



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA: INGENIERÍA FORESTAL

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

“Evaluación de medidas de control de *Gretchena garai* en una plantación de *Juglans neotropica* Diels en el campus Yuyucocha provincia de Imbabura.”

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

Autores:

Navarrete Vásquez Briana Nicole

Ruiz Ruiz Edgar Fernando

Director:

Ing. Hugo Vinicio Vallejos Álvarez MSc.

Asesor:

Ing. Mario José Añazco Romero PhD.

Ibarra – mayo – 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	100437253-6	
APELLIDOS	Navarrete Vásquez Briana Nicole		
YNOMBRES:			
DIRECCIÓN:	Los Ceibos - Rio chimbo y Aguarico 5-95		
EMAIL:	bnnavarretev@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:		TELF. MOVIL	+593 98 568 8680

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	DE	100414630-2	
APELLIDOS	Ruiz Ruiz Edgar Fernando		
YNOMBRES:			
DIRECCIÓN:	Juan José Páez 8-65 y Aurelio Gómez Jurado - Ibarra		
EMAIL:	efruizr@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	062-611-603	TELF. MOVIL	+593 98 569 4779

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Evaluación de medidas de control de <i>Gretchena garai</i> en una plantación de <i>Juglans neotropica</i> Diels en el campus Yuyucocha provincia de Imbabura
AUTOR (ES):	Navarrete Vásquez Briana Nicole, Ruiz Ruiz Edgar Fernando
FECHA: AAAAMMDD	2024/05/15
SOLO PARA TRABAJOS DE TITULACIÓN	
CARRERA/PROGRAMA:	Ingeniería Forestal / Pregrado
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Forestal
DIRECTOR:	Ing. Hugo Vinicio Vallejos Álvarez, MSc.

CONSTANCIAS

Los autores manifiestan 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 son los titulares de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 15 días del mes de mayo del 2024

LOS AUTORES:

Firma:



Nombre: Navarrete Vásquez Briana Nicole

Firma:



Nombre: Ruiz Ruiz Edgar Fernando

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificado del trabajo de Integración Curricular “Evaluación de medidas de control de *Gretchena garai* en una plantación de *Juglans neotropica* Diels en el campus Yuyucocha provincia de Imbabura” elaborado por Navarrete Vásquez Briana Nicole y Ruiz Ruiz Edgar Fernando, previo a la obtención del título de Ingeniero Forestal, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

HUGO VINICIO VALLEJOS ALVAREZ
Firmado digitalmente por HUGO VINICIO VALLEJOS ALVAREZ
Fecha: 2024.05.14 19:14:40 -05'00'

(f):.....

Ing. Hugo Vinicio Vallejos Álvarez, MSc.

C.C.: 1002018941

MARIO JOSE ANAZCO ROMERO
Firmado digitalmente por MARIO JOSE ANAZCO ROMERO
Fecha: 2024.05.10

(f):..... 17:22:28 -05'00'

Ing. Mario José Añazco Romero, PhD.

C.C.: 0701574329

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, 11 de mayo del 2024

Ing. Hugo Vinicio Vallejos Álvarez, MSc

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular con el tema “Evaluación de medidas de control de *Gretchena garai* en una plantación de *Juglans neotropica* Diels en el campus Yuyucocha provincia de Imbabura”, mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

HUGO VINICIO VALLEJOS ALVAREZ
Firmado digitalmente por HUGO VINICIO VALLEJOS ALVAREZ
Fecha: 2024.05.14 19:15:20 -05'00'

(f):.....

Ing. Hugo Vinicio Vallejos Álvarez, MSc.

C.C.: 1002018941

DEDICATORIA

A mis padres y hermano

Por su apoyo constante y sacrificios innumerables. Gracias por ser mi fuente de inspiración y por creer en mi capacidad, este trabajo está dedicado a ustedes.

Agradezco a Dios por darme la fortaleza y la guía necesarias para alcanzar este logro académico.

A Dios, a mis padres Edgar Marcelo Ruiz Sarzosa y Patricia de Lourdes Ruiz Tabango, a mi esposa Camila Dayaneth Dávila Córdova y a mi hijo Fernando Miguel Ruiz Dávila por ser mi motor y mi motivación para luchar y salir adelante.

Gracias por su apoyo incondicional, por creer en mi en los momentos más oscuros y difíciles; este trabajo se lo dedico a ustedes, porque sin ustedes como mi inspiración y sostén no lo hubiera logrado.

Gracias a Dios por darme la fuerza y sabiduría necesaria para continuar en mi vida académica y lograr culminarla.

RESUMEN

El barrenador (*Gretchena garai* Miller) es una plaga que afecta las semillas y el rendimiento de la especie forestal nogal *Juglans neotropica* Diels en Ecuador. Se necesita mayor información para desarrollar métodos de control eficientes y sostenibles. Con base en la problemática se planteó como objetivo evaluar mensualmente diferentes medidas de control de *Gretchena garai* Miller en una plantación de *J. neotropica* con 384 individuos. La valoración mensual durante seis meses se basó en variables tales como: sanidad, plantas afectadas, porcentaje de ataque en la planta, estadio de la plaga, posicionamiento de la plaga, altura, diámetro basal, diámetro de copa y área foliar. Se aplicaron cinco diferentes tratamientos en el experimento: 1. Insecticida más fertilizante foliar (plantas sanas); 2. Biológico más químico (plantas con presencia de huevos); 3. Poda más mecánico (plantas con presencia de larva); 4. Mecánico más insecticida (plantas con presencia de pupa); y 5. Poda más mecánico (plantas con presencia de adultos). Los resultados obtenidos mostraron que el tratamiento biológico más químico fue significativamente positivo con respecto a la sanidad (0 % de plantas enfermas), 0 % de ataque en la planta, estadio de la plaga 100 % inexistente, posicionamiento de la plaga 100 % inexistente, altura total promedio constante de las plantas de 95,17 cm, diámetro de copa consistente de 93,2 cm, diámetro base de 27,84 cm, y área foliar promedio de 443,855 cm². Por otro lado, el tratamiento mecánico más insecticida obtuvo resultados similares en sanidad (0 % de plantas enfermas), 0 % de ataque en la planta, estado de la plaga 100 % inexistente, posicionamiento de la plaga 100 % inexistente, altura total promedio máxima de 100,5 cm, diámetro de copa consistente de 90,3 cm, diámetro basal de 24,73 cm y área foliar promedio de 420,85 cm². Finalmente, cumplido el tiempo de estudio, se concluyó que los tratamientos biológico más químico y mecánico más insecticida fueron los más efectivos para controlar la plaga *Gretchena garai* Miller en la plantación de *Juglans neotropica* Diels.

ABSTRACT

The borer (*Gretchena garai* Miller) is a pest that affects the seeds and yield of the walnut forest species *Juglans neotropica* Diels in Ecuador. More information is needed to develop efficient and sustainable control methods. Based on this problem, the objective was to evaluate different control measures for *Gretchena garai* Miller monthly in a *J. neotropica* plantation with 384 individuals. The monthly assessment for six months was based on variables such as: health, affected plants, percentage of attack on the plant, pest stage, pest positioning, height, basal diameter, crown diameter and leaf area. Five different treatments were applied in the experiment: 1. Insecticide plus foliar fertilizer (healthy plants); 2. Biological plus chemical (plants with egg presence); 3. Pruning plus mechanical (plants with larvae presence); 4. Mechanical plus insecticide (plants with pupae presence); and 5. Pruning plus mechanical (plants with adult presence). The results showed that the biological plus chemical treatment was significantly positive regarding health (0% of diseased plants), 0% of attack on the plant, 100% non-existent pest stage, 100% non-existent pest positioning, constant average total height of the plants of 95.17 cm, consistent crown diameter of 93.2 cm, base diameter of 27.84 cm, and average leaf area of 443.855 cm². On the other hand, the mechanical plus insecticide treatment obtained similar results in health (0% of diseased plants), 0% of attack on the plant, 100% non-existent pest stage, 100% non-existent pest positioning, maximum average total height of 100.5 cm, consistent crown diameter of 90.3 cm, basal diameter of 24.73 cm and average leaf area of 420.85 cm². Finally, after the study period, it was concluded that the biological plus chemical and mechanical plus insecticide treatments were the most effective in controlling the *Gretchena garai* Miller pest in the *J. neotropica* Diels plantation.

LISTA DE SIGLAS

MIP: Manejo Integral de Plagas.

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

UICN: Organización Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

DAP: Diámetro a la Altura del Pecho.

GPS: Sistema de Posicionamiento Global.

ANOVA: Análisis de la Varianza.

INDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
INTRODUCCIÓN.....	1
Problema de investigación	2
Justificación	3
Objetivos.....	4
Objetivo general	4
Objetivos específicos.....	4
Hipótesis	4
CAPÍTULO I.....	5
MARCO TEÓRICO	5
1.1. Distribución de la Especie	5
1.1.1. Generalidades del nogal.....	5
1.1.2. Características del árbol.....	5
1.1.3. Distribución natural	7
1.1.4. Condiciones de hábitat	8
1.1.5. Ecosistema y su estructura.....	8
1.1.6. Topografía y suelos	8
1.1.7. Amenazas.....	9
1.2. Manejo silvicultural y usos de la Especie.....	9
1.2.1. Propagación del Nogal.....	9
1.2.2. Plantación Forestal	10
1.2.3. Huerto Semillero	10
1.2.4. Usos	10
1.3. Historia de la plaga <i>Gretchena garai</i> Miller	11
1.3.1. Características de la plaga	11
1.3.2. Ciclo completo.....	12
1.3.3. Distribución Geográfica	12
1.3.4. Investigaciones Realizadas	13
1.4. Manejo Integrado de Plagas	13
1.5. Control de plagas.....	14
1.5.1. Control Biológico	14
1.5.2. Control Químico.....	16

1.5.3. Control Mecánico	17
1.5.4. Control Silvicultural	18
1.6. Investigaciones realizadas	19
CAPITULO II.....	21
MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
2.1. Ubicación del lugar	21
2.1.1 Ubicación política	21
2.1.2. Ubicación geográfica.....	21
2.2. Características edafoclimáticas	22
2.2.1. Suelo.....	22
2.2.2. Clima	22
2.3. Materiales, equipos y software	22
2.4. Métodos Técnicas e Instrumentos	23
2.4.1 Experimento	23
2.4.2. Tratamientos.....	23
2.4.3. Modelo estadístico del experimento.....	25
2.4.4. Instalación del experimento	25
2.5. Operacionalización de variables	26
CAPITULO III	30
3.1.1. Sanidad.....	30
3.2. Porcentaje de incidencia de la plaga	31
3.3. Estadio de la plaga	32
3.3.1. Estadio 0 (Inexistente).....	32
3.4. Posicionamiento de la plaga en la planta	33
3.5. Presencia de insectos que no son parte del estudio.....	35
3.5.1. Presencia de insectos y arácnidos.....	35
3.6.1. Altura total.....	36
3.7. Diámetro basal	38
3.8. Diámetro copa.....	39
3.9. Área foliar	41
CAPÍTULO IV	43
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
CONCLUSIONES	43

RECOMENDACIONES.....	44
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
ANEXOS.....	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Herramientas que se usara para la Investigación _____	23
Tabla 2 Tratamientos que intervienen en la investigación. _____	24
Tabla 3 Escala nominal de la sanidad de la planta. _____	27
Tabla 4 Escala nominal del porcentaje de ataque a la planta. _____	27
Tabla 5 Escala nominal del estadio o fase en el que se encuentra la plaga. _____	28
Tabla 6 Escala nominal de acuerdo al posicionamiento en el que se encuentra la plaga. _____	28
Tabla 7 Escala nominal de acuerdo a la presencia de otros insectos que no son parte del estudio. _____	29
Tabla 8 Prueba de Tukey sobre la altura de las plantas por cada uno de los tratamientos. _____	37
Tabla 9 Prueba de Tukey del diámetro basal de las plantas. _____	39
Tabla 10 Prueba de Tukey diámetro de copa _____	40
Tabla 11 Prueba de Tukey área foliar _____	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación del campus Yuyucocha _____	21
Figura 2 Porcentaje de plantas enfermas de toda la plantación. _____	30
Figura 3 Presencia de ataque de la plaga Gretchena garai en un porcentaje del 0%. _	31
Figura 4 Ausencia de la plaga estadio cero _____	32
Figura 5 Posicionamiento de la plaga en la categoría cero, indica la ausencia total de Gretchena garai en la planta. _____	34
Figura 6 Presencia de insectos y arácnidos que no son parte del estudio. _____	35
Figura 7 Altura de la planta en centímetros. _____	36
Figura 8 Diámetro basal de la planta. _____	38
Figura 9 Diámetro de copa de la planta Juglans neotropica _____	40
Figura 10 Área foliar por cada uno de los tratamientos aplicados. _____	41
Ecuación 1 -----	30

INTRODUCCIÓN

Con una presencia en la naturaleza que se remonta a 350 millones de años, los insectos han tenido y siguen teniendo un impacto significativo en la humanidad y en los ecosistemas donde habitan (Hoyo, 2013).

Según Sattelle (2022) el daño directo a los cultivos por insectos y nematodos también puede reducir seriamente la productividad y amenazar los cultivos agrícolas y forestales. Se requiere un control efectivo sobre todas estas plagas, vectores y patógenos, ya que la carga económica y médica puede ser significativa (Zumbado, 2018).

El concepto de plaga ha experimentado una evolución notable, desde su concepción inicial como un juicio moral o religioso hasta la perspectiva economicista que impera en la actualidad. La humanidad ha mantenido una constante preocupación por las plagas, las cuales se clasifican como tales cuando el daño que infligen a los cultivos o animales es lo suficientemente severo como para afectar negativamente el rendimiento y la calidad de los productos. (Heb, 2019).

La entomología, como ciencia dedicada al estudio de los insectos, no puede tener su origen discutido o analizado sin considerar las bases de conocimiento científico y los avances que han impulsado su conocimiento y desarrollo a escala global (Argüello, 2018); en el ámbito científico la ciencia se encarga del estudio de los insectos para minimizar sus efectos negativos brindando soporte y sustento.

El manejo integrado de plagas (MIP) tiene como objetivo controlar el daño ocasionado por enfermedades y plagas a un nivel que no represente un impacto económico significativo. Esta estrategia se basa en la combinación de diversos métodos de control de plagas.

Según Morishima (2010) el (MIP) busca resolver los problemas de plagas para lograr maximizar los rendimientos y a la vez reducir el uso de plaguicidas. Según la Organización Mundial de la Salud cada año ocurren en el mundo aproximadamente tres millones de casos de intoxicaciones agudas por plaguicidas (Consuegra, 2004); el MIP ayuda al agricultor a seleccionar técnicas idóneas para manejar las principales plagas agrícolas, sin afectar al medio ambiente (Leonides, 2013).

Por ejemplo, según el estudio realizado por Ahmad (2017) el MIP ha resultado en una reducción significativa de la población de plagas en el área objetivo del distrito de Dir, Pakistán. La estrategia aquí informada será valiosa para aliviar la infestación de nogales con beneficios económicos concomitantes para la comunidad de agricultores y forestales (Navarrete, 2016).

El manejo integrado puede ser efectuado mediante el uso de varios métodos, entre los cuales sobresalen los preventivos, culturales, mecánicos, biológicos y químicos. (FAO, 2019).

Problema de investigación

El barrenador del nogal *Gretchena garai* es un insecto perteneciente a las lepidópteras capaces de causar daños significativos en las plantaciones de *Juglans neotropica* Diels.

El ciclo completo de *Gretchena garai* es de sesenta y cuatro días de los cuales: ocho se atribuyen a la etapa embrionaria huevo, treinta al estado de larva, diecinueve al estadio de pupa y los siete días restantes al estadio de adulto. Dicho ciclo se desarrolla de manera efectiva durante los primeros años de desarrollo del *J. neotropica* es decir cuando la plántula es inferior a tres metros de altura en la etapa juvenil de la planta (Ortega, 2007).

Las hembras del barrenador depositan sus huevos en la base de las hojas jóvenes de los brotes apicales. Tras la eclosión, las pequeñas orugas penetran en los tejidos blandos de la planta y se ubican cerca de la yema terminal. La presencia del barrenador se puede observar externamente por los restos que la larva expulsa al excavar las galerías dentro de la planta.

Por tal motivo es de suma importancia establecer medidas de control que ayuden a mitigar esta plaga ya que, si no se lo realiza de manera breve y adecuada, esta se proliferará disminuyendo un control efectivo hasta dañar en su totalidad la plantación de *J. neotropica* generando individuos notablemente bifurcados y con tendencia a daños genéticos permanentes.

El manejo integral de plagas (MIP) es un enfoque efectivo y sostenible cuyos objetivos se centran en el monitoreo, control y erradicación de las mismas; así como

también en el mantenimiento de los niveles de daños causados por plagas dentro de un índice económicamente aceptable. Minimizando los impactos negativos en el medio ambiente y la salud humana.

En el predio Yuyucocha existe una plantación de *J. neotropica* de aproximadamente un año de edad con incidencia de la plaga *Gretchena garai*. Desafortunadamente, Ecuador no cuenta con la suficiente información respecto a la aplicación de medidas de control de dicha plaga.

Justificación

Debido a la alta incidencia de *Gretchena garai* Miller en árboles juveniles de *Juglans neotropica* Diels y su impacto negativo en la salud y desarrollo de dicha especie forestal el estudio busca contribuir a una efectiva selección de medidas de control o tratamientos que mitiguen la propagación de *Gretchena garai*; así como también la extrapolación de dichos resultados hacia otros campos investigativos contribuyendo a un mejor control de plagas forestales.

