



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES**

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

**INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN
CURRICULAR, MODALIDAD PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

TEMA:

**“ANÁLISIS DE ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DE PLAGAS
EN *Terminalia amazonia* (JFGmel.) Exell”**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniera Forestal

Línea de investigación: Desarrollo agropecuario y forestal sostenible

Autor: Martha Cecilia Castillo Caicedo

Director: Ing. Eduardo Jaime Chagna Ávila Mgs.

Ibarra – noviembre 2024



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD	DE	1004131510	
APELLIDOS Y NOMBRES	Y	Castillo Caicedo Martha Cecilia	
DIRECCIÓN		Coop. Imbabura 3-174	
EMAIL		mccastilloc@utn.edu.ec	
TELÉFONO FIJO	NA	TELF. MOVIL	0968406859

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“Análisis de estrategias para el control de plagas en <i>Terminalia amazonia</i> (JFGmel.) Exell”
AUTOR (ES):	Castillo Caicedo Martha Cecilia
FECHA:	8 de noviembre de 2024
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
CARRERA/ PROGRAMA:	GRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Forestal
DIRECTOR:	Ing. Chagna Ávila Eduardo Jaime Mgs.

AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Castillo Caicedo Martha Cecilia, con cédula de identidad Nro. 1004131510, en calidad de autora y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de integración curricular descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

Ibarra, a los 8 días del mes de noviembre de 2024

LA AUTORA

(f): 

Martha Cecilia Castillo Caicedo

CONSTANCIAS

La autora manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 8 días del mes de noviembre de 2024

LA AUTORA

(f): 

Martha Cecilia Castillo Caicedo

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTERGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, 08 de noviembre de 2024

Ing. Eduardo Jaime Chagna Ávila Mgs.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.



Firmado electrónicamente por:
EDUARDO JAIME
CHAGNA ÁVILA

(f):

Ing. Eduardo Jaime Chagna Ávila Mgs.

C.C.: 1001579422

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El comité calificador del trabajo de integración curricular “ANÁLISIS DE ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DE PLAGAS EN *Terminalia amazonia* (JFGmel.) Exell” elaborado por Castillo Caicedo Martha Cecilia, previo a la obtención del título de Ingeniera Forestal, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:



Firmado electrónicamente por:
EDUARDO JAIME
CHAGNA AVILA

(f):

Ing. Eduardo Jaime Chagna Ávila Mgs.

C.C.: 1001579422

1600285702 Firmado digitalmente
HUGO ORLANDO por 1600285702 HUGO
PAREDES ORLANDO PAREDES
RODRIGUEZ RODRIGUEZ
RODRIGUEZ Fecha: 2024.11.08
06:42:28 -05'00'

(f):

Ing. Hugo Orlando Paredes Rodríguez

C.C.: 1600285702

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a quienes han sido un gran apoyo en la realización de cada una de mis metas, mis padres Ana María Caicedo Ibarra y Silo Castillo Rentería, cuyo amor sincero y pleno, ha sido mi roca sólida para alcanzar mis objetivos propuestos, y a mi novio, Nelson Gudiño, quien ha sido un constante compañero en cada etapa de mi vida y ha apoyado cada escalón de mis metas. Su aliento, comprensión y amor han sido un faro en momentos desafiantes, y su presencia ha enriquecido mi camino de logros. Este logro no solo es mío, sino también de aquellos que, como Nelson y mis padres, han creído en mí y han sido impulsores incansables de mis aspiraciones. Con cariño, dedico esta tesis a quienes han tejido conmigo la trama de este capítulo significativo de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradezco profundamente a Dios por guiarme hasta el cierre de este capítulo de mi vida académica de manera exitosa. Expreso mi más sincero agradecimiento y admiración a todos mis ingenieros quienes contribuyeron significativamente a mi formación académica y profesional. En especial al ingeniero Guillermo Varela el cual fue un apoyo incondicional en el desarrollo del trabajo de integración curricular.

También quiero reconocer y agradecer de manera especial a mi director Eduardo Jaime Chagna Avila y a mi asesor Hugo Orlando Paredes Rodríguez, por ser un pilar importante en mi travesía académica, por sus invaluable conocimientos impartidos a lo largo de este periodo, por su compromiso de dar más de sus saberes, se han convertido en una fuente permanente de admiración e inspiración, enseñándome a ser cada día mejor, sus apoyos incondicionales ha sido determinante para alcanzar el éxito de esta investigación.

Finalmente, pero no menos importante agradezco a mi madre Ana María Caicedo Ibarra, a mi padre Silo Castillo Rentería, a mis hermanas, hermanos y a mi novio Nelson Gudiño, por ser esa fuente de inspiración, amor y apoyo incondicional, lo cual me han motivado a superar cada obstáculo y alcanzar mis metas propuesta, y al señor Juan Francisco Santacruz por permitirme realizar la investigación en su finca y ofrecerme un apoyo continuo en el transcurso de este proceso.

Agradezco a mis mejores amigos Anderson Carlosama, Mishell Reascos, Nahomy Lema, Mishell Mina y Saith Ayala por ser esas personas que hicieron que la universidad sea más bonita, y por enseñarme que si existen amistad sincera y leal.

RESUMEN EJECUTIVO

Terminalia amazonia (JFGmel) Excel es una especie de gran valor comercial, la cual se ha visto afectado en el proceso de desarrollo por el ataque de diferentes tipos de insectos, en su etapa temprana de crecimiento, lo cual representa un riesgo significativo en la propagación vegetativa de la especie. En consecuencia, este trabajo se realizó con el propósito de evaluar la eficiencia de tratamientos químicos y orgánicos, aplicados en *Terminalia amazonia* para prevenir plagas durante la fase inicial de crecimiento y de esta manera lograr producir plantas de calidad. El estudio se realizó en el sector de Cachaco – provincia de Imbabura, lugar idóneo de crecimiento de *Terminalia amazonia*, la metodología utilizada para la investigación fue adaptada de Faringo en el año 2020. Mediante recorridos realizados en el lugar se seleccionaron los mejores individuos de la especie con características fenotípicas deseadas. Luego se procedió a recolectar y preparar el material vegetativo a plantar, se aplicó enraizamiento (Hormonagro) a las estacas para promover el desarrollo radicular, posterior de la implementación del sistema se evaluó dos tipos de insecticidas químicos (Sparko y Nimbiol), un insecticida natural y se estableció un testigo. Se evaluaron número y longitud de raíces a los 30 y 60 días después de la implementación del ensayo, también las variables número de brotes por estacas, número de estacas con brotes, sanidad y estadio de las plagas, los datos fueron tomados dos veces por mes desde noviembre 2023 hasta mayo de 2024. En el resultado no se evidencia una diferencia significativa entre tratamiento, pese que el tratamiento T1 (Sparko) se obtuvo mejores resultados en cuanto a supervivencia de las plántulas y el testigo obtuvo el mayor porcentaje en mortalidad. Los insectos plagas presentes fueron del orden de Lepidópteros, Coleópteros, Hemípteros y Ortópteros.

Palabras claves: Insecticidas, material vegetativo, insectos, crecimiento, desarrollo.

ABSTRACT

Terminalia amazonia (JFGmel) Excel is a species of great commercial value, which has been affected in the development process by the attack of different types of insects, in its early stage of growth, which represents a significant risk in the vegetative propagation of the species. Consequently, this work was carried out with the purpose of evaluating the efficiency of chemical and organic treatments, applied in *Terminalia amazonia* to prevent pests during the initial growth phase and thus produce quality plants. The study was carried out in the Cachaco sector – Imbabura province, an ideal place for the growth of *Terminalia amazonia*, the methodology used for the research was adapted from Faringo in 2020. Through tours carried out in the place, the best individuals of the species with desired phenotypic characteristics were selected. Then the vegetative material to be planted was collected and prepared, rooting (Hormonagro) was applied to the cuttings to promote root development, after the implementation of the system, two types of chemical insecticides (Sparko and Nimbiol), a natural insecticide and a control were established. The number and length of roots were evaluated at 30 and 60 days after the implementation of the trial, as well as the variables number of shoots per cutting, number of cuttings with shoots, health and stage of the pests, the data were taken twice a month from November 2023 to May 2024. The result did not show a significant difference between treatments, although the T1 treatment (Sparko) obtained better results in terms of seedling survival and the control obtained the highest percentage in mortality. The pest insects present were of the order Lepidoptera, Coleoptera, Hemiptera and Orthoptera.

Keywords: Insecticides, vegetative material, insects, growth, development

ÍNDICE DE CONTENIDO

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA	II
AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD	III
CONSTANCIAS	IV
CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTERGRACIÓN CURRICULAR	V
APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR	VI
DEDICATORIA	VII
AGRADECIMIENTOS	VIII
RESUMEN EJECUTIVO	IX
ABSTRACT	X
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
Problemática a investigar.....	7
Formulación del problema de investigación.....	7
Justificación	8
Objetivos	9
General.....	9
Específicos	9
Hipótesis	9
CAPÍTULO I	10

MARCO TEÓRICO	10
1.1. Definición e historia del término control de plaga	10
1.1.1. Definición de plaga.....	10
1.1.2. Historia del término control de plagas	10
1.2. Estrategias para el control de plagas en la propagación asexual	11
1.3. Prevención de ataque de plagas en etapa temprana	11
1.4. Importancia forestal.....	12
1.5. Sanidad de una planta.	12
1.6. Plagas que atacan a <i>Terminalia amazonia</i>	13
1.6.1. Insectos fitófagos	13
1.7. Especie arbórea.....	14
1.7.1. Taxonomía de la especie y descripción de la especie	14
1.7.2. Distribución y auto ecología de la especie	14
1.7.3. Usos de la especie	14
1.8. Reproducción.....	15
1.8.1. Reproducción sexual.....	15
1.8.2. Reproducción asexual.....	15
1.9. Enraizamiento de estacas	16
1.10. Desarrollo de brotes en estacas	16
1.11. Características de las estacas	17
1.12. Tipos de insecticidas.....	17
1.12.1. Insecticidas químicos	17
1.12.2. Insecticida natural.....	18

1.13. Sanidad de la planta	19
CAPÍTULO II	20
MATERIALES Y MÉTODOS	20
2.1. Tipo de investigación según los siguientes criterios:	20
2.2. Ubicación del lugar	20
2.2.1. Política	20
2.2.2. Geografía del sitio investigación: coordenadas y mapas.	20
2.2.3. Límites	21
2.3. Caracterización edafoclimática del lugar	21
2.3.1. Suelo	21
2.3.2. Clima.....	22
2.4. Materiales, equipos y software	22
2.5. Metodología, técnicas e instrumentos.....	23
2.5.1. Selección del sitio	23
2.5.2. Selección de árboles	23
2.5.3. Recolección de material vegetativo	23
2.5.4. Tratamientos	23
2.6. Instalación del ensayo	24
2.6. 1. Diseño experimental:	24
2.7. Modelo estadístico del experimento	24
2.8. Tratamientos utilizados para control de plagas	25
2.7. Campo experimental.....	25
2.7. Distribución de los tratamientos	25

