árboles ha <sup>-1</sup> (Densidad)	N°. árboles por parcela	Altura (m)			DAP (cm)		
			Máx.	Media	Mín.	Máx.	Medio	Mín.
1	560	28	16	13,29	4	27,63	19,23	5,86
2	660	33	16	14,09	10	25,3	18,5	11,1
3	740	37	17	13,66	8	23,6	16,69	9,9

#### 4.1.8. Incidencia, severidad de la enfermedad y variables dasométricas en el sitio de estudio 2 “La Mala”.

**Incidencia:** Esta plantación tiene 7 años de edad, con una densidad promedio inicial de 767 y promedio actual 553 árboles por ha<sup>-1</sup>.

Se encontró un promedio de 0 árboles muertos, 3,3 árboles enfermos y 23 árboles sanos por parcela de 500 m<sup>2</sup>. Por lo tanto estos resultados representaron una incidencia de la enfermedad de 13,6 % (Tabla 11).

**Tabla 11.** Incidencia de la enfermedad marchitez vascular y muerte regresiva en tres parcelas de *T. grandis* en una plantación de 7 años de edad, ubicada en la parroquia San Mateo, provincia de Esmeraldas, 2018.

N°. Parcela	Árboles ha <sup>-1</sup> (Densidad)	N°. árboles por parcela	Árboles sanos	Árboles enfermos	Árboles muertos	Incidencia (%)
1	460	23	19	3	1	17,4
2	740	37	32	5	0	13,5
3	400	20	18	2	0	10
<b>Promedio</b>	<b>533</b>	<b>27</b>	<b>23</b>	<b>3,3</b>	<b>0</b>	<b>13,6</b>
<b>Árb. ha<sup>-1</sup></b>	<b>-----</b>	<b>-----</b>	<b>360</b>	<b>180</b>	<b>0</b>	<b>-----</b>

**Severidad:** El porcentaje más alto de árboles enfermos se encontraron en la categoría 2, lo cual constituye una severidad de 11,1 %. La sintomatología que indica esta categoría es de hojas terminales cloróticas. El menor porcentaje de árboles enfermos se encontraron en las categorías 3,4 y 5 (Tabla 12).

**Tabla 12.** Severidad de la enfermedad marchitez vascular y muerte regresiva en tres parcelas de *T. grandis* en una plantación de 7 años de edad, ubicada en San Mateo, provincia de Esmeraldas 2018.

N° Parcela	N°. de árboles por escala *					Árboles enfermos	N°. árboles por parcela	Árboles ha <sup>-1</sup> (Densidad)
	1	2	3	4	5			
1	19	3	0	0	1	4	23	460
2	32	3	1	1	0	5	37	740
3	18	2	0	0	0	2	20	400
<b>Promedio</b>	<b>23</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>27</b>	<b>533</b>
%	<b>85,1</b>	<b>11,1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	-----	-----	-----

**Análisis de las variables dasométricas:** El comportamiento de los árboles en el sitio 2 La Mala es uniforme, según los datos obtenidos, donde la altura promedio es de 14,53 y 16 m, mientras que el DAP varió entre 15,29 cm y 20,25 cm (Tabla 13).

**Tabla 13.** Variables dasométricas en tres parcelas de *T. grandis* en una plantación de 7 años de edad ubicada en San Mateo, provincia de Esmeraldas, 2018.

N° Parcela	Árboles ha <sup>-1</sup> (Densidad)	N°. árboles por parcela	Altura (m)			DAP (cm)		
			Máx.	Media	Mín.	Máx.	Medio	Mín.
<b>1</b>	560	28	22	15,17	10	31,51	20,25	11,46
<b>2</b>	660	33	24	14,53	7	24,2	15,29	8,9
<b>3</b>	740	37	22	16	10	30,2	19,87	11,1

#### 4.1.9. Sitio de estudio 3 “Tepeyac” - incidencia, severidad de la enfermedad y variables dasométricas.

**Incidencia:** Esta plantación tiene 7 años de edad, con una densidad promedio inicial de 800 y promedio actual 707 árboles por ha<sup>-1</sup>.

Se encontró un promedio de 0 árboles muertos, 4,7 árboles enfermos y 30,3 árboles sanos por parcela de 500 m<sup>2</sup>. Por lo tanto estos resultados representaron una incidencia de la enfermedad de 14,1 % (Tabla 14).