La plantación de *J. neotropica* es una actividad productiva importante en diversas regiones, debido a sus propiedades nutricionales y su potencial económico. Una de las principales amenazas para su desarrollo exitoso es la presencia de la plaga *Gretchena garai*, una plaga que afecta significativamente la salud y productividad de los árboles. El manejo de plagas en las plantaciones es esencial para garantizar su producción, así como para mantener la viabilidad económica a largo plazo. Sin embargo, el enfoque tradicional de control de plagas basado en el uso indiscriminado de insecticidas presenta limitaciones debido a los posibles impactos ambientales y a la aparición de resistencia en los insectos. Por lo tanto, se requiere de una estrategia integral y sostenible que considere aspectos ecológicos, económicos y sociales para controlar eficazmente la plaga *Gretchena garai*.

La presencia de *Gretchena garai* puede ocasionar daños significativos en las plantaciones de *J. neotropica*, afectando la calidad y cantidad de sus productos, lo cual repercute negativamente en la rentabilidad de los productores.

La aplicación de un manejo integral de plagas contra *Gretchena garai* en una plantación de *J. neotropica* es necesaria para asegurar la viabilidad económica, la sostenibilidad ambiental y la conservación de la biodiversidad.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar las medidas de control de *Gretchena garai* en una plantación de *Juglans neotropica* Diels en el campus Yuyucocha, provincia de Imbabura.

Objetivos específicos

Describir la incidencia y severidad de la plaga *Gretchena garai* en la plantación del *Juglans neotropica* Diels en el campus Yuyucocha.

Valorar la eficacia de diferentes medidas de manejo en el control de *Gretchena garai* y su impacto en el estado sanitario y crecimiento de las plantas de *Juglans neotropica* Diels.

Hipótesis

Ho: Los métodos de control de *Gretchena garai* no muestran diferencias significativas en el impacto sobre el crecimiento de las plantas de *Juglans neotropica* Diels.

Ha: Al menos uno de los métodos de control de *Gretchena garai* muestra diferencias significativas en el impacto sobre el crecimiento de las plantas de *Juglans neotropica* Diels.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Distribución del nogal *Juglans neotropica* Diels

1.1.1. Generalidades del nogal

Según Villota (2023) el nogal *J. neotropica*, conocido también como tocte, nogal de los Andes o nogal negro, es un tipo de árbol nativo de América del Sur. Su clasificación taxonómica pertenece a la familia de las Juglandáceas. Sus frutos secos, las nueces, son reconocidos como alimentos probióticos dado su contenido significativo de ácidos grasos poliinsaturados, antioxidantes, vitaminas (especialmente del grupo B) y minerales (oligoelementos) (Malagón et al., 2020).

1.1.2. Características del árbol

Es una especie arbórea de gran envergadura que puede crecer hasta alcanzar alturas notables que oscilan entre los 15 m y los 48 m.

Posee raíces pivotantes que se extienden a profundidades superiores a los tres metros. Su tronco, de forma cilíndrica y recto, tiene un diámetro que varía entre los 30 cm y los 120 cm a la altura del pecho, medida conocida como DAP.

La cubierta externa de la corteza de este árbol presenta fisuras y tiene un color gris oscuro, mientras que la corteza interna es fibrosa y presenta un tono crema (Mediavilla, 2023).

Debido a su naturaleza frondosa, el nogal *J. neotropica* tiene un sistema radicular pivotante que es notablemente robusto y cuenta con raíces fuertes. Estas raíces tienen una buena profundidad y se ramifican abundantemente.

Se caracteriza por tener un follaje denso y exuberante con hojas. En el haz, se observa un tono verde oscuro y un tono verde claro en el envés. La coloración general

del árbol puede variar según la época del año, mostrando tonalidades que van desde un verde claro rojizo y opaco hasta un verde amarillento.

Las hojas de *J. neotropica* son alternas, compuestas e imparipinadas, y se agrupan en el extremo de las ramas. Tienen una longitud que oscila entre 20 cm y 60 cm, y un ancho de 18 cm a 30 cm. Estas hojas surgen de una yema terminal delgada y afilada, resguardada por una bráctea alargada y llamativa. Cada hoja está compuesta por entre 7 y 19 folíolos que se disponen de manera opuesta a lo largo de un raquis cubierto de una pubescencia hirsuta (Añazco & Fernández, 2021).

J. neotropica Diels produce flores unisexuales de color verdoso y de abundante floración. Las flores masculinas se presentan en las ramas del año anterior, en las axilas de las cicatrices. Son de tamaño reducido y de tonalidad verde amarillento. Estas flores se agrupan en espigas estaminadas y cuentan con 60 a 85 estambres dispuestos en forma de haz. Las espigas femeninas son de tamaño reducido y se sitúan en el extremo de las ramas, emergiendo en pares. Cada conjunto de flores está presente en una estructura llamada espiga, la cual puede contener de 2 a 25 flores de tonalidad amarillo claro. Estas flores se sostienen en un receptáculo de forma elipsoide que posee dos bractéolas.

Los sépalos de estas flores presentan una marcada segmentación en las puntas y se fusionan con el ovario, el cual se encuentra en una posición inferior y se caracteriza por tener una notable pubescencia. Dentro del ovario se encuentra un solo óvulo y entre dos y cuatro carpelos. El pistilo se divide en dos partes y exhibe un estigma delgado y plumoso (Ruiz, 2013).

Los frutos tienen forma de drupa carnosa, siendo redondos a semiesféricos y ligeramente achatados en los extremos. La parte externa o epicarpio muestra una tonalidad clara y una textura coriácea y áspera, con escamas, inicialmente de color verde, que luego cambian a un tono pardo y finalmente a negro cuando alcanzan la madurez. Por otro lado, el mesocarpio presenta una apariencia fibrosa, mientras que el endocarpio es de color y cuenta con un olor característico y penetrante una vez que alcanza su pleno estado de madurez (Rubio, 2020).

La semilla está rodeada por una capa interna llamada endocarpio, el cual es resistente y de naturaleza leñosa. Debido a esta característica de latencia, se

recomienda aplicar tratamientos para romper esta barrera lo que permite que la semilla pueda iniciar el proceso de germinación (Gelver, 2017).

La madera de *J. neotropica* muestra características distintivas en su estructura. La albura se presenta en un tono claro de color castaño, mientras que el duramen exhibe un color castaño oscuro con vetas lineales café oscuro (Inga & del Valle, 2017).

La madera no muestra anillos de crecimiento visibles y su grano puede variar entre recto y ondulado. Presenta una porosidad difusa a circular, formando radios heterocelulares con longitudes que oscilan entre 653 μm y 2500 μm , dispuestos a una distancia aproximada de 18 μm entre ellos. Los poros son solitarios y su tamaño varía entre 6 mm^2 y 18 por mm^2 (Inga & del Valle, 2017).

La madera de *J. neotropica* Diels exhibe conductos fibrosos intracelulares de amplio diámetro, con medidas oscilantes entre 12 μm y 16 μm . Además, se pueden encontrar vasos de un tamaño promedio de 812 μm , el cual puede variar dependiendo del crecimiento y la edad del árbol (Inga & del Valle, 2017).

1.1.3. Distribución natural

Su distribución abarca los Andes de Suramérica, especialmente en Ecuador, Perú, Colombia y Bolivia. En Ecuador, se encuentra en la región interandina, específicamente en los valles y laderas de la cordillera de los Andes, se ha encontrado que el nogal se distribuye en altitudes que van desde los 1 400 msnm a 3 500 msnm. Sin embargo, las mejores condiciones para su crecimiento y desarrollo se observan en lugares con altitudes que oscilan entre los 1 800 msnm y los 2 800 msnm (Herrera et al., 2023).

Colombia abarca altitudes comprendidas entre los 1 600 y los 3 100 metros sobre el nivel del mar. En Ecuador, se ha registrado su presencia en las provincias de Napo, Azuay, Bolívar, Loja, Chimborazo, Pichincha y Tungurahua (FAO, 2015). Adicionalmente, existen algunas áreas donde se pueden encontrar bosques naturales de nogal. Como por ejemplo, en la comunidad del Tundo (Azas, 2016).

1.1.4. Condiciones de hábitat

El nogal se desarrolla en climas templados y subhúmedos, con una precipitación pluvial que oscila entre los 1 000 y 1 500 mm y temperaturas que van de 12 a 17 °C. El nogal es típico de ambientes fríos o moderadamente fríos, ya que puede resistir tanto bajas temperaturas invernales como altas temperaturas en verano. Sin embargo, una caída excesiva de temperatura durante la floración puede resultar en la pérdida total de la cosecha (Ortega, 2007).

1.1.5. Ecosistema y su estructura

Esta especie se encuentra, específicamente en bosques húmedos montanos bajos y bosques secos montanos bajos. También se puede encontrar en áreas de transición con los bosques premontanos. En cuanto a su distribución, se ha observado que se desarrolla en bosques secundarios en etapa avanzada o maduros, bosques ribereños e incluso como árboles solitarios en áreas de pastoreo o fragmentos de bosque (Villota, 2023).

1.1.6. Topografía y suelos

El nogal, *J. neotropica*, muestra un mejor crecimiento en suelos bien drenados y arcillosos, así como en suelos ligeramente alcalinos. La especie tiene preferencia por suelos profundos, que sean arenosos con un contenido medio de limo, fértiles y ligeramente ácidos o de pH neutro. Por lo general, se desarrolla mejor en terrenos de valle en comparación con laderas que presentan mayor humedad (Palacios & Reátegui, 2022).