2.8. Variables evaluadas	26
2.8.1. Número de raíces	26
2.8.2. Longitud de raíz	26
2.8.3. Números de estacas con brotes	26
2.8.4. Números de brotes por estacas	26
2.8.5. Sanidad	27
2.8.6. Estadio de la plaga	27
2.9. Establecimiento del ensayo.....	27
2.9.1. Construcción del invernadero	27
2.9.2. preparación del sustrato	28
2.9.3. Desinfección del sustrato	28
2.9.4. Enfundado	28
2.9.5. Aplicación de enraizante.....	29
2.9.6. Plantación del material vegetativo	29
2.9.7. Elaboración del insecticida natural.....	29
2.9.8. Aplicación de los tratamientos (insecticidas)	30
2.9. Procedimiento y análisis de datos.	30
2.9.1. Parámetros o estadígrafos empleado en el análisis estadístico	30
CAPÍTULO III.....	31
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
3.1. Números de raíces.....	31
3.2. Longitud de raíces.....	32
3.3. Números de estacas con brotes	33

3. 4. Número de brotes por estacas.	35
3.5. Sanidad	38
3.6. Estadío de la plaga	40
CAPÍTULO IV	44
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	44
4.1. Conclusiones	44
4.2. Recomendaciones	44
ANEXOS	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Materiales, equipos e insumos utilizados.	22
Tabla 2: Tipos de insecticidas utilizados en el experimento.	24
Tabla 3: Diseño experimental del ensayo	25
Tabla 4: Distribución de los tratamientos con las repeticiones.	25
Tabla 5: Cantidad y porcentajes detallado de sustrato utilizado en el ensayo.	28
Tabla 6: Dosis y frecuencia de aplicación de los tratamientos utilizados en el ensayo	30
Tabla 7: Medidas de resumen de la variable número de raíces.	32
Tabla 8: Número de raíces a los 60 y 120 días	32
Tabla 9: Medidas de resumen de la variable longitud de raíces	33
Tabla 10: Longitud de raíces a los 60 y 120 días.	33
Tabla 11: Medidas de resumen de la variable número de estacas con brotes.	34
Tabla 12: Número de estacas con brotes por mes.	35

Tabla 13: Prueba de Dunnet de la variable número de estacas con brotes del mes de diciembre.	35
Tabla 14: Medidas de resumen de la variable número de brotes por estacas.	36
Tabla 15: Número de brotes por estacas mensuales a partir del establecimiento del ensayo.	37
Tabla 16: Insectos-plagas presentes en el invernadero.	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Área de estudio finca Ciudad de Gubbio	21
Figura 2: Porcentajes de plantas vivas y muertas al final del ensayo	39
Figura 3: Porcentaje ataque de plagas	40
Figura 4: Cantidad de plagas presentes en el invernadero	41

INTRODUCCIÓN

Problemática a investigar

En etapa de vivero, *Terminalia amazonia* (JFGmel) Excel puede verse afectada por insectos plagas, lo que dificulta la obtención plántulas de calidad para la repoblación en el sector, la poca información y los escasos conocimientos en el país sobre el ataque de plagas a *Terminalia amazonia* en etapa inicial de crecimiento, representa un riesgo significativo en la propagación vegetativa de esta especie (Arguedas *et al*, 2021). Esta situación compromete el éxito de la reforestación y conservación de la especie en el lugar, debido a su alta vulnerabilidad de las plántulas ante los insectos plagas.

En vivero, es de gran importancia dar seguimiento a la proliferación de plagas, ya que algunos insectos fitófagos, al alimentarse de las plántulas, pueden causar daños en los bordes foliares, lo que causa el debilitamiento de manera progresiva de las plántulas e incluso provocándole la muerte. (Almodóvar, 2009). Un ejemplo de estos insectos plagas que causan daños potenciales a *Terminalia amazonia*, son las larvas de la orden de los lepidópteros, que se alimentan de brotes tiernos y bordes foliares, este tipo de afectación reduce la capacidad de supervivencia de las plántulas en su crecimiento inicial. (Justiniano *et al*, 2002).

Por tal motivo, el control de plagas en viveros es esencial para asegurar un crecimiento adecuado asegurando así viabilidad de las plantas y el éxito de programas de reforestación en el sector.

Formulación del problema de investigación

Presencia y ataque de insectos fitófagos afecta la propagación asexual de *Terminalia amazonia* (JFGmel) Exell en el sector de Cachaco.

Justificación

La importancia de esta investigación se atribuye al alto valor comercial de *Terminalia amazonia*, especie que por su durabilidad y resistencia es cotizada en el país. Por su potencial económico es esencial implementar un control adecuado de plagas para evitar daños y asegurar el desarrollo de la especie (Bravo, 2014).

Además de su gran valor económico, *Terminalia amazonia*, tiene contribuciones significativas al ecosistema, su presencia contribuye a la diversidad biológica, es una especie pionera útil en procesos de restauración de suelos degradados o áreas perturbadas, gracias por su rápido crecimiento y su habilidad de adaptarse (Méndez y Abdelnour, 2014). Contribuye al ciclo del agua, ya que, al absorberla y liberarla gradualmente, ayuda a regulación de los flujos hídricos. Además, aporta en la mitigación del cambio climático ya que captura gran cantidad de CO₂ (Montagnini, 2004).

El manejo sostenible de *Terminalia amazonia*, proporciona oportunidades económicas para la comunidad de Cachaco, donde la especie ha sido afectada en su edad temprana de crecimiento por plagas, lo que impide su producción y plantación en la zona.

En la presente investigación, se entiende como control de plagas a la práctica de prevenir daños potenciales a las plántulas, con el fin de proteger su desarrollo y disminuir el impacto adverso que ocasionan los insectos en el entorno y se definirá como plaga a cualquier insecto que cause daños significativos tanto a las estacas como a las plántulas dentro del vivero.

Objetivos

General

- Evaluar la eficiencia de los tratamientos específicos aplicados a estacas de *Terminalia amazonia* (JFGmel) Exell en la prevención temprana de plagas durante su fase de enraizamiento en vivero.

Específicos

- Determinar el enraizamiento inicial de las estacas de *Terminalia amazonia* (JFGmel) Exell, mediante la evaluación de parámetros como la formación de raíces y el desarrollo inicial de brotes.
- Evaluar la incidencia de plagas en el estado fitosanitario de las estacas de *Terminalia amazonia* (JFGmel) Exell, después de la aplicación de tratamientos específicos de control.

Hipótesis

- **Hipótesis nula:** Todos los tratamientos tienen un impacto estadísticamente similar en el control de plagas en *Terminalia amazonia* (JFGmel) Exell
- **Hipótesis alternativa:** Al menos uno de los tratamientos tiene un impacto significativamente diferente en el control de plagas en estacas de *Terminalia amazonia* (JFGmel) Exell

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Definición e historia del término control de plaga

1.1.1. Definición de plaga

Rivera (2012), clasifica a como plaga a toda especie, variedad o biotipo animal, vegetal o agentes patógenos que causen daños a las plantas, productos y entornos vegetales. La plaga es definida por su impacto económico negativo en el cultivo.

Para Jiménez (2009), las plagas son poblaciones de vertebrados, artrópodos o patógenos (bacterias, virus y hongos) que causan daño no solo a las plantas sino también a animales y personas. La gran mayoría de plagas reducen la productividad y rendimiento de un cultivo ocasionando pérdidas económicas, los daños ocasionados son variados incluyendo perforación de hojas, taladro de tallos, destrucción de raíces, succión de células e infección de las plantas por virus, entre otros.

Los daños causados por plagas pueden ser graves si no se implementan un control efectivo puede verse involucrada la producción de especies tanto dentro de un vivero como fuera de él, un aspecto relevante de muchas plagas es que pueden terminar su ciclo de vida debajo de la superficie del suelo lo que complica su detección y control (Estrada, 2008).

1.1.2. Historia del término control de plagas

El término control de plagas ha evolucionado a lo largo del tiempo y a medida que la sociedad ha enfrentado desafíos relacionado con la proliferación de plagas, los entomólogos Hunter y Coad recomendaron el uso de este término en 1923, luego quien lo popularizo fue

Kurt Stern, y Edward Amis en 1959, después se atribuye a Robert Van Den Bosch un entomólogo estadounidense quien lo introdujo en la década de 1970 (Hamadttu, 2001).

El control de plagas hace referencia a las estrategias de los métodos utilizados para gestionar prevenir, erradicar, y regular los organismos no deseados que representan daños a los árboles, cultivos, medio ambiente y a su vez a la salud humana, muchas veces ocasionando pérdidas económicas enormes en la agricultura (Badii, 2007) y (Vivas, 2017).

Por otro lado, Stenberg (2017) define el control de plagas como una estrategia integral para hacer frente a plagas y enfermedades que afectan a las plantas, mediante la utilización de todos los métodos disponibles. Este enfoque busca minimizar simultáneamente el riesgo de pérdidas económicas, impactos sanitarios y daños medioambientales. cambiando aspectos biológicos, culturales, físicos y químicos de manera efectiva (Olsen et al, 2023).

1.2.Estrategias para el control de plagas en la propagación asexual

La implementación de estrategias apropiadas que van desde métodos biológicos hasta químicos y culturales es esencial para reducir los efectos negativos de la abundancia de plagas (Jiménez, 2009).

En la actual investigación, se entenderá como estrategias al uso de insecticidas químicos y orgánicos, destacando el mejor tratamiento en el control de plagas, basándose en los resultados obtenidos en el estudio.

1.3.Prevencción de ataque de plagas en etapa temprana

La obtención de plantas de calidad es crucial para el éxito de una plantación. Una planta vigorosa y saludable puede resistir las adversidades del campo y tiene mayor probabilidad de crecer rápidamente (Romero, 2004). Se considera una planta de buena calidad a aquella que tiene un desarrollo y una supervivencia optimo en un medio además de

contar con características físicas como altura adecuada, apariencia saludable, sin signos de enfermedades ni infestaciones de insectos, con tallo recto y lignificado, además de contar con un número suficiente de hojas (Villar, 2003).

La pronta detección de plagas en vivero es importante para frenar su crecimiento y diseminación. Evitar la entrada de plagas en el vivero constituye una medida práctica y efectiva para minimizar la propagación (Almodóvar, 2009). Esto impide la introducción de patógenos e insectos que se dispersan en plántulas, suelo, agua y equipo contaminado, por tal motivo el invernadero debe ser monitoreados constantemente para prevenir la expansión de las plagas en el lugar (Jiménez,2009).

Pérez *et al* (2017), destacan que en un vivero se deben eliminar las plantas muertas, débiles, deformes, o que presentan síntomas de amarillamiento de hojas y caídas de las mismas, para evitar que las plantas sanas se contaminen y se infecten.

1.4. Importancia forestal

La especie arbórea *Terminalia amazonia* es de gran valor económico, ecológico y ambiental, su crecimiento rápido y adaptabilidad lo hacen útil para procesos de reforestación, por tal motivo es una especie importante en la recuperación de los ecosistemas y suelos degradados (Vásquez y Ramos, 1992). Contribuye significativamente a la captura de carbono y la reducción de la erosión de suelos, su madera es muy apreciada por su alta calidad y durabilidad, la convierte en valiosa como fuente de ingresos económicas para la comunidad local y en la industria maderera (Kanninen, 2002).