**Tabla 14.** Incidencia de la enfermedad marchitez vascular y muerte regresiva en tres parcelas de *T. grandis* en una plantación de 7 años de edad, ubicada en la parroquia San Mateo, provincia de Esmeraldas, 2018.

Nº. Parcela	Árboles ha <sup>-1</sup> (Densidad)	Nº. árboles por parcela	Árboles sanos	Árboles enfermos	Árboles muertos	Incidencia (%)
1	720	36	31	5	0	13,8
2	720	36	30	5	0	16,7
3	680	34	30	4	0	11,8
<b>Promedio</b>	<b>707</b>	<b>35,3</b>	<b>30,3</b>	<b>4,7</b>	<b>0</b>	<b>14.1</b>
<b>Árb. ha<sup>-1</sup></b>	<b>-----</b>	<b>-----</b>	<b>606</b>	<b>94</b>	<b>0</b>	<b>-----</b>

**Severidad:** El porcentaje más alto de árboles enfermos se encontraron en la categoría 2, lo cual constituye una severidad de 33,0 %. La sintomatología que indica esta categoría es de hojas terminales cloróticas. El menor porcentaje de árboles enfermos se encontraron en las categorías 3,4 y 5 (Tabla 15).

**Tabla 15.** Severidad de la enfermedad marchitez vascular y muerte regresiva en tres parcelas de *T. grandis* En una plantación de 7 años de edad, ubicada en San Mateo, provincia de Esmeraldas, 2018.

Nº. Parcela	Nº. de árboles por escala *					Árboles enfermos	Nº. árboles por parcela	Árboles ha <sup>-1</sup> (Densidad)
	1	2	3	4	5			
1	25	11	0	0	0	11	36	720
2	18	17	1	0	0	18	36	720
3	27	7	0	0	0	7	34	680
<b>Promedio</b>	<b>23,3</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>35,3</b>	<b>707</b>
<b>%</b>	<b>66</b>	<b>33,0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>-----</b>	<b>-----</b>	<b>-----</b>

**Análisis de las variables dasométricas:** El comportamiento de los árboles en el sitio de estudio 3 El Tepeyac es uniforme según los datos obtenidos en el trabajo de investigación donde la altura promedio es de 9 y 14,5 mientras que el DAP varía entre 10,72 cm y 15,2 cm (Tabla 16).

**Tabla 16.** Variables dasométricas en tres parcelas de *T. grandis* en una plantación de 7 años de edad ubicada en San Mateo perteneciente a la provincia de Esmeraldas, 2018.

Nº. Parcela	Árboles ha <sup>-1</sup> (Densidad)	Nº. árboles por parcela	Altura (m)			DAP (cm)		
			Máx.	Media	Mín.	Máx.	Medio	Mín.
<b>1</b>	720	36	12	9,92	4	14,45	10,72	1,21
<b>2</b>	720	36	13	10,32	7	47,5	15,2	8,59
<b>3</b>	680	34	14,5	12,31	3	18,88	13,43	3,82

## 4.2. Discusión

Los escolítidos constituyen una importante familia de insectos pertenecientes al orden coleóptera, representados por unas seis mil especies que se conocen comúnmente como escolítidos descortezadores (25).

Los escolítidos, de acuerdo con su forma de alimentarse, se conocen como escarabajos descortezadores o ambrosiales; presentan diferentes adaptaciones a ciertos huéspedes o a partes particulares de los mismos, algunos son monófagos y otros polífagos con preferencias para invadir árboles muertos, recién cortados, viejos o moribundos muchos prefieren estos últimos y pueden atacar árboles vivos bajo ciertas condiciones (28).

La mayoría de las investigaciones sobre estos insectos en México y en otros países se han enfocado en el estudio de los descortezadores de los pinos y en especial en el de las especies de *Dendroctonus*. En Tabasco se han registrado las especies *Xyleborus volvulus*, *X. ferrugineus* y *Xylosandrus morigerus*, consideradas como plagas de importancia que afectan a las plantaciones y de esta manera a la economía de zonas tropicales de México. En las plantaciones de teca en las cuales se realizó esta investigación se encontraron estas especies de escolítidos lo cual coincide con la investigación antes mencionada (28).

Se encontró un complejo de por lo menos cuatro especies del género *Xyleborus ferrugineus* perforando el fuste en las plantaciones de *Acacia mangium* en Córdoba “España”. El daño se detecta inicialmente por perforaciones en la corteza externa, que también compromete la albura, con presencia de manchado, posiblemente producto de los hongos asociados a su actividad de alimentación, por lo que se conocen también como insectos de ambrosia (26). En la presente investigación la especie *Xyleborus ferrugineus*, fue reportada en proporciones considerables en los tres sitios de estudio teniendo similitud con la investigación que se realizó en Córdoba “España”.