1.1.7. Amenazas

En la actualidad, esta especie se enfrenta a una seria amenaza debido a las actividades ganaderas y agrícolas que han generado la deforestación de amplias zonas. Un 52 % de las poblaciones de *J. neotropica* ha experimentado sobreexplotación maderera debido a la tala selectiva. Además, los bosques donde se encuentra esta especie han disminuido debido a la expansión urbana y agrícola, lo cual ha afectado su capacidad de regeneración natural (Maldonado, 2023).

Es una especie en peligro de extinción incluida en la lista roja de la Organización Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (Ramírez, 2022).

1.2. Manejo silvicultural y usos del nogal

1.2.1. Propagación del Nogal

Los nogales se reproducen principalmente por semillas. La progenie de nueces producida a partir de las semillas es altamente heterocigota, esto a menudo da como resultado menos plántulas, una peor calidad del producto y una pubertad prolongada, lo que retrasa el retorno de la inversión. Si bien el método tradicional más fácil de propagación vegetativa del nogal es el injerto, es un método laborioso y lento para obtener plántulas y con un alto costo. El éxito del injerto depende en gran medida de una variedad de factores, que van desde factores internos y ambientales hasta factores de la experiencia humana (Sala, 1972).

Los esquejes también se utilizan para propagar nueces. La juventud y el rebrote de la planta madre, el vigor de los brotes, el momento de la cosecha, el tratamiento de la planta madre y el medio de enraizamiento determinan el éxito del método de poda y acodo. Los esquejes y las capas son alternativas al injerto, pero se usan con menos frecuencia porque son menos efectivos (Romulo, 2016).

La micropropagación es un método adecuado para la propagación masiva. Si bien el éxito depende de muchos factores internos y externos, la formación de la raíz del ombligo es el más importante (Vahdati et al., 2022).

1.2.2. Plantación Forestal

La recomendación para el espaciamiento de plantación en el cultivo de nogal es de diez por diez metros en sistemas extensivos, y de cuatro por cuatro metros en sistemas intensivos. Se sugiere aplicar el abono en el área de proyección de la copa, donde se concentran la mayoría de las raíces activas. Si se cuenta con sistemas de riego por goteo o exudación, se recomienda aplicar el abono a través del fertirriego (Traxco, 2020).

1.2.3. Huerto Semillero

Se definen como excelentes sistemas de producción de semillas para programas de mejora genética y creación de bosques. Los huertos de semillas están conformados por árboles y su fenotipo generalmente no es importante siempre que produzcan semillas viables. Aunque este no es el único método para producir semillas, es probablemente el más utilizado (Lieseback et al., 2021).

1.2.4. Usos

A lo largo de la historia, el nogal *Junglas neotropica* Diels ha sido aprovechado por Las comunidades ubicadas en la región andina de América del Sur, donde se encuentra de forma natural. Este árbol ha tenido múltiples usos, tanto en sus componentes como en sus productos derivados. Su madera altamente valorada en los mercados ha sido utilizada en diversas industrias. Asimismo, sus hojas y frutos han sido empleados en la industria textil, de alimentos y medicinal (Toro & Roldán, 2018).

1.3. Historia de la plaga *Gretchena garai* Miller

En el año 1987, se descubrió una nueva especie de lepidóptero llamada *Gretchena garai* en los nogales de Ecuador por el Dr. Roberth Gara. Este insecto tiene la peculiaridad de poner sus huevos en la parte inferior de las hojas jóvenes, en las yemas axiales y en los brotes terminales de los árboles. Una vez que los huevos eclosionan, las larvas comienzan a perforar los ejes del tronco y las ramas de los árboles, lo que provoca bifurcaciones y deformaciones en la estructura de los nogales.

El descubrimiento de esta especie de lepidóptero y su influencia en los nogales destaca la importancia de entender la interacción entre los insectos y los árboles, así como implementar estrategias de manejo adecuadas para minimizar los daños ocasionados por esta plaga (Gara & Onore, 1989).

1.3.1. Características de la plaga

Es una pequeña mariposa que se clasifica en el orden Lepidoptera, superfamilia Tortricoidea, familia Tortricidae, subfamilia Olethreutinae y tribu Cucosmini. Se destaca por tener una envergadura alar cercana a los 20,6 mm. Sus alas exhiben tonalidades castañas y su cuerpo presenta tonos grisáceos. Los adultos tienen actividad principalmente durante la noche y su esperanza de vida oscila entre seis y nueve días (Reátegui, 2022).

Después de la cópula, la hembra de *Gretchena garai* pone en promedio 49 huevos de forma aislada a partir del segundo día de vida. Estos huevos son subovales, con diámetros de 0,45 mm a 0,65 mm, y son inicialmente blanquecinos, adquiriendo un tono marfil antiguo antes de eclosionar (Ortega, 2007).

Las larvas de *Gretchena garai* son de color blanco amarillento y tienen una cápsula cefálica de color café oscuro. Alcanzan una longitud de aproximadamente 11 mm en su última etapa larval y pasan por cinco instares antes

de entrar en la fase de empupamiento. Después de su etapa de larva, se envuelve en un capullo de color blanco y pasa por una transformación para convertirse en pupa. La pupa tiene una longitud aproximada de 8,26 mm (Vanegas, 2018).

1.3.2. Ciclo completo

Según investigaciones realizadas por Gara y Onore (1989), se determinó que el ciclo completo de *Gretchena garai* Miller tiene una duración total de 64 días. De estos, el período de huevo tiene un lapso de ocho días, seguido por 30 días en el estado de larva. El estadio de pupa abarca 19 días, dejando los últimos siete días para el estadio de adulto.

Las hembras depositan sus huevos en la parte inferior de las hojas jóvenes que se encuentran en la base de los brotes apicales. Una vez que las larvas emergen de los huevos, penetran en los tejidos blandos y se alojan cerca de la yema terminal. La presencia del insecto puede ser detectada externamente debido a los desechos que la larva expulsa de las galerías que va creando. Es importante destacar que una misma larva puede desplazarse de un brote apical a otro, multiplicando así los daños causados. Cuando las larvas alcanzan la madurez, abandonan sus galerías y crea un doblez en una hoja, formando así un capullo protector. Durante el período de pupa, la transformación del insecto ocurre dentro de este capullo (Gara & Onore, 1989).

1.3.3. Distribución Geográfica

En lo que respecta a su distribución geográfica, *Gretchena garai* se encuentra ampliamente distribuida en el Callejón Andino, que abarca regiones de Ecuador, Colombia, Perú y Bolivia. Se han registrado ejemplares recolectados tanto en las estribaciones occidentales como orientales de esta región, a una altitud cercana a los 1100 metros sobre el nivel del mar (Ramos et al., 2022).

1.3.4. Investigaciones Realizadas

En el estudio realizado por Ramos et al. (2022) se registró una infestación del 51 % de *Gretchena garai* Miller en la plantación de nogales ubicada en Peñaherrera, Ecuador. Sin embargo, se observó que en el sitio 1, que la infestación fue aún más alta, alcanzando un 85 %. Esto se debe a las condiciones climáticas particulares de dicho sitio, como la precipitación, la humedad relativa y la temperatura, las cuales resultan favorables para el desarrollo y la proliferación de esta plaga. Como resultado, la plantación de nogales en este sitio se mostró especialmente vulnerable al ataque de *Gretchena garai* Miller.

En otro estudio realizado por Mediavilla (2023) ubicado en Ibarra, provincia de Imbabura. Durante la evaluación de un total de 382 plantas, se detectó que 94 de ellas presentaban síntomas de enfermedad ocasionada por *Gretchena garai*, lo que representa un índice de infestación del 24,61%. Estos hallazgos resaltan la variabilidad en la incidencia de la plaga *Gretchena garai* Miller, lo cual puede estar influenciado por diversos factores, incluyendo las condiciones climáticas, el manejo de la plantación y las características específicas de cada sitio.

Es crucial tener en cuenta estas diferencias al desarrollar estrategias de manejo y control de la plaga. Además, evidencian la importancia de llevar a cabo evaluaciones periódicas para monitorear el estado de la plantación y detectar posibles infestaciones tempranas, permitiendo la implementación oportuna de medidas preventivas o correctivas.

1.4. Manejo Integrado de Plagas

El MIP ha demostrado ser una alternativa eficaz a los enfoques convencionales de control de plagas, ya que integra múltiples estrategias y herramientas para mantener

las poblaciones de plagas bajo un nivel económico y ecológicamente tolerable (Pernía & Sanabria, 2021).

El MIP ha experimentado una notable evolución en las últimas seis décadas, representando un enfoque transformador en la protección de cultivos (Deguine et al., 2021).

El enfoque del MIP también ha fomentado la implementación de monitoreo regular de las plagas, lo que permite una detección temprana y una respuesta rápida y precisa (Dara, 2019).