1.5. Sanidad de una planta.

La sanidad es el estado de salud de la planta, que se encuentra libre de enfermedades, plagas y cualquier factor que afecte de manera negativa al crecimiento, desarrollo y

productividad. Además, en la sanidad de una planta es importante el sistema radicular bien formada, sin señales de pudrición o daños ya que la raíz le permite a la planta captar agua y nutrientes para su óptimo desarrollo. (Jiménez et al., 2023).

En la investigación se entenderá como planta sana, a las plántulas vigorosas, con hojas verdes, sin signos de amarillamiento, manchas en fuste y hojas, sin deformaciones o caída prematura de brotes. Deben estar libres de afectaciones de insectos plagas, como mordeduras y perforaciones.

1.6. Plagas que atacan a *Terminalia amazonia*

1.6.1. Insectos fitófagos

Los fitófagos, son insectos que se alimentan de plantas, mostrando preferencia por follajes, raíces, flores, frutos y tallos. También actúan como succionadores, alimentándose de sabia y picando las plantas para construir sus refugios con un suministro adecuado de alimento (Jiménez, 2009).

Vásquez *et al*, (2008) resaltan, que los insectos fitófagos en ecosistemas naturales se encuentran constantemente relacionados a factores bióticos y abióticos. Estos insectos pueden pertenecer a diferentes órdenes como Hymenoptera, Orthoptera, Isoptera, Coleóptera, Lepidóptera, entre otros, los cuales son masticadores que se alimentan de las plantas, mostrando preferencias por follajes, raíces, flores, frutos y tallos de plantas jóvenes.

Dentro de estos se encuentra la larva de polilla del género *Cossula* (Lepidópteros), el cual es un taladrador de fuste (Montes, 2017). Este insecto plaga se introduce en el fuste, donde se alimenta de la zona del cambium, lo que produce deformación de la especie arbórea, pérdida de calidad y debilitamiento del fuste (Arguedas y Rodríguez, 2016). Los daños

ocasionados por esta larva afectan el estado fitosanitario del árbol y su valor comercial (Montes, 2017).

1.7. Especie arbórea

1.7.1. Taxonomía de la especie y descripción de la especie

La especie *Terminalia amazonia*, perteneciente a familia Combretaceae, más conocido como roble, es un árbol monoico, que se desarrolla en bosques amazónicos alcanzando alturas de 60 a 70 metros y diámetros de 1 a 3 metros, su fuste es recto, puede ser asimétrico y acanalado, mientras que sus raíces son tablares (Farinango, 2020). La corteza es delgada, de color pardo a amarillo grisáceo con fisuras externas, y un interior pardo amarillento, su textura es fibrosa y su sabor amargo. Las hojas agrupadas en pequeñas ramitas, son obovadas y de un verde oscuro brillante en el haz, mientras que en el envés es generalmente verde claro y un algo opaco (Palacios, 2011). Su inflorescencia es un racimo, con numerosas flores de color crema o amarillos con estambres exsertos y extendidos hasta alcanzar 1 m de largo; pétalos ausentes, fruto una Samara con dos alas laterales que tiene la forma de una mariposa (Kanninen y Montero 2005).

1.7.2. Distribución y auto ecología de la especie

Según Kanninen y Montero (2005) *Terminalia amazonia* crece de manera natural en un rango promedio de 650 msnm y se la puede encontrar desde el Golfo de México hasta Paraguay.

1.7.3. Usos de la especie

Gracias a las características excepcionales que presenta *Terminalia amazonia*, es utilizada para la elaboración de pisos, muebles y gabinetes de alta calidad, así como en la fabricación de esqueletos de embarcaciones, componentes estructurales para puentes y

durmientes ferroviarios (CUPROPOR, 2010). Además, es recomendada para mangos de herramientas, estructuras de encofrados, pilotes, tarimas, suelos industriales, entre otros. A nivel local, su madera es apreciada en la construcción de durmientes para proyectos robustos como puentes y vigas de casas (Gutiérrez y Ricker, 2012).

1.8. Reproducción

1.8.1. Reproducción sexual

Solano (2020), en su investigación define a la propagación sexual como a la multiplicación de plantas mediante semillas, involucrando a la recombinación genética de meiosis y fecundación. El cual es esencial para el mejoramiento genético y la creación de variedades nuevas de plantas, aunque puedan ser diferentes que las plantas madres, destaca la relevancia de preservar la variabilidad genética de especies en su habitat natural.

Según Hine et al. (2014) *Terminalia amazonia* (J.F. Gmel.) Exell presenta dificultad en su propagación asexual por diversos factores, en los cuales se encuentra el ataque de plagas y muertes de tejidos como hojas, raíces, brotes y ramas jóvenes de la planta.

1.8.2. Reproducción asexual

la reproducción asexual en las plantas está definida como la capacidad que poseen los vegetales de generar una nueva planta a partir de una porción de una “planta madre” es una estrategia eficaz para la producción de plantas (Boschini y Rodríguez, 2002).

Por otro lado, Fuster (2014), define la reproducción asexual o reproducción clonal, la cual implica la generación de nuevos individuos genéticamente idéntico al ancestro o al árbol madre, excepto en situaciones de mutaciones o somáticas donde se ve alterado la genética del árbol.

1.9. Enraizamiento de estacas

Las estacas son porciones de tallos con presencia de yemas, son utilizados para propagación vegetativa, permitiendo obtener de esta manera individuos idénticos a la planta madre. El método de propagación vegetativa por estacas es muy utilizado en invernaderos ya que se mantienen características deseadas como rápido crecimiento, resistencia de enfermedades, plantas de calidad, entre otras (Rentería et al. 2014)

Varios factores, como la edad y la condición de la estaca, influyen en éxito de formación de raíces. Además, este proceso se ve beneficiado por las condiciones del medio en el que se realiza, el momento en que se efectúa el corte y la aplicación de sustancias estimulantes como reguladores de crecimiento o fitohormonas (Mesén, 1998).

La edad de la estaca desempeña un papel crucial dentro del proceso de enraizado. Se observa que la capacidad de enraizamiento tiende a disminuir a medida que la estaca envejece, especialmente después de ser cortada (Rivera et al. 2016).

1.10. Desarrollo de brotes en estacas

Es un proceso de mucha importancia en la propagación vegetativa de las plantas, puesto que las yemas laterales de las estacas cortadas y plantadas comienzan a brotar dando lugar a nuevas hojas, tallos y la aparición de raíces convirtiéndose así en planta, por lo general la yema siempre se desarrolla en la axila de las hojas, donde tiene la posibilidad de brotar y crecer rápidamente (Valor y Sánchez, 2002).

Para la formación de brote según Díaz et al. (2020), el desarrollo de yemas ubicado en las axilas de las hojas es fundamental, ya que estas generan los brotes, esto es importante para la ramificación y el crecimiento de las plantas. Por lo tanto, se debe asegurar que las

estacas que se cortan cuentan con al menos 3 a 4 yemas, para de esta manera garantizar un desarrollo adecuado de brotes.

1.11. Características de las estacas

Solano (2020), recomienda que se debe obtener estacas que provengan de árboles que se encuentren en óptimo estado de salud, la recolección se debe llevar a cabo en días sombreados, la forma de corte de la estaca debe ser en forma bisel asegurando un ángulo adecuado para facilitar la adsorción de nutrientes y promover el enraizamiento, la longitud debe tener un rango de 20 a 30 centímetros tomando en cuenta un número mínimo de 3 yemas.

1.12. Tipos de insecticidas

1.12.1. Insecticidas químicos

Son sustancias diseñadas y fabricadas con el propósito específico de eliminar, controlar o prevenir la proliferación de insectos considerados perjudiciales para los cultivos, la salud humana o el medio ambiente (Costa, 2022). Estos productos contienen compuestos químicos sintéticos que actúan de diversas maneras para afectar el sistema nervioso, el crecimiento, la reproducción o la alimentación de los insectos (Ghani et al. 2023). Existen varios tipos de insecticidas químicos, cada uno diseñado para abordar diferentes tipos de insectos y plagas.

1.12.1.1. Sparko

Es un insecticida compuesto a base de Sulfoxaflor y Spinetoram el cual es un compuesto que actúa de manera sistemática y afecta el sistema nervioso central de los insectos, provocando una obstrucción en la vía neuronal nicotinérgica, lo cual resulta en acumulación de acetilcolina, lo que conduce a la parálisis, eventualmente, a la muerte del

insecto (Soll et al. 2015). La eficacia se manifiesta por contacto y por digestión, destaca por su capacidad para abordar una amplia variedad de insectos plagas, incluso a los que muestran resistencia otros insecticidas (Fernández, 2016). La manifestación de síntomas es inmediata, y la muerte del insecto ocurre en pocas horas. Esta rapidez en la acción lo convierte en una herramienta eficiente y efectiva para el control de plagas en cultivos (Pitti, 2011).

1.12.1.2. Nimbiol

Insecticida compuesto de Azadiractina ingrediente el cual impide la muda de insectos jóvenes y estimula la reproducción de adultos, interfiere en la metamorfosis de la larva, evita el desarrollo en pupa, llevándolos a la muerte. Su repulsión efectiva hace que los insectos prefieran morir de hambre (Alvarez, 1998).

la Azadiractina no controla huevos ni insectos adultos, esta sustancia disminuye la población de mosca blanca y pulgones. Asimismo, regula el desarrollo de todo tipo de insecto en fase de larvaria (Contreras, 2019).

1.12.2. Insecticida natural

Los insecticidas elaborados de productos naturales de origen vegetal, no persisten en el medio ambiente y se descomponen rápidamente, ya que son sustancias inofensivas (Endersby y Morgan 1991). Este tipo de insecticida presenta un riesgo relativamente bajo para organismos beneficiosos, son no tóxicos para mamíferos y son fácilmente metabolizados por animales que reciben dosis subletales (GRDIŠA y GRŠIĆ, 2013)

Los insecticidas naturales son sustancia de origen natural, elaborado por el hombre con el fin de no causar daños a la salud ni a los de los animales domésticos, ni a los benéficos en el medio ambiente como pájaros, algunos insectos, entre otros (Alfáu, 2011).

1.12.2.1. Insecticida de cascara de limón, naranja y ajo

Este insecticida, elaborado a partir de la cáscara de limón, naranja y ajo machacado, destaca por su capacidad para eliminar insectos por contacto en cuestión de minutos. Se caracteriza por evaporarse rápidamente, sin dejar residuos, y su formulación no presenta toxicidad para seres humanos ni animales. Este tipo de insecticida natural es muy útil para larvas (Báez, 2022) y (Badawy et al. 2017).

1.13. Sanidad de la planta

Se refiere a mantener la salud y desarrollo de las plantas, caracterizado por evitar problemas fitosanitarios como son las plagas, enfermedades y cualquier otra causa que pueda evitar su desarrollo y productividad (Jiménez et al. 2023).