En la parroquia San Mateo donde se realizó la investigación, el ataque de los escolítidos fue algo severo observándose necrosis en la corteza externa del área atacada. Las larvas formaron pequeñas galerías en la parte interna del árbol, normalmente estas tienen forma de Zig – Zag. Esto tiene similitud con la investigación realizada en una plantación de *Acacia mangium* en Córdoba “España”, la cual mostro en la corteza del fuste de árboles con afectación incipiente, se observaron punteaduras y perforaciones de 0,7 mm de diámetro, de

color negro ocasionadas por los adultos, y la extrusión de tacos del aserrín producto de la perforación (26).

En la presente investigación se determinó que el *Premnobius cavipenis* tuvo una baja presencia en las plantaciones donde se realizó el estudio mientras que el *Xyleborus ferrugineus*, *Xyleborus affinis*, tuvieron mayor presencia. En un estudio realizado en México sobre escolítidos pladitinos, demostró que existió mayor abundancia del *Premnobius cavipenis* en plantaciones de pino (27).

En la ciudad de México se realizó un estudio sobre la diversidad de escolítidos asociados al agroecosistema donde se encontraron las especies *X. volvulus* (16%), *X. affinis* (15%), *Hypothenemus eruditus* (16%), *H. birmanus* (15%) y *Premnobius cavipennis* (9%) fueron las que en conjunto presentaron la mayor abundancia, con el 71% (28). En esta investigación de igual manera se encontró mayor presencia de *Xyleborus ferrugineus*, seguido de *Premnobius cavipnis*, *Coptoborus sp.*, *Xyleborus affinis*.

**CAPÍTULO V**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1. Conclusiones

De los tres sitios de estudio, el sitio 1, Zambrano, fue el que presentó la mayor abundancia de individuo, con 72,50% en contraste con el sitio de estudio 2 La Mala con un número de individuo de 19,33% y con menor abundancia el sitio de estudio 3 El Tepeyac con 8,17%.

Las tribus de insectos presentes en las plantaciones fueron las siguientes: sitio 1 Zambrano y sitio 2 La Mala *Xyleborini*, seguida de la tribu *Ipini* y *Cryphalini*, mientras que en el sitio 3 El Tepeyac solo hubo presencia de *Xyleborini*.

En esta investigación la especie *Xyleborus ferrugineus* se encontró presente en todas las plantaciones de la zona de estudio mientras que *Coptoborus sp.* y el *Premnobius cavipenis* sólo se encontraron en dos plantaciones y el *Hypothenemus sp* se encontró presente en una plantación al igual que el *Xyleborus affinis*.

El índice de Simpson expone mayor valor en el sitio 1, “Zambrano” con un valor de 0,2358, seguido del sitios 2, “La Mala” con 0,1027, y por último el sitio 3, “Tepeyac” con un valor de 0, los tres sitios de estudio obtuvieron una diversidad baja, ponderación establecida en la tabla 3 de la metodología .

El índice de Shannon – Wiener expone mayor valor en el sitio 1, “Zambrano” con un valor de 0,541, seguido del sitio 2, “La Mala” con 0,2394, y por último el sitio 3, “El Tepeyac” con un valor de 0, los tres sitios de estudio obtuvieron una diversidad baja, ponderación establecida en la tabla 4 de la metodología .

De acuerdo con el índice de Margalef determino una mayor riqueza en el sitio 1, “Zambrano” con un valor de 0,6323, y menor riqueza presentó el sitio 3, “El Tepeyac” con un valor de 0.

El índice de Jaccard demostró que entre los sitios de estudio 1 y 2 “Zambrano” y “La Mala” existe mayor similitud con un  $(c_j = 0,6)$ ; seguido del sitio 2 “La Mala” y el sitio 3 “Tepeyac”  $(c_j = 0,33)$ ; y se similitud en los sitios 3 “El Tepeyac” y sitio 1 “Zambrano” con  $(c_j = 0,2)$ .

En incidencia de la enfermedad el sitio 1, “Zambrano” reflejo el valor más alto con una incidencia promedio de 17,1 % mientras que en el sitio 3, “El Tepeyac ” con una incidencia promedio de 14,1 % y por último el valor más bajo el sitio 2, “ La Mala ” con una incidencia promedio de 13,6 %.