Si bien el MIP ha enfrentado desafíos en su implementación, como la importancia de fortalecer la colaboración entre los diversos actores del sector agrícola y superar barreras económicas y culturales, ha demostrado su capacidad para lograr resultados positivos a largo plazo. Su enfoque holístico y su enfoque en la conservación del entorno natural y el cuidado de la salud de las personas lo convierten en una herramienta esencial en la agricultura moderna y en el esfuerzo por encontrar enfoques agrícolas más sostenibles (Alvarado et al., 2022).

1.5. Control de plagas

1.5.1. Control Biológico

Se utiliza organismos vivos para controlar las poblaciones de plagas de manera natural y sostenible. En lugar de depender de pesticidas químicos, se aprovecha el papel de los organismos benéficos para regular las poblaciones de plagas (Lopes et al., 2016).

En el control biológico, se introducen o fomentan organismos depredadores, parasitoides o patógenos que son enemigos naturales de las plagas. Estos organismos benéficos se alimentan o infectan a las plagas, limitando su crecimiento y daño en los cultivos. Algunos ejemplos comunes de organismos utilizados en el control biológico incluyen insectos depredadores, como las

mariquitas y las avispas parasitoides, y hongos entomopatógenos que infectan y matan a las plagas (Viera-Arroyo et al., 2020).

El control biológico puede ser empleado de diferentes maneras. Puede ser inundativo, donde se liberan grandes cantidades de organismos benéficos en el área infestada para controlar rápidamente las plagas. También puede ser conservativo, donde se fomenta la presencia de organismos benéficos mediante la creación de hábitats adecuados o la implementación de prácticas agrícolas que los promuevan, como la diversificación de cultivos (Melendez Carbajal, 2015).

Ventajas

Una de las ventajas del control biológico es su selectividad, ya que los organismos benéficos suelen atacar solo a las plagas específicas, minimizando los impactos en organismos no objetivo y en el medio ambiente. Además, este control es una opción de manejo de plagas sostenible, ya que reduce la dependencia de pesticidas químicos y contribuye a la conservación de la biodiversidad (Haubrock et al., 2021).

Clasificación

El control biológico se puede clasificar en tres tipos principales. El control biológico clásico implica la introducción deliberada de una especie introducida que es un enemigo natural de la plaga en cuestión. Se trata de la especie exótica *Triatoma infestans*, la cual se establece y se convierte en parte del ecosistema para controlar de forma natural la población de la plaga. Por otro lado, el control biológico aumentativo implica la cría y liberación masiva de organismos depredadores de la plaga con el propósito de aumentar su número y ejercer un control efectivo sobre la plaga. Por último, en relación a su conservación se centra en la protección y promoción de los enemigos naturales existentes en el entorno mediante la implementación de prácticas de manejo que les proporcionen hábitats adecuados y condiciones favorables.

Estas estrategias de control biológico ofrecen estrategias de control de plagas en la agricultura basadas en prácticas sostenibles y amigables con el ecosistema (Geoinnova, 2019).

1.5.2. Control Químico

Desde su descubrimiento y posterior uso generalizado tras la Segunda Guerra Mundial, los plaguicidas se han convertido en una herramienta crucial para preservar y mejorar la calidad de vida humana en términos de salud, alimentación y medio ambiente. Su impacto en nuestra existencia puede compararse al de la medicina, ya que desempeñan un papel fundamental en el control de plagas y enfermedades que afectan los cultivos, la salud pública y el equilibrio ecológico. Los plaguicidas han sido invaluable en la protección de los cultivos contra plagas y enfermedades, garantizando una producción alimentaria suficiente y de alta calidad (Cermeli, 2016).

Productos Químicos

Dentro de los productos químicos utilizados para el control y manejo de poblaciones de insectos abarcan diversas categorías con diferentes funciones. Los coadyuvantes, auxiliares, suplementos y sinergistas son compuestos que se emplean para potenciar la efectividad de otros productos o para potenciar su acción. Los atrayentes son sustancias que atraen a los insectos y los dirigen hacia trampas o áreas específicas. Por otro lado, los repelentes son sustancias que se aplican para alejar a los insectos y evitar su presencia. Los esterilizantes son productos que afectan la reproducción de los insectos, impidiendo la formación de huevos viables. Los inhibidores de crecimiento, alimentación y antimetabolitos son compuestos que interfieren con el desarrollo y la alimentación de los insectos, causando su muerte o debilitándolos.

Por último, los insecticidas y acaricidas son productos químicos diseñados específicamente para matar insectos y ácaros. Estas categorías de productos químicos ofrecen una variedad de opciones para el manejo y control efectivo de las poblaciones de insectos en diferentes contextos agrícolas y de salud pública. Es importante utilizarlos de manera responsable y siguiendo las recomendaciones de uso para minimizar los potenciales efectos ambientales y en la salud humana (Anzules et al., 2019).

1.5.3. Control Mecánico

El método mecánico de control de plagas es una estrategia que se basa en el uso de técnicas y herramientas físicas para reducir la población de plagas. En lugar de recurrir a productos químicos, este enfoque se centra en la manipulación directa de las plagas o su entorno para controlar su presencia. Además, el método mecánico incluye la eliminación manual de plagas. Esto implica la recolección y eliminación de insectos o la captura y liberación de animales indeseados de forma manual (Méndez et al., 2021).

Técnicas

Una de las técnicas comunes dentro del método mecánico es el uso de trampas. Estas trampas se diseñan específicamente para atraer y capturar plagas, como roedores, insectos voladores o insectos rastroso. Pueden ser trampas adhesivas, eléctricas, de luz ultravioleta o incluso trampas con feromonas para atraer insectos específicos (FAO, 2017).

Según Méndez et al. (2021) otro enfoque es el uso de barreras físicas, que implican la colocación de obstáculos para evitar el acceso de las plagas a áreas específicas. Esto puede incluir el uso de mallas, redes, cercas u otras barreras físicas para prevenir la entrada de insectos o animales indeseados.

La exclusión es otra técnica que se emplea en el control mecánico de plagas. Consiste en la reparación de grietas, el sellado de entradas y salidas, o el uso de materiales de construcción que impidan el acceso de las plagas a las estructuras (González et al., 2022).

Por último, la modificación del hábitat también se utiliza en el método mecánico. Esto implica realizar cambios en el entorno para dificultar la supervivencia o reproducción de las plagas. Puede implicar el mantenimiento adecuado de la vegetación, la eliminación de fuentes de alimento o agua, o la eliminación de refugios para las plagas (Sela, 2023).

1.5.4. Control Silvicultural

Las prácticas silviculturales son un conjunto de técnicas y acciones utilizadas en la gestión forestal con el fin de mantener y mejorar los bosques de manera sostenible. Estas prácticas incluyen una variedad de actividades que abarcan desde la preparación inicial del terreno hasta la fase final de la cosecha de árboles maduros.

Prácticas Silviculturales

Algunas de las prácticas más comunes en la silvicultura incluyen la reforestación, la tala selectiva, el manejo de cortafuegos y el control de enfermedades y plagas (Abarca-Valverde et al., 2020).

La reforestación es una actividad clave en la silvicultura que consiste en la plantación de árboles en áreas donde se ha perdido la cubierta forestal. Este trabajo es fundamental para restaurar bosques degradados, recuperar áreas deforestadas y promover la diversidad biológica. La selección adecuada de especies y la densidad de plantación son aspectos cruciales que influyen en el resultado exitoso de los esfuerzos de reforestación (Cruz & Gonzales, 2021).

La tala selectiva es otra práctica común en la silvicultura, que implica la extracción cuidadosa y planificada de árboles maduros. Esta técnica permite abrir espacio para el crecimiento de árboles más jóvenes y fomentar la regeneración natural del bosque (Moreno, 2019).

Además, el control de enfermedades y plagas es una práctica esencial en la silvicultura para mantener la salud de los bosques. Esto implica la identificación y monitoreo de enfermedades y plagas, así como la implementación de medidas de control cuando sea necesario (Mero et al., 2021).

1.6. Investigaciones realizadas

En un estudio realizado por Aubel (2022) en plantaciones de nogales, se llevaron a cabo ensayos para evaluar nuevas estrategias de control de plagas, centrándose especialmente en el manejo de la carpocapsa (*Cydia pomonella*). Dos tratamientos diferentes fueron implementados en las plantaciones. En el Tratamiento 1, se utilizó un enfoque de control integrado que combinaba la técnica de la desorientación sexual, mediante la colocación de feromonas para interrumpir la comunicación entre los machos y las hembras de la carpocapsa, liberaciones inundativas de parasitoides y aplicaciones químicas selectivas.

Los resultados preliminares muestran que la estrategia de control integrado, que incorpora la estrategia de la confusión sexual y la liberación de parasitoides, ha resultado en una disminución positiva de la población de carpocapsa y en la disminución del daño en los frutos. Aunque no fue posible reducir por completo el uso de insecticidas, el enfoque integrado demostró ser prometedor para el manejo de la plaga en las plantaciones de nogales.

Zeuzera coffeae es una plaga que se alimenta de las ramas tiernas de los nogales infestados presentaba dificultades para ser controlada mediante rociado de pesticidas debido a la ubicación de sus larvas dentro de las ramas. Para abordar este problema, se implementó un control mecánico mediante la poda de ramitas secas infestadas, lo que permitió estudiar el ciclo de vida de la plaga y registrar a sus depredadores naturales.