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Tipo de investigación según los siguientes criterios:

La investigación adopta un enfoque cuantitativo, al basarse en la recopilación y análisis de valores específicos. Su objetivo fundamental es de índole aplicada, ya que busca validar la teoría mediante el análisis de la eficacia de distintos insecticidas en estacas de *Terminalia amazonia* (JFGmel) Exell. Este estudio se sitúa en un nivel explicativo, dado que implica el uso de análisis estadísticos para comprender las relaciones entre variables. Su diseño es experimental, llevado a cabo de manera sincrónica en el campo.

2.2. Ubicación del lugar

2.2.1. Política

De acuerdo a la condición geográfica del Ecuador, la finca Ciudad de Gubbio de propiedad del Sr. Juan Francisco Santacruz (Figura 1) se encuentra en la provincia de Imbabura, cantón Ibarra, parroquia de Lita, en el sector de Cachaco al noroeste de los Andes.

2.2.2. Geografía del sitio investigación: coordenadas y mapas.

Geográficamente se encuentra ubicado en UTM WGS84 ZONA 17N X: 789038 y Y: 91650 puntos tomados mediante la aplicación Notecam con una precisión de 2,1 m.

Figura 1:

Área de estudio finca Ciudad de Gubbio



Elaborado por Martha Castillo

2.2.3. Límites

La finca limita al norte con la propiedad del Sr. Hernán Gómez Jurado, al Sur con la Señora Emperatriz.

2.3. Caracterización edafoclimática del lugar

2.3.1. Suelo

Los suelos de esta zona pertenecen del orden Inceptisoles, con propiedades físicas y químicas muy variables, texturas de arenosos a arcillosos, pH con un rango de acidez leve a alcalinidad leve (GAP IBARRA, 2020).

2.3.2. Clima

Según el INAMHI (2017), la finca Ciudad de Gubbio pertenece a un clima húmedo tropical se encuentra ubicada a una altitud promedio de 670 msnm, con una temperatura anual de 22 °C, una precipitación de 3.355 anuales y cuenta con una humedad relativa cercana al 90%.

2.4. Materiales, equipos y software

En el presente estudio se emplearon diversos tipos de materiales que incluyen programas específicos, elementos químicos, equipos de medición y herramientas las cuales se describen en la siguiente tabla (véase Tabla 1)

Tabla 1:

Materiales, equipos e insumos utilizados.

MATERIALES	EQUIPOS	SOFTWARE	INSUMOS
Hoja de campo	Computador	Microsoft	Estacas de <i>Terminalia amazonica</i>
Fundas plásticas de 5x7 cm	Cámara fotográfica	Word	
Recipientes	GPS	ArcMap 10.8	Insecticidas químicos
Plástico de invernadero	Tijera podadora	Microsoft Excel	Insecticidas naturales
Sarán	Cinta métrica		Sustratos
Alambre galvanizado grueso de 3,16 mm de espesor			Enraizante Hormonagro
Pala			Desinfectante de suelo Terraclor
Barra			
Bombas de fumigar de 2 y 20 litros			
Útiles de escritorio			

2.5. Metodología, técnicas e instrumentos.

En la investigación se realizó la adaptación de la metodología citada por Farinango (2020).

2.5.1. Selección del sitio

Se seleccionó la zona de Cachaco debido a que es el lugar idóneo de crecimiento de *Terminalia amazonia* y gracias al apoyo del señor Juan Francisco Santacruz, ya que dio facilidades de estudios de esta especie en su predio.

2.5.2. Selección de árboles

En base en un recorrido por la finca se seleccionaron los mejores 5 árboles teniendo en cuenta las características dasométricas deseadas como es, la altura mayor a 15 metros, diámetro mayor 40 cm, fuste recto y árboles sanos.

2.5.3. Recolección de material vegetativo

Identificados los árboles, se recolectó el material vegetativo a través de 480 estacas que obtuvieron de la copa media del árbol, con diámetros de 2 cm y altura de 25 cm. Para evitar la pérdida de agua del material vegetativo y asegurar la supervivencia dentro de la investigación, la recolección de las estacas se realizó en las horas iniciales del día en luna nueva. Una vez cortadas las estacas, se procedió a introducir dentro de un balde con enraizante Hormonagro de 100g para evitar la deshidratación del material vegetativo y asegurar el enraizamiento de las mismas.

2.5.4. Tratamientos

Se utilizó dos tipos de tratamientos químicos uno con etiqueta de color azul, lo cual significa que es moderadamente tóxico y uno con etiqueta verde, amigable con el ambiente. Además, este trabajo tomo en cuenta un tratamiento orgánico realizado a base de cascara de

limón, naranja y ajo machacado con alcohol de 70 mg y un tratamiento testigo sin ningún tipo de insecticida.

2.6. Instalación del ensayo

La instalación del ensayo se realizó de la siguiente manera.

2.6. 1. Diseño experimental:

Como se puede observar en la tabla 2, los insecticidas que se estudiaron en la investigación son dos químicos, uno orgánico y un testigo, siendo así cuatro tratamientos, con cuatro repeticiones cada una. El diseño del experimento se realizó de manera irrestricta al azar.

Tabla 2:

Tipos de insecticidas utilizados en el experimento.

	Sparko = Sulfoxaflor
Tipo de insecticida inorgánico	Nimbiol = Azadiractina
Tipo de insecticida orgánico	Insecticida a base de cascara de limón

2.7. Modelo estadístico del experimento

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Fuente: Aguirre y Vizcaíno (2010)

Donde:

Y_{ij} = Observación individual

μ = Media

τ_i = Efecto de tratamiento

ε_{ij} = Error experimental

2.8. Tratamientos utilizados para control de plagas

Tratamiento 1 (T1): Aplicación de insecticida químico Sparko.

Tratamiento 2 (T2): Aplicación de insecticida químico Nimbiol

Tratamiento 3 (T3): Aplicación de insecticida natural

Tratamiento 4 (T4): Sin aplicación de ningún tipo de insecticida.

2.7. Campo experimental

Tabla 3:

Diseño experimental del ensayo

Descripción	Número
Número de estacas por unidad experimental	30
Número de Repeticiones	4
Número de tratamientos	4
Número de estacas por tratamiento	120
Total de estacas	480

2.7. Distribución de los tratamientos

En la tabla 4, se detallan la distribución de los tratamientos en el ensayo.

Tabla 4:

Distribución de los tratamientos con las repeticiones.

Tratamientos			
T3R1	T1R2	TestigoR2	T2R4
T1R3	T3R4	T2R1	TestigoR3
TestigoR4	T2R3	T1R4	T3R2
T2R2	TestigoR1	T3R3	T1R1

2.8. Variables evaluadas

2.8.1. Número de raíces

De las plantas que se encontraron vivas en el invernadero a los 60 y 120 días después del establecimiento del ensayo, se seleccionaron al azar 2 plantas de cada repetición, ya que esa cantidad representaba el 33.33% de plantas con raíces, las cuales se desprendieron cuidadosamente de la tierra, asegurando que el sistema radicular no sufra daños mediante la remoción, una vez retiradas de la tierra se realizó el conteo de manera manual de cada una de las raíces presentes en cada una de las plantas, asegurando así una precisión más alta y registró de cada una de las raíces incluso de las más pequeñas.

2.8.2. Longitud de raíz

En los 60 y 120 días, después del establecimiento del ensayo, se seleccionó al azar 2 plantas de cada repetición, ya que esa cantidad representaba el 33.33 % de plantas con raíces y se midió a través de una cinta métrica, la raíz con mayor longitud de cada una de las plantas seleccionadas.

2.8.3. Números de estacas con brotes

Se cuantificó el número de estacas con presencia de brotes durante los días 15, 30, 45,60, 75, 70, 90, 105, 135, 150,165 y 180 (dos veces por mes desde diciembre 2023 hasta mayo 2024) a partir del establecimiento del ensayo. En cada intervalo de tiempo, se registró las estacas que mostraron brotes emergentes.

2.8.4. Números de brotes por estacas

Se realizó el conteo manual de los brotes existentes en cada una de las estacas, que se encuentran vivas en los días previamente establecidos para el seguimiento del ensayo. Este

conteo se realizó en los días, 15, 30, 45, 60, 75, 105, 120, 135, 150, 165, y 180. Durante cada intervalo de tiempo se registró el número de brotes emergentes de cada estaca.

2.8.5. Sanidad

A partir del establecimiento del ensayo en los días 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135, 150, 165 y 180. Se examinó detalladamente cada planta para que de esta manera identificar signos de afectación, registrando con precisión el número de plantas que muestran signos de afectación como ejemplo borde de las hojas con signos de herbívora, afectación en el tallo o muerte de la planta.

2.8.6. Estadio de la plaga

Se observó y se registró el estadio de desarrollo en el que se encuentra la plaga en el momento de cada evaluación dentro del invernadero. Los estudios de desarrollo de la plaga considerado fueron: huevos, larvas, pupa o insecto adulto. Permitiendo de esta manera relacionar los datos obtenidos con el impacto potencial sobre las plantas y optimizar las estrategias de manejo y control de plagas.

2.9. Establecimiento del ensayo

2.9.1. Construcción del invernadero

Una vez seleccionada el área destinada para la construcción del invernadero se procedió a su limpieza y el armado se realizó de la siguiente manera:

Primero se marcó el perímetro del invernadero de 6 x 6 metros utilizando estacas y cuerdas para asegurar mayor precisión en la instalación. Se fijaron las bases con los postes asegurando que estuvieran bien alineados y firmemente anclados al suelo. Se instalaron bambú anclados con platinas metálicas y tirafondos en la parte superiores para que conecten los postes verticales, para de esta manera asegurar estabilidad en la estructura. Se procedió a

colocar la cubierta con el plástico de invernadero y alrededor se colocó sarán asegurándose que este bien estirada para evitar arrugas que pueda comprometer la durabilidad del invernadero, el sarán fue colocado con el fin que exista ventilación dentro del invernadero.

2.9.2. preparación del sustrato

En la siguiente tabla 5, se presenta un desglose detallado del sustrato utilizado para el llenado de las fundas y posterior la siembra de las estacas.

Tabla 5:

Cantidad y porcentajes detallado de sustrato utilizado en el ensayo.

Sustrato	Cantidad	Porcentaje
Tierra negra	0.69 m ³	50%
Abono orgánico	0.41 m ³	30%
Pomina	0.27 m ³	20%

2.9.3. Desinfección del sustrato

Para desinfectar el sustrato utilizado, se disolvió Terraclor de 20g en 20 litros de agua, luego con la ayuda de una bomba se procedió a humedecer el sustrato, de tal manera que quede totalmente desinfectado.

2.9.4. Enfundado

Se realizó el llenado de las fundas plásticas de vivero de 5x7 cm, se realizó una compactación ligera y uniforme del sustrato, evitando la formación de cavidades de aire que puedan afectar el desarrollo radicular. La distribución se llevó a cabo conforme al diseño experimental descrito anteriormente (tabla 4). Para un proceso de evaluación más eficiente y organizado se procedió a colocar letreros visibles en cada unidad experimental.

2.9.5. Aplicación de enraizante

En la aplicación del Hormonagro 100g se tomó en cuenta las especificaciones técnicas de uso del producto, donde consiste en disolver en agua 50g del enraizante, después se introdujo las estacas y se dejó por aproximadamente 6 horas. Y las estacas del testigo se introdujo en agua para que no pierda humedad. La utilización del enraizante en todos los tratamientos asegura el desarrollo radicular de todas las estacas, y posterior desarrollo de los brotes.