## **5.2. Recomendaciones**

- Realizar más investigaciones sobre estos insectos y sus posibles enemigos naturales.
- Elaborar un estudio sobre las afectaciones que tendría en la estructura de la madera de los árboles infectados en diferentes estados de ataque.
- Realizar más estudios en el país a nivel de insectos en cuanto a dinámica poblacional y diversidad, ya que no existe mucha información relevante respecto a este tema.

**CAPÍTULO VI**  
**BIBLIOGRAFÍA**

## 6.1. Bibliografía

1. FAO, 2000. Una visión general de los recursos mundiales de teca y de los elementos que influyen en sus perspectivas de futuro. (En línea). Consultado el 27 de junio del 2018. Disponible en: <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/X4565S/X4565s02.PDF>
2. Vaca. A. 2015. Exportación de madera teca: efecto económico y ambiental en el Ecuador. (En línea). Consultado el 27 de junio del 2018. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/12131/1/TESIS-EXPORTACION-DE-MADERA-TECA-Varinia-Vaca-Vizcarra-4-2%20%283%29.pdf>
3. Fonseca. W. 2006. Manual para la comercialización de teca Costa Rica. (En línea). Consultado el 27 de junio del 2018. Disponible en: [http://www.sirefor.go.cr/Documentos/Reforestacion/2004\\_Fonseca\\_ManualProductoresTeca.pdf](http://www.sirefor.go.cr/Documentos/Reforestacion/2004_Fonseca_ManualProductoresTeca.pdf)
4. Vaca. V. 2015. Grandes Exportaciones de teca efecto económico y ambiental en el Ecuador. (En línea). Consultado el 27 de junio del 2018. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/12131/1/TESIS-EXPORTACION-DE-MADERA-TECA-Varinia-Vaca-Vizcarra-4-2%20%283%29.pdf>
5. Ecuador Forestal. 2012. Ficha técnica No. 1 TECA. (En línea). Consultado el 27 de junio del 2018. Disponible en: <http://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-de-especies-forestales/ficha-tecnica-no-1-teca/>
6. Hernández. S. 2017. Establecimiento de criterios técnicos para el mejoramiento y expansión de una plantación de Teca (En línea) Consultado el 28 de junio de 2018. Disponible en: <https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitsstream/10596/12371/1/68295940.pdf>
7. Acevedo. N. 2015. Indicadores de calidad del suelo en el cultivo de la Teca (En línea). Consultado el 28 de junio del 2018. Disponible en: <http://bdigital.unal.edu.co/50878/1/88157775.2015.pdf>

8. Xol. L. 2017. Evaluación del volumen de plantaciones forestales de teca. (En línea). Consultado el 28 de junio del 2018. Disponible en: <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2017/06/22/Xol-Luis.pdf>
9. Chao A, Chazdon R, Colwell R, Shen T. un nuevo método estadístico para la evaluación de las similitudes en la composición de especies con datos de diversidad, incidencia y abundancia. 2005. Monografías tercer milenio.
10. Orellana J. Determinación de Índices de diversidad Florística Arbórea en las parcelas permanentes de muestreo del valle sacta. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba- Bolivia. pp 49. 2009.
11. López, S. Romon, P. Iturrondobeitia, J. Goldarazena, A. Los escolítidos de las coníferas del país vasco guía práctica para su identificación y control ( En línea) Consultado el 2 de agosto del 2018. Disponible en: <http://www.avisosneiker.com/wp-content/uploads/2011/02/Guia-practica-de-identificacion-y-control-de-los-escol%C3%ADtididos-de-las-coniferas-del-Pais-Vasco.pdf>
12. Sauvard D. 2004. General Biology of Bark Beetles. 63-88 pp. En: F Lieutier, KR Day, A Battisti, JC Grégoire, HF Evans (Eds.). Bark and Wood Boring Insects in Living Trees in Europe, a Synthesis. Kluwer Academic Publishers, Dordercht The Netherlands. 569 pp.
13. Gries G. 1984. Zur Bedeutung des Reifungsfrasses für die Dispersion des Kupferstechers, *Pityogenes chalcographus* L. (Coleoptera: Scolytidae). Zeitschrift für Angewandte Zoologie, 73: 267-279.
14. Langström, B. 1983. Life cycles and shoot feeding of the pine shoot beetles. *Studia Forestalia Suecica*, 163: 1-29.