Paralelamente, se llevó a cabo un control químico utilizando Odonil y naftaleno, colocándolos en los túneles creados por las larvas en los brotes terminales, y cerrando los agujeros con lodo para garantizar la efectividad del tratamiento. Este enfoque químico resultó en una disminución del 55 % en la población de *Z. coffeae* dentro de los 15 días posteriores a su aplicación (Ahmad, 2017).

En otra investigación, sobre lepidóptero *Gretchena garai*, después de realizar la poda de formación, se observó una disminución en el porcentaje de enfermedades en los tratamientos para *J. neotropica* con *Tecoma amarilla* y *J. neotropica* con *Caesalpinia spinosa*, siendo el tratamiento último el que destacó con un 0 % de infestación. Adicionalmente, se aplicaron tratamientos silvícolas como la poda de formación y limpiezas trimestrales, lo que resultó en una disminución considerable en la infestación del lepidóptero en la plantación mixta (Ortega, 2007). En cuanto al análisis específico de *Gretchena garai* Miller, se obtuvo un 51 % de infestación debido a las condiciones climáticas favorables para el lepidóptero, como la humedad relativa, temperatura y precipitación.

Otra plaga que se encuentra es la mosca del nogal *Rhagoletis completa* Cresson es la plaga más importante de los nogales (*Juglans regia* L). Causa pérdidas económicas significativas en los cultivos (de hasta un 80 % de pérdida de rendimiento) en muchas regiones productoras, incluyendo Estados Unidos y la mayor parte de los países europeos productores de nueces. El monitoreo de la aparición de la plaga es la parte más importante para controlarla, ya que solo con un sistema de monitoreo efectivo se pueden aplicar insecticidas en el momento adecuado. Se hace hincapié en la protección biótica y el posible papel de los compuestos fenólicos en la resistencia de las variedades a la mosca del nogal.

Para controlar la mosca de la cáscara de la nuez, utilizaron insecticidas comerciales que contienen dimetoato y fenitrotión como ingredientes activos. Estos insecticidas han comprobado su eficacia en el control de la plaga cuando se aplican a una dosis de 1500 gr de ingrediente activo por hectárea (Medic et al., 2022).

Adicionalmente, en cuanto al control biológico de la mosca de la cáscara de nuez, se han investigado diversos métodos bióticos como alternativas. Se ha

comprobado que dos hongos entomopatógenos, *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, son eficaces en el control de adultos del género *Rhagoletis*. Estos hongos tienen un efecto limitado sobre las larvas y pupas, pero resultan efectivos contra los adultos (Laznik & Trdan, 2013).

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Ubicación del sitio de investigación

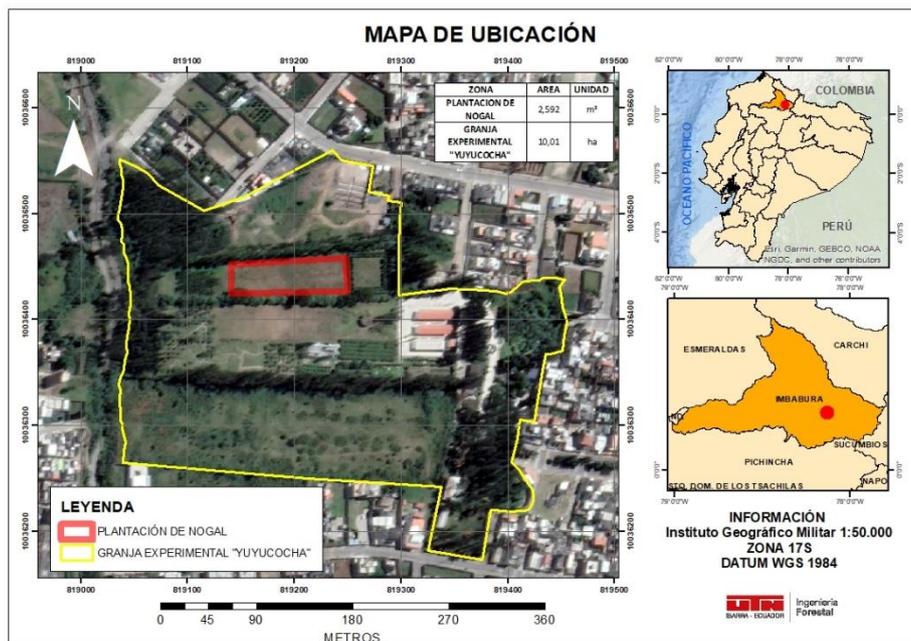
2.1.1 Ubicación política

El campus Yuyucocha, perteneciente a la Universidad Técnica del Norte se encuentra ubicada en la provincia de Imbabura, cantón Ibarra, parroquia Caranqui.

2.1.2. Ubicación geográfica

El campus Yuyucocha se encuentra a una latitud de $00^{\circ} - 21' - 53''$ N, una longitud de $78^{\circ} - 06' - 32''$ W y una altitud de 2243 msnm (Figura 1).

Figura 1 Ubicación del campus Yuyucocha



En la Figura 1 se muestra el área total establecida con una línea de color amarillo y dentro de esta área se puede observar una parcela delimitada con una línea de color rojo en donde se encuentra la plantación de *J. neotropica* establecida por el Sr. Jonny Mediavilla.

2.2. Características edafoclimáticas

2.2.1. Suelo

El campus Yuyucocha posee suelos del orden Inceptisol (origen volcánico), con textura Franco Arenoso, bajos en materia orgánica y pH neutro (7,42), son superficiales a moderadamente profundos y de topografía plana a ondulada (Limaico, 2010).

2.2.2. Clima

Clima subtropical, con una temperatura promedio de 18,4°C, una precipitación media anual de 589,30 mm, siendo meses secos julio, agosto y septiembre; y una humedad relativa de 73,9 % (Limaico, 2010).

2.3. Materiales, equipos y software

Los materiales, maquinaria, equipos, insumos y software que fueron utilizados en el desarrollo de la investigación están descritos en la Tabla 1.

Tabla 1*Herramientas que se usara para la Investigación*

Materiales	Equipos	Insumos	Software
Machete	Calibrador pie de rey	Químico (insecticida)	ArcGIS 10.8
Regleta	GPS	Fertilizante foliar	Microsoft Excel
Podadora	Balanza electrónica	Plantas de <i>J. neotropica</i>	Infostat
Martillo	Computadora	Biológico (macerado)	Microsoft Word
Aerosol de pintura	Cámara fotográfica		
Azadón			
Cinta métrica			
Flexómetro			
Libreta de campo			
Carretilla			

2.4. Métodos Técnicas e Instrumentos

2.4.1 Experimento

El experimento se desarrolló en la plantación de *J. neotropica* establecida en el campus Yuyucocha, que tiene las siguientes características: 384 plantas, un distanciamiento entre plantas de 2,28 x 3 metros con un área total de 2 592 m² (Mediavilla 2023).

Del total de plantas se encontró que: 87 se encontraban sanas, 23 con presencia de huevos, 112 con presencia de larvas, 2 con presencia de pupa, 158 con presencia de adultos y 2 muertas

2.4.2. Tratamientos

Los tratamientos que se aplicaron como medidas de control en la plantación para prevenir la plaga fueron: Insecticida más Fertilizante Foliar, Biológico más Químico,

Poda más Mecánico, Mecánico más Insecticida, Poda más Insecticida, información descrita en la tabla 2.

Tabla 2

Tratamientos que intervienen en la investigación.

<i>Tratamientos</i>	
Código	Descripción
Inse + Fert	Insecticida más Fertilizante Foliar
Bio + Quim	Biológico más Químico
Pod + Mec	Poda más Mecánico
Mec + Inse	Mecánico más Insecticida
Pod + Inse	Poda más Insecticida

Químico: El producto químico utilizado fue de la marca Armagan, un insecticida emulsionable el cual fue aplicado de manera directa a las áreas afectadas con una bomba fumigadora de 20 litros minimizando los efectos adversos en el medio ambiente y la salud humana (Flint, 2012).

Biológico: Se empleó el control biológico mediante un macerado de extractos vegetales, una técnica que implicó el uso de sustancias derivadas de plantas como ortiga, ají rocoto, panela y floripondio. En este proceso, se hirvió los vegetales en agua de lluvia, se diluyó panela en la sustancia resultante, se permitió que reposara y enfriara entre 24 a 48 horas, luego cernió y se transfirió a un botellón cerrado de 20 litros. Este repelente se utilizó para el control de plagas y enfermedades de manera más natural y respetuosa con el medio ambiente. Posteriormente se dejó reposar el macerado en un lugar fresco y sin sol durante dos semanas y fue aplicado directamente a la planta con la ayuda de una bomba fumigadoras en las zonas afectadas de la planta (OIE, 2020).

Mecánico: El control mecánico de las plagas consistió en la extracción y destrucción de insectos y órganos de las plantas que se infesta. Esta se basó en sustraer el

insecto de la zona afectada, cortar dicha zona o rama afectada desde la base de esta. Se separó y quemó los desechos dañados junto con la plaga ya que estos podrían servir como reservorio a futuro de la plaga. (Sifuentez, 2016).