2.9.6. Plantación del material vegetativo

Antes de realizar la plantación del material vegetativo se procedió a regar las fundas negras llenas del sustrato con suficiente agua, hasta alcanzar un nivel de humedad adecuado, luego se realizó un hoyo con la profundidad y diámetro necesario, donde se introdujo una tercera parte de la estaca, colocándola con un ángulo ligeramente inclinado. Una vez plantada la estaca, se compacto ligeramente el sustrato alrededor de ella para evitar bolsa de aire. Finalmente, para asegurar que la estaca quedara bien asentada en el sustrato se realizó un riego adicional.

2.9.7. Elaboración del insecticida natural

En los 15 días posterior de la plantación, se procedió a la elaboración del insecticida natural, donde se rallo las cascara de limón y naranjas, se colocó en un recipiente con alcohol de 70°. Después se extrajo el sumo de las cascara, se incorporó ajo rallado, se mezcló cuidadosamente y se almacenó tapado en un lugar oscuro para evitar la oxidación durante tres días. Después de este periodo se filtró la mezcla en un recipiente. Para utilizarlo se mezcló con un litro de agua para proceder a fumigar.

2.9.8. Aplicación de los tratamientos (insecticidas)

Los insecticidas químicos y natural, se aplicaron una vez que se evidenció presencia de plagas. En la tabla 6 se describe las dosis y frecuencia de los insecticidas aplicados.

Tabla 6:

Dosis y frecuencia de aplicación de los tratamientos utilizados en el ensayo

Tratamientos	Dosis	Dosificación	Frecuencia
T1 Sparko	100 gramos	25gr en 5 litros de agua	Cada 15 días
T2 Nimbiol	1 litro	250 ml en 5 litros de agua	Cada 15 días
T3 insecticida natural	1 litro	250 ml en 5 litros de agua	Cada 15 días
T4 Testigo	-----	-----	-----

2.9. Procedimiento y análisis de datos.

2.9.1. Parámetros o estadígrafos empleado en el análisis estadístico

Se verificaron de supuestos de normalidad y homocedasticidad. La normalidad fue evaluada mediante el test de Shapiro- Wilks con una significancia del 0.05 mientras que la homocedasticidad a través del test de Levene. En las variables que cumplían con los supuestos, se llevó a cabo un ANOVA, también con un nivel de significancia del 0,05 para detectar posibles diferencias entre los tratamientos. Para aquellas variables que no cumplían con los supuestos, se aplicó la prueba de Kruskal- Wallis la cual es no paramétrica.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Objetivo 1. Determinar el enraizamiento inicial de las estacas de *Terminalia amazonia* (JFGmel) Exell, mediante la evaluación de parámetros como la formación de raíces y el desarrollo inicial de brotes.

En todas las variables estudiadas, aunque en algunos casos no se observó distribución normal de los datos, se mantuvo constante la homocedasticidad con p-valores mayores a 0.05.

3.1. Números de raíces

En la Tabla 7 se observan las medidas de resumen del número de raíces donde se obtuvo una desviación estándar de 3.23 a los 60 días y 2.85 a los 120 días, lo que significa que, en promedio, las observaciones se desvían 3.23 raíces respecto a la media. El coeficiente de variación a los 60 días, fue mayor (45.89%), lo que indica una mayor dispersión, probablemente debido a que algunas estacas aun no presentan raíces en esta etapa. En contraste, a los 120 días, el coeficiente de variación fue menor (25.8%), reflejando mayor homogeneidad en el desarrollo radicular. El error estándar es bajo en ambos casos (0.81 y 0.71), lo que sugiere una precisión en las estimaciones realizadas.

A los 120 días se muestran un incremento del número de raíces, esto sugiere un crecimiento de raíces a medida que el tiempo avanza (tabla 8). Al obtener un nivel de significancia mayor al 0.05, se indica que, aunque se observa una diferencia en el número de raíces, estadísticamente no existe diferencias significativas. Por tal motivo, se acepta la hipótesis nula considerando que todos los tratamientos tienen un impacto estadísticamente similar en el control de plagas en *Terminalia amazonia* (JFGmel) Exell en esta variable.

Tabla 7:*Medidas de resumen de la variable número de raíces.*

Días	Variable	N	Media	D.E.	Var(n-1)	E.E.	CV
60	número de raíces	16	7.04	3.23	10.43	0.81	45.89
120	número de raíces	16	11.04	2.85	8.12	0.71	25.8

Nota: D.E = desviación estándar, E.E = Error Estadístico, CV = Coeficiente de variación

Tabla 8:*Número de raíces a los 60 y 120 días*

Días	Media	Prueba utilizada	P- valor	Significancia
60	7.04	ANOVA	0.0909	ns
120	11.04	ANOVA	0.1734	ns

Nota: ns = asociación no significativa con p-valor < 0.05.

3.2. Longitud de raíces

En la tabla 9, se observan las medidas de resumen de la variable longitud de raíces a los 60 y 120 días. Los datos muestran un aumento de forma longitudinal promedio de las raíces con el tiempo, reflejando un crecimiento. A los 60 días, la desviación estándar fue de 3.6, lo que indica una dispersión moderada de los datos y el coeficiente de variación (CV) fue 41.14, lo que sugiere una mayor variabilidad en esta etapa. A los 120 días, la desviación estándar aumento y el coeficiente de variación disminuyo, lo que indica una mayor homogeneidad en el crecimiento de las raíces en comparación con los primeros 60 días. El error estándar es bajo en ambos casos (0.9 y 1.14), lo que refuerza la precisión de las estimaciones.

En la variable longitud de raíces, se acepta la hipótesis nula ya que, bajo las condiciones experimentales evaluadas a los 60 y 120 días a partir del establecimiento del

ensayo, ninguno de los tratamientos aplicados ofreció diferencias en la longitud de raíces, manteniéndose en un comportamiento similar al testigo. Las variaciones observadas en las medias no son suficiente para considerar que uno de los tratamientos es diferente, resultados obtenidos a través del análisis de varianza (ANOVA) Véase tabla 10.

Tabla 9:

Medidas de resumen de la variable longitud de raíces

Días	Variable	N	Media	D.E.	Var(n-1)	E.E.	CV
60	Longitud de raíces	16	8.79	3.6	13.09	0.9	41.14
120	Longitud de raíces	16	15.41	5	24.68	1.24	32.24

Nota: D.E = desviación estándar, E.E = Error Estadístico, CV = Coeficiente de variación

Tabla 10:

Longitud de raíces a los 60 y 120 días.

Días	Media	Prueba utilizada	P- valor	Significancia
60	8.79	ANOVA	0.1421	ns
120	15.41	ANOVA	0.598 2	ns

Nota: ns = asociación no significativa con p-valor < 0.05

3.3. Números de estacas con brotes

En la Tabla 11 se muestran las medidas de resumen de la variable número de estacas con brotes durante los meses de diciembre 2023 a mayo 2024. Los datos reflejan un aumento constante en el número de estacas con brotes a lo largo del tiempo. En diciembre, la media fue de 8.63 estacas con brotes, con una desviación estándar de 3.76, lo que indica una alta variabilidad en esta etapa, reflejada en un coeficiente de variación del 43.56%. este valor sugiere que, al inicio del periodo, las diferencias entre las estacas con brotes eran bastante marcadas. En contraste, desde enero hasta mayo, las medias de estacas con brotes

aumentaron, mientras que las desviaciones estándar disminuyeron, lo que resultó en un coeficiente de variación al final del ensayo de solo 6.96. lo que indica que al pasar los meses las estacas fueron presentando un crecimiento mucho más uniforme. El error estándar fue bajo en todos los meses, lo que refuerza la precisión de las estimaciones

Bajo las condiciones experimentales evaluadas. Se puede observar que, en el mes de diciembre, existe un grado estadístico de significancia inferior al 0.05 en la variable número de estacas con brotes, lo que significa que los tratamientos se comportan de manera diferente, lo cual podría deberse a que los brotes de las estacas se encontraban tiernos y por ende eran más susceptibles al ataque de plagas. Este factor podría haber influenciado en la respuesta diferencial observada en este mes, tal como indica el ANOVA véase tabla 12. A partir del mes de enero hasta mayo, los tratamientos presentaron p-valor superior al 0.05, lo que significa que no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, lo que sugiere que a medida que el tiempo avanza el efecto de los insecticidas disminuye y los brotes fueron menos vulnerables, reduciendo así el efecto del ataque de plagas.

Tabla 11:

Medidas de resumen de la variable número de estacas con brotes.

	Variable	n	Media	D.E.	Var(n-1)	E.E.	CV
DICIEMBRE	Nº estacas con brotes	16	8.63	3,76	14.12	0.94	43.56
ENERO	Nº estacas con brotes	16	16.69	3,52	12.36	0.88	21.07
FEBRERO	Nº estacas con brotes	16	20.44	2,5	6.26	0.63	12.24
MARZO	Nº estacas con brotes	16	22.13	2,28	5.18	0.57	10.29
ABRIL	Nº estacas con brotes	16	22.94	1,95	3.8	0.49	8.49
MAYO	Nº estacas con brotes	16	23.38	1,63	2.65	0.41	6.96

Nota: D.E = desviación estándar, E.E = Error Estadístico, CV = Coeficiente de variación

Tabla 12:*Número de estacas con brotes por mes.*

Meses	Media	Prueba Utilizada	P- valor	Significancia
Diciembre	8.63	ANOVA	0.0008	***
Enero	16.69	KRUSKAL-WALLIS	0.2304	ns
Febrero	20.44	ANOVA	0.3276	ns
Marzo	22.13	ANOVA	0.9772	ns
Abril	22.94	ANOVA	0.9850	ns
Mayo	23.38	ANOVA	0.9943	ns

Nota: *** asociación significativa con p-valor ≤ 0.05 significativa; ns = asociación no significativa con p-valor < 0.05

Debido a diferencias estadísticamente significativas detectadas en el mes de diciembre, se procedió a realizar la prueba de Dunnett. La cual mostró una variación importante entre el tratamiento T1 y T2 con el tratamiento testigo (vease tabla 13)

Tabla 13:*Prueba de Dunnett de la variable número de estacas con brotes del mes de diciembre.*

Tratamientos	Estimador estadístico	Error	t Valor	Pr (> t)	significancia
T1 - Testigo == 0	7.500	1.51	4.95	<0.001	***
T2 - Testigo == 0	7.500	1.51	4.95	<0.002	***
T3 - Testigo == 0	3.500	1.51	2.31	0.0952	ns

Nota: *** asociación significativa con p-valor ≤ 0.05 significativa; ns = asociación no significativa con p-valor < 0.05 .

3. 4. Número de brotes por estacas.