15. Monreal, J; Serrano, A. Los Escolítidos (Coleoptera, Scolytidae) del Pino Carrasco (*Pinus halepensis* Miller) en la Provincia de Albacete. Medios de Control Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias forestales. 2000.10(1):79-84
  
16. Faucheux M. 1989. Morphology of the antennal club in the male and female bark beetles *Ips sexdentatus* (Boern.) and *Ips typographus* L. (Coleoptera: Scolytidae). Annales de Sciences Naturelles Zoologie et Biologie Animale, 10: 231-243.
  
17. Wood, S. Bark and ambrosia beetle of South America ( Coleoptera, Scolytidae). First edition. Brigham Young University. Provo, United States of America.2007.
  
18. Flores, T.; Crespo, R.; Cabezas, F. Plagas y Enfermedades en Plantaciones de Teca (*Tectona grandis* L.f) en la zona de Balzar, provincia del Guayas. Ciencia y Tecnología. 2010; 3(1): 15-22.
  
19. Gil, Z. Bustillo, D. Gómez, y P. Marín. 2004. *Corthylus* n. sp. (Coleoptera: Scolytidae), plaga del aliso en la cuenca de río Blanco en Colombia. Revista Colombiana de Entomología, 30(2):171-178.
  
20. Francke-Grosmann, H. 1967. Ectosimbiosis in wood – inhabiting beetles. In: Henry, S. (ed.). Symbiosis. Academic Press. New York pp 391.
  
21. Aguirre, Z. 2013. Guía de métodos para medir la biodiversidad : Universidad Nacional de Loja, Área agropecuaria y de recursos naturales renovables; Loja Ecuador pp 82.
  
22. Basurto, G.; Caliz J. 2016 Dinámica poblacional y diversidad de los insectos coleópteros: curculionidae: scolytinae en los bosques nublaos sub-tropicales y húmedos tropicales de los cantones La Mana, provincia de Cotopaxi y Mocache, provincia de Los Ríos. Tesis de Ingeniería Forestal . Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador. pp 66.
  
23. Ávila, A. 2016. Identificación de microorganismos fúngicos asociados a la enfermedad de muerte regresiva en plantaciones de *Tectona grandis* L.f (teca) en

la zona central del tropico húmedo Ecuatoriano. Tesis de Ingeniería Forestal .  
Quevedo-Ecuador. pp 80.

24. Veintimilla, V. Caracterización de aguas residuales domésticas generadas en la parroquia Tachina del cantón Esmeralda (En línea). Consultado el 8 de septiembre del 2018 Disponible en: <https://repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/123456789/433/1/VEINTIMILLA%20ACOSTA%20MARIA%20VANESSA.pdf>
25. FAO, 2003. Control biológico. (En línea) Consultado el 18 de octubre del 2018. Disponible en: [http://www.fao.org/tempref/GI//Reserved/FTP\\_FaoCu/docrep//fitosanidad/2003/7\(1\)03.pdf](http://www.fao.org/tempref/GI//Reserved/FTP_FaoCu/docrep//fitosanidad/2003/7(1)03.pdf)
26. Medina, L.; Pinzon A. 2011. Insectos fitófagos en plantaciones comerciales de *Acacia mangun*. Colombia Forestal. 14(2):175-188.
27. Quezada, R; Jiménez, E.; Martínez, E; Padilla, J. 2014. Escolítidos y Platipodinoscoleóptera courcolionidae atraídos a trampas Zapotitlan las Salinas Puebla, México Scielo ; 30(3): 625-636.
28. Pérez, M.; Cruz, D.; Martínez.; A.; Romero, J.; Sánchez, S.; García, E. Diversidad y fluctuación población y plantas huésped asociados con agrosistemas cacao en Tabasco, Mexico Scielo .2009; 80:779-791.

**ANEXOS**

**Anexo 1.** Escolítidos presentes en los tres sitios de estudio.

Especie	Sitio 1, Zambrano	Sitio 2, La Mala	Sitio 3, El Tepeyac	Sumatoria
<i>Xyleborus ferrugineus</i>	487	135	63	685
<i>Coptoborus sp</i>	20	4	0	24
<i>Premmnobius cavipennis sp</i>	27	10	0	37
<i>Xyleborus affinis</i>	22	0	0	22
<i>Hypothenemus sp</i>	3	0	0	3
<b>Sumatoria</b>	<b>559</b>	<b>149</b>	<b>63</b>	<b>771</b>