Fertilizante Foliar: El fertilizante utilizado fue “Mf crecer 500” de la marca Microfertisa el cual aportó nutrientes esenciales a las plantas a través de la absorción foliar (Trinidad, 1999). De la misma manera esta fue aplicada directamente a las hojas de las plantas seleccionadas mediante una bomba fumigadora de 20 litros.

Poda: Se eliminó las zonas de la planta afectadas por la plaga desde la base de la misma junto con los brotes basales y fustales de la planta evitando su proliferación en el resto de las zonas vegetales. Se separó y quemó los restos ya que estos podrían servir como reservorio a futuro de otras plagas (Mula, 2019).

2.4.3. Modelo estadístico del experimento

Para el análisis estadístico de los datos obtenidos en los diferentes tratamientos, se aplicó un ANOVA (Análisis de la Varianza), técnica estadística que se utilizó para comparar la media de tres o más grupos y determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos (Dagnino, 2014).

Previamente se comprobó la normalidad (Shapiro Wilks; α : 0.05) y Homocedasticidad (Levene; α : 0.05) de los residuos del modelo usado. Al no cumplir con los supuestos mencionados, se aplicó una prueba de Tukey (Cajal, 2022).

2.4.4. Instalación del experimento

En la plantación de *J. neotropica*, se desarrollaron actividades de: limpieza, evaluación de variables dasométricas, fitosanitarias y la implementación de tratamientos de medidas de control.

Limpieza de la plantación: Se realizó la limpieza de la plantación con la ayuda de una moto guadaña. Esta se recomienda cuando los árboles tienen más de un año de establecidos (Rodríguez, 2005).

Valoración de la planta: Se evaluó las plantas que se encuentran sanas y las que se encuentran enfermas mediante la selección ocular de la presencia de la plaga (Rawson, 2001).

Aplicación de tratamientos: Se implementaron cinco tratamientos de control biológico (amacerado), mecánico (poda) y químico (insecticida y fertilizante foliar) con el fin de prevenir y erradicar la plaga (INTA, 2016).

Toma de datos de campo: Se recopilaron los datos nuevos de la fuente primaria para el propósito de evaluación de la misma plantación (Muñoz, 2002).

Análisis de datos: Se analizaron los datos tomados en campo para sacar conclusiones sobre los resultados obtenidos utilizando el programa Infostat para su análisis (Peña, 2017).

2.5. Operacionalización de variables

Objetivo 1: Para conocer la incidencia y severidad de la plaga *Gretchena garai* en la plantación del *J. neotropica*, se evaluó el estado fitosanitario de cada una de las plantas, incluyendo otros daños causados por la presencia de arácnidos e insectos, para luego cuantificar según el grado de afectación de la plaga.

La evaluación del estado fitosanitario se desarrolló antes y después de la aplicación de los tratamientos de control, durante los seis meses de la investigación, las variables que se analizaron son las siguientes:

Sanidad

Si la planta presenta podredumbre, malformaciones o sufre el ataque de algún parásito será considerada como una planta enferma, por el contrario, si la planta se encuentra en buen estado y desarrollo se la clasifica como sana. En la tabla 3 se muestra la valoración numérica que se le asigna a las categorías que presenta la variable.

Tabla 3

Escala nominal de la sanidad de la planta.

Sanidad	
0	Sana
1	Enferma

Porcentaje de incidencia de la plaga

Se evaluó de manera ocular observando el nivel de daño presente en la planta y dándole a esta el porcentaje adecuado de afectación. Este expresa la gravedad de la infestación de la plaga que posee la planta, este porcentaje de ataque presenta una relación con la variable de posicionamiento de esta.

Evaluación mediante una escala de severidad expresada en porcentaje. Cada grado de la escala representa un rango de la severidad de ataque.

Tabla 4

Escala nominal del porcentaje de ataque a la planta.

Porcentaje de ataque	
0	0 %
1	1 – 20 %
2	21 – 40 %
3	41 – 60 %
4	61 – 80 %
5	81 – 100 %

Estadio de la plaga

Se evaluó en relación las fases de metamorfosis presentes en la plaga. Las fases de la metamorfosis completa son cuatro:

Tabla 5

Escala nominal del estadio o fase en el que se encuentra la plaga.

Estadio de la plaga	
0	Inexistente
1	Huevo
2	Larva
3	Pupa
4	Adulto

Posicionamiento de la plaga en la planta

Se identificó el lugar en la planta en donde se encuentre posicionada la plaga, esta variable esta enlazada al estadio ya que según la metamorfosis que presente se manifestara la ubicación de la misma. *Gretchena garai* se encuentra comúnmente en:

Tabla 6

Escala nominal de acuerdo con el posicionamiento en el que se encuentra la plaga

Posicionamiento de la plaga	
0	No existe
1	En la yema axilar
2	En la yema apical
3	En la medula

Presencia de insectos que no son parte del estudio

Se evaluó de manera ocular observando la presencia de arácnidos e insectos en cada una de las plantas antes y después de la aplicación de los diferentes tratamientos. Cada uno de estos organismos afecta directa o indirectamente a cada una de las plantas (Rojas, 2022).

Tabla 7

Escala nominal de acuerdo con la presencia de otros insectos que no son parte del estudio.

Otros	
0	No existen más plagas
1	Presencia de Insectos
2	Presencia de Arácnidos
3	Presencia de Insectos y Arácnidos

Objetivo 2: Para valorar la eficacia de las diferentes medidas de manejo en el control de *Gretchena Garai*, se evaluó el crecimiento de las plantas mediante mediciones mensuales de las variables siguientes durante seis meses: diámetro basal, diámetro de copa (DC) y altura total (HT). El área foliar se determinó mediante una evaluación única realizada durante el último mes del estudio.

Diámetro basal

Se uso para medir el diámetro basal el pie de rey o calibrador ya que las plantas son pequeñas y poseen diámetros expresados en milímetros, con la finalidad de obtener datos reales de crecimientos de las plántulas.

Se midió cada mes desde la parte inferior del tallo con el calibrador pie de rey graduado en milímetros a los 3 o 5 centímetros a partir del suelo, tomando como referencia la estaca clavada a la superficie del suelo. La unidad de medida que se empleo fue en milímetros.

Diámetro de copa

Se midió una vez por mes la distancia entre los extremos de la copa en varias direcciones diferentes, como de norte a sur y de este a oeste, y luego promediar los valores para obtener una estimación más precisa del diámetro de copa del árbol. La unidad de medida que se empleo fue en centímetros.

Altura total

Se midió mensualmente la distancia existente entre la base de la plántula hasta su ápice con ayuda de una cinta métrica graduada en cm. Para evitar posibles desviaciones en las

medidas existe una estaca referencial a cinco centímetros de distancia de la planta. La unidad de medida que se empleo fue en centímetros (Juárez, 2014).

Área foliar

Para evaluar el área foliar se contó el número de hojas de 15 plantas al azar por cada tratamiento, para determinar este número de plantas se usó la ecuación de muestras de poblaciones finitas con un error del veinte por ciento. Posteriormente se realizó un promedio del número de hojas que tendrán que ser recolectadas por cada uno de los tratamientos obteniendo un resultado de 10 hojas. Previamente se arrancó las 10 hojas de la especie en estudio y se montaron las muestras para luego emplear el equipo de medición de área foliar, denominado ‘‘Escáner medidor’’ para la estimación del área foliar a partir de medidas directas (Morales, 2018).

Ecuación de muestras de poblaciones finitas

Ecuación 1

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q} \quad (\text{Ec.1})$$

n = Tamaño de muestra buscado

N = Número de población o universo

Z = Parámetro estadístico que depende el nivel de confianza (NC)

e = Error de estimación máximo aceptado

p = Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito)

q = (1-p) = Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado

CAPITULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

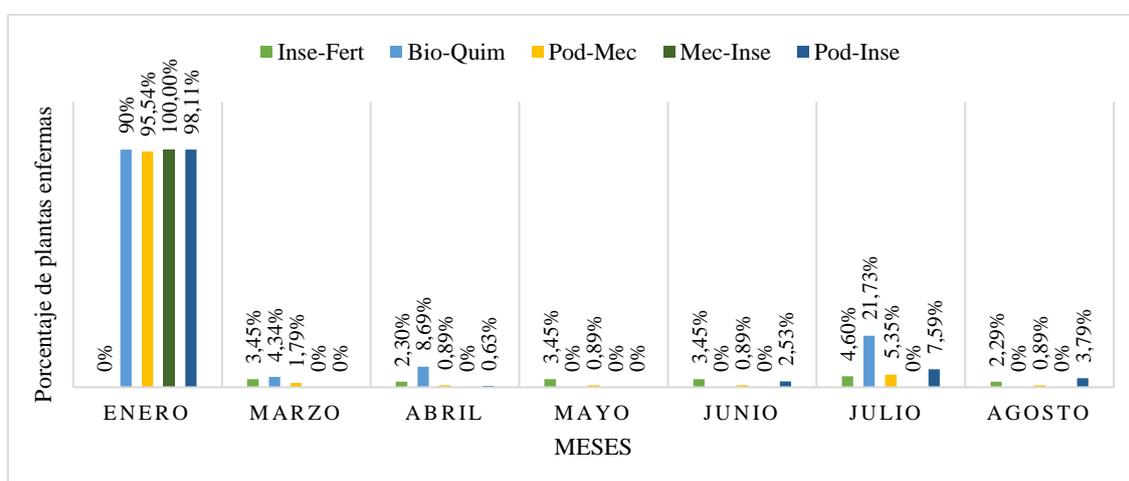
3.1. Objetivo 1: Incidencia y severidad de la plaga *Gretchena garai* Miller

La evaluación del estado fitosanitario sobre sanidad en contra de la plaga *Gretchena garai* en la plantación del *J. neotropica*, realizada durante un período de siete meses arrojó los siguientes resultados.