En la tabla 14 se muestra las medidas de resumen de la variable número de brotes por estaca desde el mes de diciembre 2023 hasta mayo 2024. En diciembre la media de brotes por estacas fue de 3.38 con una desviación estándar de 0.72, lo que indica una viabilidad moderada entre las estacas, refleja un coeficiente de variación de 21.3% lo que significa que al inicio del periodo existía una ligera dispersión en el número de brotes por estacas. A partir

del mes de enero a mayo, las medias de los brotes se fueron estabilizando, obteniendo al final una desviación estándar de 0.51 y un coeficiente de variación de 14.9 lo que indica una ligera disminución en la viabilidad, mostrando un crecimiento más uniforme en número de brotes en comparación al primer mes. El error fue bajo en todos los meses lo que indica precisión en las estimaciones realizadas en los meses de estudio.

Como podemos observar en la tabla 15, al realizar la prueba de normalidad con una significancia inferior al 0.05 se optó por realizar una prueba no paramétrica Kruskal-Wallis, para evaluar posibles diferencias en los promedios de brotes obtenidos en un lapso de 6 meses (diciembre 2023 a mayo 2024). Todos los meses evaluados tienen medias que oscilan entre los 3.31 y 3.44. El nivel de significancia en el p. valor obtenido es mayor a 0.05 en todos los meses, lo que indica que no se detectó diferencias significativas a nivel estadístico entre las medias de cada mes, por tal motivo se confirma la hipótesis nula, la cual indica que todos los tratamientos tienen un impacto estadísticamente similar en el variable número de brotes en *Terminalia amazonia*.

Tabla 14:

Medidas de resumen de la variable número de brotes por estacas.

	Variable	n	Media	D.E.	Var(n-1)	E.E.	CV
DICIEMBRE	Brotes por estacas	16	3.31	0.72	0.52	0.18	21.3
ENERO	Brotes por estacas	16	3.38	0.60	0.36	0.15	18.2
FEBRERO	Brotes por estacas	16	3.38	0.51	0.25	0.13	14.9
MARZO	Brotes por estacas	16	3.44	0.51	0.26	0.13	14.9
ABRIL	Brotes por estacas	16	3.44	0.51	0.26	0.13	14.9
MAYO	Brotes por estacas	16	3.44	0.51	0.26	0.13	14.9

Nota: D.E = desviación estándar, E.E = Error Estadístico, CV = Coeficiente de variación

Tabla 15:

Número de brotes por estacas mensuales a partir del establecimiento del ensayo.

Meses	Media	Prueba utilizada	P- valor	Significancia
diciembre	3.31	Test de Kruskal Wallis	0.9945	ns
Enero	3.31	Test de Kruskal Wallis	0.9110	ns
febrero	3.38	Test de Kruskal Wallis	0.8013	ns
marzo	3.44	Test de Kruskal Wallis	0.4542	ns
abril	3.44	Test de Kruskal Wallis	0.4542	ns
mayo	3.44	Test de Kruskal Wallis	0.4542	ns

Nota: ns = asociación no significativa con p-valor < 0.05

Estudios previos realizados por Pasqualoto y Silva, (2022) han indicado, que la reacción de las plantas ante los tratamientos de control de plagas puede variar dependiendo los factores ambientales y el tipo de sustrato empleado. En esta investigación, se pudo evidenciar que no solo está sujeto a las condiciones ambientales y el tipo de sustrato empleado ya que, en los tratamientos de control de plagas, a pesar que se mantuvo un control adecuado dentro del invernadero y se aplicó el mismo sustrato a todos los tratamientos, varían según su efectividad, el tratamiento T1 Sparko se mantuvo constante, manteniendo una mayor resistencia a plagas, a pesar que no hubo diferencias estadísticas con los otros tratamientos.

Los valores obtenidos para la variable número de brotes, en esta investigación presentaron medias 3.31-3.44 similares a los obtenidos por Enciso y Castillo (2010), quienes obtuvieron una media de 2.55-4.38 a pesar que utilizaron estacas de longitudes superiores a la presente en esta investigación. Farinango (2020), en su investigación el cual menciona que, en etapa inicial de crecimiento de brotes obtuvo datos satisfactorios, pero sin embargo a lo largo del tiempo, existió la caída de brotes y muerte del tejido. A pesar que en esta

investigación se realizó un control adecuado de los insectos plagas presentes en el invernadero todos los tratamientos sin excepciones presentaron defoliación y muerte de tejido.

Por otro lado, Murillo et al. (2023) Obtuvieron un porcentaje de 27.1% de enraizamiento en especies leñosas como *Carapa guianensis*, en comparación con los alcanzados en la presente investigación que fue de 6.04% al final del ensayo, a pesar que *Terminalia amazonia* también es una especie leñosa, no presento un porcentaje elevado de estacas enraizadas.

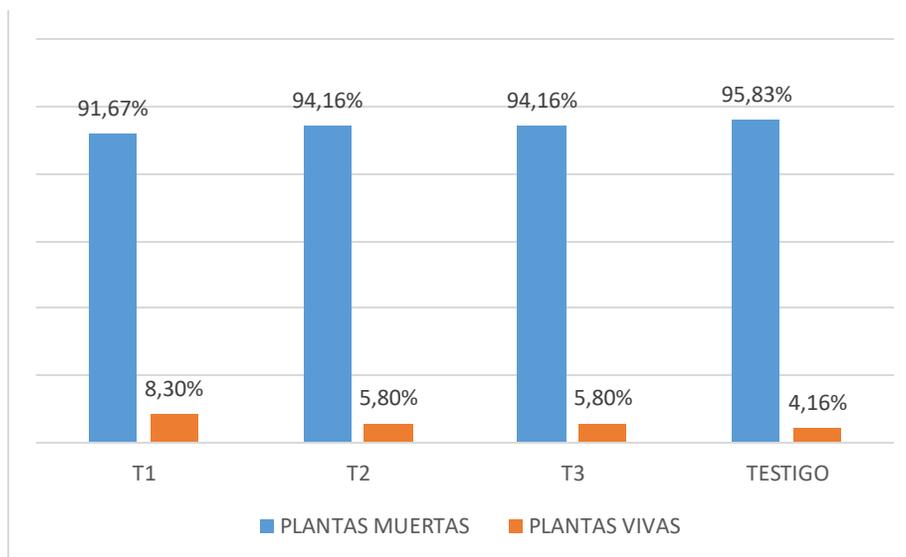
Objetivo 2: Evaluar la incidencia de plagas en el estado fitosanitario de las estacas de *Terminalia amazonia* (JFGmel) Exell, después de la aplicación de tratamientos específicos de control.

3.5. Sanidad

En la figura 2 a los 180 días, se puede apreciar que todos los tratamientos resultaron con tasas altas de mortalidad, que van desde el 91.67% a 95.85 %. Sin embargo, el tratamiento T1 (Sparko) obtuvo un mayor porcentaje de plantas vivas con un 8.30%, lo que significa que fue el tratamiento más efectivo para minimizar el ataque de plagas, en comparación con los otros tratamientos, aunque aquella diferencia es mínima. El tratamiento TESTIGO mostró los peores resultados, con un 4.16% total de plantas vivas, lo que significa que las condiciones en el control fueron menos favorecidas en la supervivencia de las plantas que cualquier otro de los tratamientos.

Figura 2:

Porcentajes de plantas vivas y muertas al final del ensayo

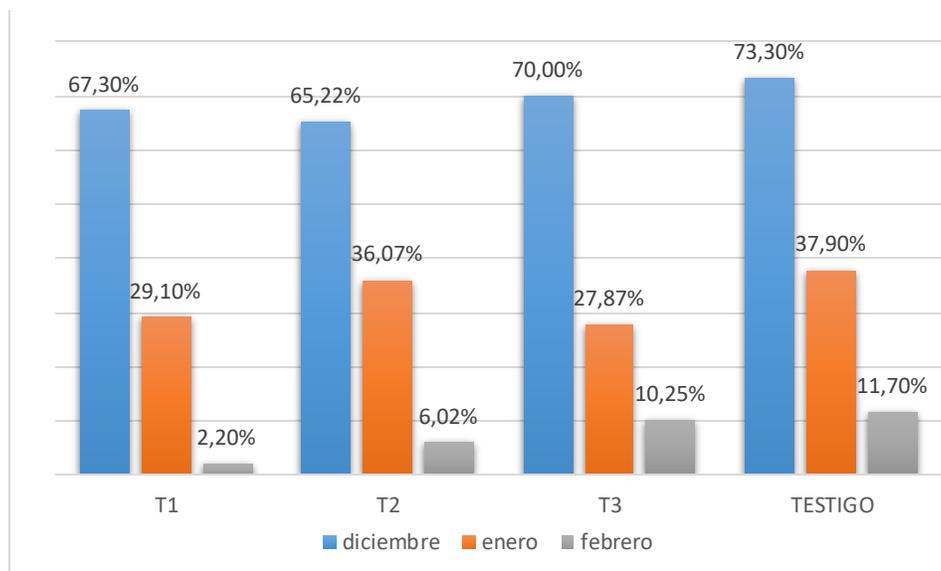


Nota: T1 =Sparko, T2 = Nimbiol; T3= insecticida natural; testigo = sin aplicación de ningún tipo de tratamientos

El ataque de insectos plaga como se muestra en la figura 3, se evidenció durante los lluviosos de la zona (diciembre, enero y febrero). Posterior a estos meses no se observó más insectos en el invernadero, Es importante destacar que, durante los meses con presencia de plagas, se aplicaron los diferentes insecticidas propuestos en la investigación. El tratamiento con mayor ataque fue en el TESTIGO, con un porcentaje de infestación más alto en diciembre (73.30%), seguido en enero con (37.90%) y febrero (11.70%), en contraste con los tratamientos, que presentaron porcentajes más bajos. Esto podría deberse que el tratamiento TESTIGO no se aplicó ningún método de control de insectos-plagas.

Figura 3:

Porcentaje ataque de plagas



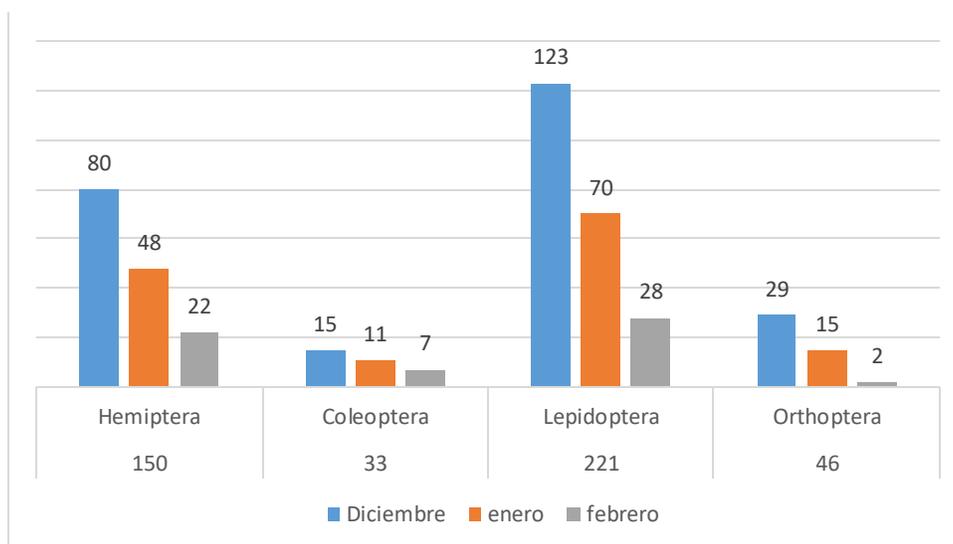
Nota: T1 =Sparko, T2 = Nimbiol; T3= insecticida natural; testigo = sin aplicación de ningún tipo de tratamientos

3.6. Estadío de la plaga

Como se puede observar en la figura 4, en diciembre 2023 existió una mayor afectación de insectos plagas dentro del invernadero, y los insectos con mayor presencia fueron larvas del orden de lepidópteros, por tal motivo estos fueron los que mayores daños causaron a los brotes y bordes foliares de las hojas tiernas de las plántulas de *Terminalia amazonia*.