**Anexo 1.** Resumen de escolítidos presentes en árboles de tecla de sitio 1, Zambrano.

<b>Sitio 1, Zambrano Numero de Árboles</b>									
ESPECIES	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Xyleborus ferrugineus</i>	106	15	108	55	140	23	1	16	23
<i>Coptoborus sp</i>	0	4	0	0	16	0	0	0	0
<i>Premmobius cavipennis sp</i>	0	0	0	0	27	0	0	0	0
<i>Xyleborus affinis</i>	0	0	0	22	0	0	0	0	0
<i>Hypothenemus sp</i>	0	0	0	3	0	0	0	0	0
<b>Sumatoria</b>	<b>106</b>	<b>19</b>	<b>108</b>	<b>80</b>	<b>183</b>	<b>23</b>	<b>1</b>	<b>16</b>	<b>23</b>
<b>Promedio</b>	<b>35,33</b>	<b>6,33</b>	<b>36</b>	<b>26,67</b>	<b>61,00</b>	<b>7,67</b>	<b>0,33</b>	<b>5,33</b>	<b>7,67</b>

**Anexo 2.** Resumen de escolítidos presentes en árboles de tecla del sitio 2, La Mala.

<b>Sitio 2, La Mala Numero de Árboles</b>									
ESPECIES	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Xyleborus ferrugineus</i>	9	0	10	11	33	9	21	24	24
<i>Coptoborus sp</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Premmobius cavipennis sp</i>	0	0	4	0	0	0	0	0	2
<i>Xyleborus affinis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hypothenemus sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Sumatoria</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>11</b>	<b>33</b>	<b>9</b>	<b>21</b>	<b>24</b>	<b>26</b>
<b>Promedio</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>5,33</b>	<b>3,67</b>	<b>11</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>8,67</b>

**Anexo 4.** Resumen de escolítidos presentes en árboles de teca del sitio 3, El Tepeyac

<b>Sitio 3, El Tepeyac Numero de Árboles</b>									
ESPECIES	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Xyleborus ferrugineus</i>	12	9	8	7	5	8	7	2	5
<i>Coptoborus sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Premmobius cavipennis sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Xyleborus affinis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hypothenemus sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Sumatoria</b>	12	9	8	7	5	8	7	2	5
<b>Promedio</b>	4	3	2,67	2,33	1,67	2,67	2,33	0,67	1,67

**Anexos 5. Trabajo de campo.**



**Foto 1.** Toma de coordenadas



**Foto 2.** Revisión de galerías

**Anexo 6. Identificación de insectos en el laboratorio.**



**Foto 1.** Identificación de insectos



**Foto 2.** Muestras de laboratorio



**Foto 3.** *Xyleborus Affinis*.



**Foto 4.** *Xyleborus Ferrugineus*



**Foto 5.** *Coptoborus sp*



**Foto 6.** *Premmobius Cavipennis E*



**Foto 6.** *Hypothenemus sp*

Quevedo, 30 de Noviembre del 2018

Ing. Mercedes Carranza Patiño

Decana de la Facultad de Ciencias Ambientales

Presente.

Cordialmente informo a usted que he revisado y subido a la plataforma URKUND el Proyecto de Investigación titulado “Escolítidos asociados en árboles de *Tectona grandis* L.f. (teca) enfermos con marchitez vascular y muerte regresiva en la provincia de Esmeraldas, año 2018.”, perteneciente al Candidato a Ingeniero Forestal, Srta. Sandy Lissette Valencia Merchan . Comunico a usted que según el análisis realizado y posterior informe enviado por la plataforma URKUND, el Proyecto de Investigación antes mencionado presenta un 97% de originalidad y un 3% de similitud con otros trabajos publicados.

Particular que pongo a su conocimiento para los fines pertinentes. Adjunto reportes de plataforma URKUND donde consta informe.

Atte:

Ing. For. Rolando López Tobar M.sc.

Tutor

## Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** SANDY\_VALENCIA\_PROYECTO\_FINAL.docx (D43131357)  
**Submitted:** 10/26/2018 9:41:00 PM  
**Submitted By:** rlopez@uteq.edu.ec  
**Significance:** 3 %

### Sources included in the report:

TESIS\_AVEROS\_SUAREZ\_JOSELYN\_2017\_.docx (D27047103)  
[http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/12131/1/TESIS-EXPORTACION-DE-MADERA-TECA-Varinia-Vaca-Vizcarra-4-2%20\(3\).pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/12131/1/TESIS-EXPORTACION-DE-MADERA-TECA-Varinia-Vaca-Vizcarra-4-2%20(3).pdf)

### Instances where selected sources appear:

7