Figura 4:

Cantidad de plagas presentes en el invernadero



Los insectos encontrados en el invernadero durante el mes de diciembre, enero y febrero se muestran en la tabla 16, los cuales pudieron verse atraídos por diversas razones, entre las posibles causas se encuentran la disponibilidad de refugio frente a las características climáticas del área y la disponibilidad de alimentos. También se encontró insectos benéficos como ninfas de *Zelus longipes* los cuales son insectos depredadores.

Tabla 16:

Insectos-plagas presentes en el invernadero.

Nombre común	Nombre científico	Orden	Familia	Género	Afectación
Chinche Cabeza roja	<i>Dysdercus concinnus</i>	Hemiptera	Pyrrhocoridae	Dysdercus	Se alimenta de sabia de la planta
Chinche	<i>Mormidea hamulata</i>	Hemiptera	Pentatomidae	Mormidea	Perfora tejidos vegetales causando

Larva	<i>Saurita cassandra</i>	Lepidoptera	Erebidae	Saurita	daños a los brotes Se alimentan de hojas y brotes.
Larva	<i>Spodoptera latifascia</i>	Lepidoptera	Noctuidae	Spodoptera	Se alimenta de brotes e hojas
Escarabajo	<i>Nealcidion emeritum</i>	Coleoptera	Cerambycidae	Nealcidion	Se alimentan a partir de tejidos de la planta
Saltamontes	<i>Schistocerca damnifica</i>	Orthoptera	Acrididae	Schistocerca	Se alimenta de hojas, brotes y otros tejidos vegetales

Indacochea *et al.* (2018) en su investigación, obtuvo a los 30 días una supervivencia 87% en *Tabebuia billbergii*, 82% en *Tabebuia crhyantha*, 80% *Myroxylon balsamum* en establecimiento in vitro. En esta investigación se obtuvo a los 30 días una supervivencia de 97.50% sin condiciones controladas corroborando que en este periodo de tiempo es una especie que muestra resistencia a las plagas. Méndez y Abdelnour (2014) obtuvieron, una supervivencia de 73.3% en *Terminalia amazonia*, resultados superiores a los alcanzados en esta investigación que fue del 6.04% al final del ensayo.

Por otro lado, Preux (2015) y Cabezas (2022) concuerdan que el insecticida Sparko, demasiado soluble por ende no solo afecta a insectos plagas, sino que también afecta a los insectos beneficioso y depredadores de plaga, lo cual concuerda con la presente investigación con la eliminación no solo de plagas sino también de abejas, avispas y algunos depredadores como *Zelus longipes* presentes en el invernadero.

Cisternas *et al.* (2020) señalan en la investigación que las larvas de lepidópteros ocasionan un mayor daño a brotes por sus hábitos alimenticios, Además, estos hallazgos están en concordancia con los obtenidos por Ludeña (2022), quien reporto una mayor presencia de insectos perforadores (lepidópteros, coleópteras, hemípteras) los cuales provocan daños significativos en brotes y hojas tiernas. Por otro lado, Pacheco *et al.* (2022) quienes evaluaron la incidencia de varios insectos-plagas en diferentes especies forestales nativas de un bosque húmedo tropical. En el estudio, encontraron una severa afectación en las hojas de las plantas, manifestada en una coloración amarillenta similar a la que se observó en *Terminalia amazonia*. Asimismo, Santos *et al.* (2015) menciona en su investigación, que las larvas de Lepidópteros afectaron en épocas lluviosas y su principal daño fue barrenar los brotes. La presente investigación se encuentra en concordancia con lo manifestado por los cuatro autores ya que observaron insectos del orden Coleópteras, Lepidópteras, Hemípteras y adicional también se encontró del orden de las Orthopteras. Además, se evidenció que los ataques de plagas se produjeron durante el periodo de lluvias, por lo tanto, en el mes de diciembre se registra un mayor número de plagas dentro del invernadero.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

El crecimiento de las raíces fue un factor limitante en esta investigación a pesar que se utilizó hormonas de enraizamiento, en todos los tratamientos aplicados no se obtuvieron una cantidad considerables de plantas con raíces, siendo así que el tratamiento T1 obtuvo el mayor porcentaje de plantas enraizadas en un 8.30% de 100% de estacas plantadas.

las estacas de *Terminalia amazonia*, son vulnerables a los insectos fitófagos durante los primeros meses de brotación, las aplicaciones de tratamientos tanto químicos como orgánico demostraron ser efectivos en la reducción de poblaciones de plaga ya que se obtuvo una diferencia mínima entre tratamientos en porcentajes de plantas vivas.

4.2. Recomendaciones

En futuras investigaciones se sugiere contar con material vegetal de diámetros 10 a 20 cm para obtener mayor probabilidad de sobrevivencia y enraizamiento para así evaluar de mejor manera la incidencia del ataque de plagas en *Terminalia amazonia*.

En nuevas investigaciones probar la combinación de tratamientos orgánicos, con tratamientos biológicos y culturales, esto permite posiblemente reducir la dependencia de químicos en el control de plagas, y a su vez ayuda a evitar la muerte de insectos benéficos.

REFERENCAS BILIOGRAFICA

- Alfáu, A. A. (2011). *Plagas domesticas Historia, Patalogias, Plaguicidas, Control* (Primera ed.). (Publicaciones agricola de Oasis Colonial , Ed.) España.
- Almodóvar, W. I. (2009). *Manejo de Plagas Forestales & Plagas de recientes introducción*. Puerto Rico: Universidad de Puerto Rico.
- Almodóvar, W. I. (2009). *Manejo de Plagas Forestales Viveros y Áreas Urbanas & Plagas de reciente Introducción*. Puerto Rico: USDA.
- Alvarez, M. M. (1998). *FACTIBILIDAD TECNICA ECONOMICA DE LAS SUSTANCIAS INSECTICIDAS DEL NEEM (Azadirachta indica A, Juss) EN SISTEMA ECOLOGICO AMBIENTAL DEL SUR DE SONORA*. Monterrey : Universidad Virtual del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.
- Arguedas, G. M., & Rodríguez, S. M. (2016). Insectos barrenadores del xilema en especies forestales comerciales en Costa Rica. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 7(35), 79-89. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/634/63448564007.pdf>
- Arguedas, G. M., Rodríguez, S. M., Cots, I. J., & Martínez, A. A. (2021). Inventario de plagas y enfermedades en viveros forestales en Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 18(42), 18-29. doi:10.18845/rfmk.v16i42.5543
- Badawy, M., Taktak, N., & Aswad, A. (10 de octubre de 2017). Chemical composition of the essential oils isolated from peel of three citrus species and their mosquitocidal activity against *Culex pipiens*. 2829-2834 . doi: <https://doi.org/10.1080/14786419.2017.1378216>
- Badii, M. H. (2007). Manejo Sustentable de Plagas o Manejo Integral de Plagas. *Culcyt*.
- Báez campos, J. (2022). *EVALUACIÓN DE INSECTICIDAS NATURALES, ALTERNATIVA DE CONTROL PARA MOSCA BLANCA ALGODONOSA (Aleurothrixus floccosus) (HOMOPTERA: ALEYRODIDAE) EN LIMÓN*. Univerddidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca, Morelos.
- Boschini, C., & Rodríguez, A. M. (2002). INDUCCIÓN DEL CRECIMIENTO EN ESTACAS DE MORERA(*Morus alba*), CONOCIDO INDOL BUTÓRICO (AIB). *AGRONOMÕA MESOAMERICANA*, 13(1), 19–24. doi: <https://doi.org/10.15517/am.v13i1.13229>
- Bravo, E. (2014). "*GERMINACION DE SEMILIA BOTANICA DE Terminalia amazonia (J. F. GMEL.) EXELL, UTILIZANDO CINCO TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS*". UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, Perú. Recuperado el 22 de 06 de 2024, de <file:///C:/Users/PC/Downloads/leer%20de%20terminalia%20amazonia%20me%20s%20irve%20informacion.pdf>

- Cabezas , T. G. (2022). *Polinizadores silvestres en cultivos extensivos: toxicidad de insecticidas con distinto modo de acción usando como modelo el abejorro Bombus terrestris*. UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID, Madrid.
- Cisternas, A., Carrillo , L., & Villagra , B. (01 de 10 de 2020). Gusanos blancos de importancia economica en Chile. *Instituto de Investigaciones Agropecuarias*(113). Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14001/5476>
- Contreras, P. L. (2019). *Tamaños de partículas de semillas de NIM (Azadirachta Indica), su mezcla con polvos naturales y su toxicidad en el gorgojo de maíz (Sitophilus zeamais)*. Instituto de Enseñanza e Investigación en ciencias agrícolas, Montecillo, Texcoco, Estado de México. Obtenido de http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/handle/10521/3158/Contreras_Perez_L_MC_F_Etomologia_Acarologia_2019.pdf;jsessionid=5ECA3BB2F3C03847961E3B86C409A74F?sequence=1
- Costa, L. (2022). *Toxic Effects of Pesticides*. (D. K. Curtis, & J. B. Watkins, Edits.) New York: McGraw-Hill. Obtenido de <https://www.accessscience.com/content/book/9781260452297/chapter/chapter22>
- CUPROPOR. (2010). *PROPIEDADES Y USOS DE LA MADERA DE CUMBILLO Terminalia amazonia (J.F. Gmel.) Exell*. Honduras: CENTRO DE UTILIZACION Y PROMOCION DE PRODUCTOS FORESTALES. Obtenido de [https://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2286/Technical/pd47-94-1h%20rev3\(I\)%20s_Cumbillo_S.pdf](https://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2286/Technical/pd47-94-1h%20rev3(I)%20s_Cumbillo_S.pdf)
- Díaz, G., Verdugo, V., & Gutierrez Gamboa , G. (2020). ANALISIS DE FERTILIDAD DE LAS YEMAS. *Herramienta de apoyo para tomar decisiones en la poda de vides ANALISIS DE FERTILIDAD DE LAS YEMAS*. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS -, Chile.
- Enciso Garay, C. R., & Castillo Echeverría, F. M. (2010). Propagación vegetativa de *Jatropha curcas* L. por estacas. *Universidad Nacional de Asunción*, 69-73.
- Endersby, N., & Morgan, W. (1991). Alternatives to Synthetic Chemical Insecticides for Use in Crucifer Crops. *Biological Agriculture and Horticulture*, 33-52.
- Estrada, C. I. (2008). *Control biológico de insectos un enfoque agroecológico*. Medellín-Colombia: Universidad de Antioquia .
- Farinango , R. (2020). PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE *Terminalia amazonia* (J.F. Gmel.) Exell, EN EL SECTOR DE CACHACO, PROVINCIA DE IMBABURA. Ibarra, Ecuador: UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE. Obtenido de <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10359/2/03%20FOR%20298%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Fernández, C. (2016). Evaluación de la eficacia biológica de los insecticidas Sulfoxaflor e Imidacloprid para el control de *Bemisia tabaci* en el cultivo de tomate. *Evaluación de*

la eficacia biológica de los insecticidas Sulfoxaflor e Imidacloprid para el control de Bemisia tabaci en el cultivo de tomate. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras, Honduras .

- Fuster , R. M. (2014). *Producción de plantas y tepes en vivero.* Bubok Publishing.
- GAP IBARRA. (2020). ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CANTÓN IBARRA. ibarra.
- GRDIŠA, M., & GRŠIĆ, K. (2013). Botanical Insecticides in Plant Protection . *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 85-93.
- Gutiérrez, G. G., & Ricker, M. (2012). *Ecología forestal de algunas especies arbóreas de interés para la reforestación y restauración del Parque Ecológico Tuzandepetl.* México D.F: Instituto de Biología.
- Hamadttu, A. (2001). *Integrated Insect Pest Management.* Saudi Arabia.
- Hine, G., Rojas, V., & Daquinta, G. M. (2014). *Establecimiento in vitro de dos especies nativas de Costa Rica: Terminalia amazonia (Amarillón) y Vochysia allenii (Botarrama Blanco).* Universidad Nacional de Costa Rica, Costa Rica. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11056/23371>
- INAMHI. (2017). Anuario Meteorologico 2013. Quito-Ecuador.
- Indacochea, B., Parrales, J., Hernández, A., Castro, C., Vera, M., & Zhindón, A. (2018). EVALUACIÓN DE MEDIOS DE CULTIVO IN VITRO PARA ESPECIES FORESTALES NATIVAS EN PELIGRO DE EXTINCIÓN EN ECUADOR. *Agronomía Costarricense*, 63-89.
- Jiménez, E. (2009). *Métodos de control de plagas.* UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA, Managua- Nicaragua. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/2456/1/nh10j61p.pdf>
- Jiménez, R., López, M., & Albajes, R. (2023). *La Sanidad Vegetal en la Agricultura y la Silvicultura.* Moncada-Valencia.: REAL ACADEMIA DE INGENIERÍA DE ESPAÑA. Obtenido de https://raing.es/pdf/publicaciones/libros/Libro_sanidad_vegetal_RAING_FINAL.pdf
- Justiniano, M. J., Pariona, W., & Nash, y. D. (2002). *Ecología de especies menos conocida Verdolago amarillo (Terminalia oblonga).* Santa cruz : El país .
- Kanninen, M. (2002). Biomasa y Carbono en plantaciones de Terminalia amazonia en la zona Sur de Costa Rica. *ResearchGate*, 50-55. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/242320887>
- Kanninen, M., & Montero, M. (2005). *Terminalia amazonia; ecología y silvicultura.* Turrialba, Costa Rica: Centro Agronomo Tropical de Investigación y enseñanza (CATIE).

- Ludeña Ortiz, L. (2022). *INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE DAÑOS DE INSECTOS PLAGA DEL CACAO (Theobroma cacao L.) EN LA FINCA "EL GRAN CHAPARRAL" CONE-YAGUACHI*. UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, Milagro, Ecuador.
- Méndez Álvarez, D., & Abdelnour Esquivel, A. (2014). Establecimiento in vitro de *Terminalia amazonia* (Gmel.) Excell. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 11(27), 7-21.
- Mesén, F. (1998). *Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales*. (CATIE, Ed.) Turrialba, Costa Rica.
- Montagnini, F. (2004). *Plantaciones forestales con especies nativas (Una alternativa para la producción de madera y la provisión de servicios ambientales)*. Costa Rica: Universidad de Yale. Obtenido de https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/6673/Plantaciones_forestales_con_especies_pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Montes, R. J. (2017). Tres nuevos registros de insectos barrenadores sobre *Terminalia ivorensis* A.Chev. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 8(43). Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v8n43/2007-1132-remcf-8-43-00027.pdf><https://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v8n43/2007-1132-remcf-8-43-00027.pdf>
- Murillo Barahona, D. A., Torres-Torres, J. J., & Rengifo Murillo, L. (2023). Evaluación del enraizamiento de estacas de *Carapa guianensis* Aublet. en respuesta al tipo de siembra y la fase de desarrollo. *CFORES*, 11(3).
- Olsen, L., Zalom, F., & Adkisson, P. (2003). Integrated Pest Management in the USA. *Department of Entomology*, 250-251.
- Pacheco Gomez, T., Cordova Horna, S., Del Castillo Mozombite, D., Rios Zumaeta, R., Cabanillas Oliva, E., Pinedo Jiménez, J., . . . Vasquez Bardales, J. (2022). SUPERVIVENCIA E INSECTOS PLAGA DE ESPECIES FORESTALES Y FRUTALES EN PUERTO ALMENDRA, REGIÓN LORETO, PERÚ. *FOLIA Amazónica*, 31(2), 253-261. doi:<https://doi.org/10.24841/fa.v31i2.563>
- Palacios, W. (2011). *Árboles del Ecuador* (Vol. 1). Quito, Ecuador.
- Pasqualoto, C. L., & Silva, R. (2022). sulfoximine, a novel systemic class of insecticides. *ResearchGate*. doi:10.1186/s40538-022-00332-0
- Pérez, M., Noceda, C., Zambrano, O., Parra, D., Córdoba, L., & Sosa, D. (24 de 07 de 2017). Descripción de plagas en viveros de cacao en el cantón Milagro a partir de diferentes fuentes de información. *Ciencia Unemi*, 10(24), 19-38. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/5826/582675689003.pdf>
- Pitti Serrano, Q. (2011). *Control de adultos de mosca blanca Bemisia tabaci con los insecticidas XDE-204, XDE-203, Imidacloprid y Acetamiprid*. CARRERA DE

- INGENIERIA AGRONÓMICA, Zamorano, Honduras. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/cd22d8ac-2120-403e-8626-c43a80eaeabda/content>
- Preux , C. (2015). *Comparación de la eficacia del insecticida Sulfoxaflor con Flupyradifurone, Spirotetramate e Imidacloprid para el control de Myzus persicae en chile dulce (Capsicum annuum)*. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/e869d37d-b76f-43ce-9466-c780e47eec8a/content>
- Rentería, A. A., Juárez, C. S., & Sánchez, V. L. (2014). Propagación por enraizamiento de estacas y conservación de árboles plus extintos de *Pinus patula* procedentes del norte de Veracruz, México. *Scielo*, 20(1), 85-96. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/mb/v20n1/v20n1a8.pdf>
- Rivera, M. (2012). *MANUAL PARA LA APLICACIÓN DE FITOSANITARIOS*. Buenos Aires, Argentina.
- Rivera, R. M., Vargas, H. J., López, U. J., Villegas, M. Á., & Jiménez, C. M. (2016). Enraizamiento de estacas de *Pinus patula*. *Revista fitotecnia mexicana*, 39(4), 385-392. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802016000400385&lng=es&tlng=es.
- Romero, L. (2004). *Prevención de plagas en plantaciones forestales con prácticas silviculturales. Serie técnica N° 2*. Managua: UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA.
- Santos Murgas, A., E Barrios, H., & López Ch., O. G. (2015). Bioecología de *Hypsipyla grandella* (ZELLER) (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE) e incidencia en *Cedrela odorata* L. (Meliaceae), Panamá. *CENTROS*, 96-115.
- Solano, R. D. (2020). *PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE Terminalia amazonia (J.F. Gmel.) Exell, EN EL SECTOR DE CACHACO, PROVINCIA DE IMBABURA*. UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE, Ibarra, Imbabura, Ecuador.
- Soll , M. D., Meng, C. Q., Pohlman, M., Baumann, E., & Paulini , R. (2015). *España Patente n° ES 2 545 738 T3*.
- Stenberg, J. (2017). A Conceptual Framework for Integrated Pest Management. *Trends in Plant Science*, 22(9), 759-767.
- Valor , G., & Sánchez, L. (2003). BROTACIÓN, FERTILIDAD DE BROTES LATERALES Y UBICACIÓN DEL RACIMO EN EL CULTIVAR DE VID TUCUPITA EN CONDICIONES TROPICALES. *redalyc.org*, 15(3), 201-208. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85715307>

- Vásquez, L. L., Matienzo, Y., Veitía, M., & Alfonso, J. (2008). *Conservación y manejo de enemigos naturales de insecticidas fitófagos en los sistemas agrícolas de Cuba*. (C. d. Vegetal, Ed.) Habana, Cuba: CIDISAV .
- Vásquez, S. M., & Ramos, O. M. (1992). *Reserva de la Biosfera Montes* (Primera ed., Vol. 1). Chiapas, México: Centro de Estudios para la Conservación de los Recursos Naturales, A.C. (ECOSFERA). Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Marco-Lazcano-Barrero/publication/357056914_RESERVA_DE_LA_BIOSFERA_MONTES_AZULES_SELVA_LACANDONA_-_INVESTIGACION_PARA_SU_CONSERVACION/links/61b9ffbe1d88475981f04e4b/RESERVA-DE-LA-BIOSFERA-MONTES-AZULES-SELVA-LACANDONA-
- Villar, P. (2003). IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DE PLANTA EN LOS PROYECTOS DE REVEGETACIÓN. (J. Benayas, T. Espigares, & J. Nicolau, Edits.) *Universidad de Alcalá*, 66-68. Obtenido de <https://pedrovillar.web.uah.es/PDF/Texto%20publicado.pdf>
- Vivas, L. E. (2017). El Manejo Integrado de Plagas (MIP): Perspectivas e importancia de su impacto en nuestra región. *J Selva Andina Biosph*, 67-69.

ANEXOS

1. Fotografías limpieza y armada del invernadero



Limpieza y adecuación del lugar donde va el invernadero.



Armado de la estructura del invernadero



Colocación de techo y zaran



Invernadero finalizado

2. fotografías llenado de fundas



3. fotografías riego de las plántulas cada 3 días



4. Fotografías desarrollo de brotes.



5. Fotografías aplicación de insecticidas



6. Fotografías crecimiento radicular



7. Fotografías toma de datos



8. Insectos plagas identificados dentro del invernadero

<p data-bbox="435 260 691 289"><i>Dysdercus concinnus</i></p> 	<p data-bbox="1003 260 1260 289"><i>Mormidea hamulata</i></p> 
<p data-bbox="451 722 675 751"><i>Saurita cassandra</i></p> 	<p data-bbox="1003 722 1260 751"><i>Spodoptera latifascia</i></p> 
<p data-bbox="435 1268 691 1297"><i>Nealcidion emeritum</i></p> 	<p data-bbox="987 1268 1276 1297"><i>Schistocerca damnifica</i></p> 

9. Fotografía de *Zelus longipes*



10. Fotografías insecticidas químicos utilizados