3.1.1. Sanidad

Al inicio del estudio que fue en el mes de enero, todos los tratamientos, a excepción del tratamiento insecticida más fertilizante, que fue preventivo, registraron altos porcentajes de plantas enfermas como se muestra en la Figura 2, indicando la condición inicial de las mismas. A medida que se aplicaron los tratamientos en los meses subsiguientes, se observó una marcada reducción en el porcentaje de plantas enfermas en el tratamiento mecánico más insecticida (0 %) (Figura 2).

Figura 2 Porcentaje de plantas enfermas de toda la plantación.



Nota. Inse - Fert: Tratamiento de Insecticida más Fertilizante; Bio – Quim: Tratamiento de Biológico más Químico; Pod – Mec: Tratamiento de Poda más Mecánico; Mec – Inse: Tratamiento de Mecánico más Insecticida; Poda – Inse: Tratamiento de Poda más Insecticida.

El tratamiento mecánico más insecticida mostró un impacto significativo al reducir completamente la enfermedad en las plantas, partiendo de un porcentaje inicial de

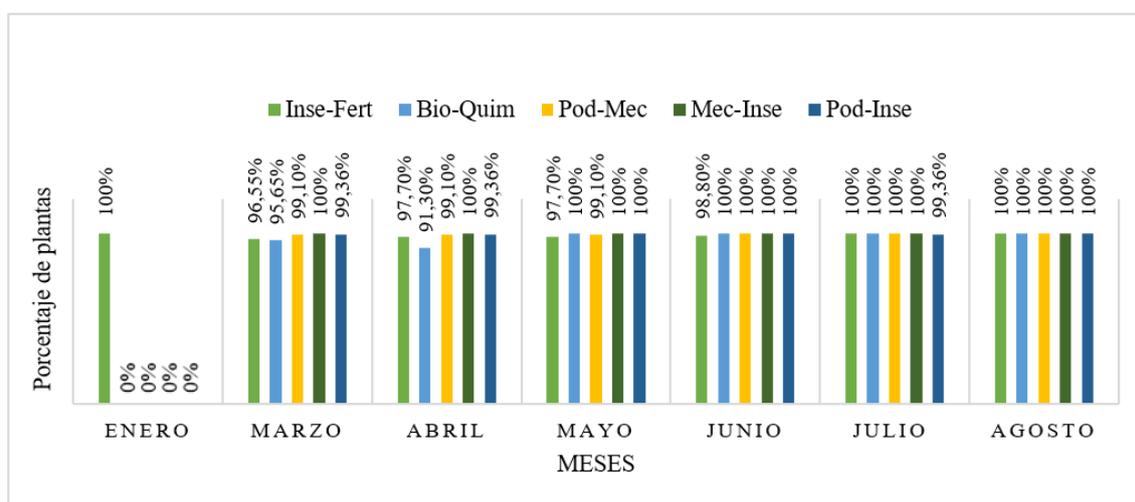
plantas enfermas (100 %) en enero y disminuyendo a un 0 % en meses posteriores, demostrando efectividad en la erradicación de la enfermedad.

El estudio desarrollado por Saldaña (2019) en una plantación joven menores a cinco años, mostraron que el 15 % de plantas estaban enfermas y el 85 % restante de las plantas estaban sanas. Las plantas enfermas presentaban una serie de síntomas, que incluyen manchas foliares, defoliación, podredumbre de la raíz y brotes atrofiados. Las plantas sanas, por otro lado, presentaban un follaje verde oscuro y brillante y un crecimiento vigoroso. Síntomas similares a los presentados en este estudio, causados por el barrenador *Gretchena garai*, el cual se alimenta de la yema terminal de la planta.

3.2. Porcentaje de incidencia de la plaga

El tratamiento insecticida más fertilizante al inicio del estudio tuvo el 100 % de sus plantas sanas, y existieron pocas variaciones de porcentaje de incidencia de plantas desde el inicio hasta el final de la investigación (Figura 3).

Figura 3 Presencia de incidencia de la plaga *Gretchena garai* en un porcentaje del 0 %.



Nota. Inse - Fert: Tratamiento de Insecticida más Fertilizante; Bio – Quim: Tratamiento de Biológico más Químico; Pod – Mec: Tratamiento de Poda más Mecánico; Mec – Inse: Tratamiento de Mecánico más Insecticida; Poda – Inse: Tratamiento de Poda más Insecticida.

Por otro lado, el tratamiento mecánico más insecticida comenzó con presencia de la plaga, con el paso del tiempo, experimentó un notable aumento en su sanidad,

alcanzando el 100 % de sus plantas sanas. Estos resultados evidencian una mejora constante en la eficacia de los tratamientos a lo largo del estudio.

Según un estudio realizado en una plantación mixta de 24 meses de edad por Ortega (2007) el porcentaje con menor ataque de la plaga *Gretchena garai* en plantas de *J. neotropica* corresponde al tratamiento cinco (13 %).

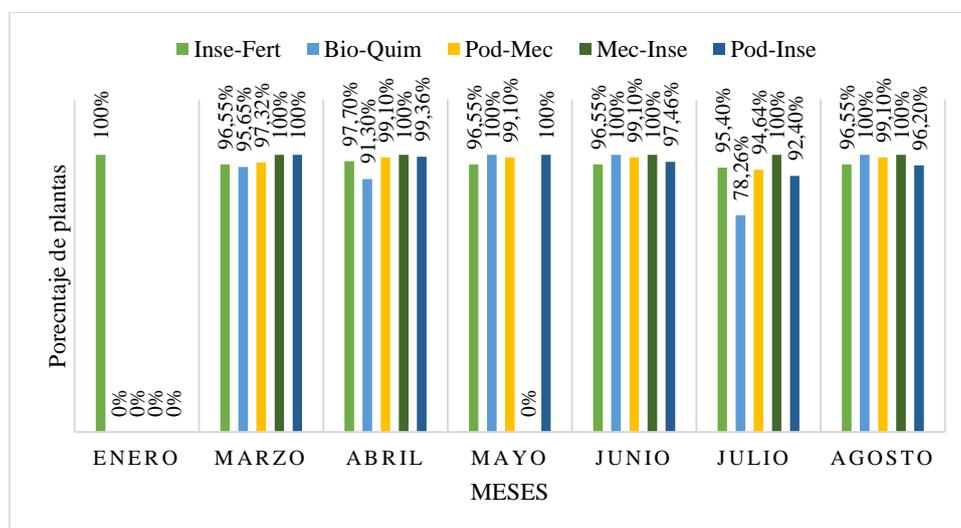
En los meses de junio, julio, agosto y septiembre el ataque del lepidóptero disminuyó completamente en el estudio realizado por Ortega (2007), debido a la aplicación de podas de formación trimestrales y a las bajas precipitaciones. Los resultados coinciden con los de la investigación, ya que se observa una menor incidencia de la plaga en los meses de junio, julio y agosto.

3.3. Estadio de la plaga

3.3.1. Estadio 0 (Ausencia de la plaga)

Los datos muestran la inexistencia de la plaga en el estadio 0 a lo largo de varios meses bajo diferentes tratamientos. A excepción del mes de enero en donde aún no se aplicaban los tratamientos, cuatro de ellos presentan la plaga en estadios de: huevo, larva, pupa y adulto; a partir del mes de marzo donde ya se aplicó los diferentes tratamientos se puede observar una mejora en los datos del estudio (Figura 4).

Figura 4 Ausencia de la plaga estadio cero



Nota. Inse - Fert: Tratamiento de Insecticida más Fertilizante; Bio – Quim: Tratamiento de Biológico más Químico; Pod – Mec: Tratamiento de Poda más Mecánico; Mec – Inse: Tratamiento de Mecánico más Insecticida; Poda – Inse: Tratamiento de Poda más Insecticida.

El tratamiento mecánico más insecticida es el que constantemente se mantiene en estadio cero, sin embargo, en el mes de mayo no presentó este estadio. A medida que transcurrieron los meses, se observa una disminución en el estadio 0 de la plaga en el tratamiento insecticida más fertilizante manteniéndose por encima del 95 %.

El tratamiento poda más mecánico fue el tratamiento más efectivo para controlar la plaga en todos los estadios de su ciclo de vida. En los meses siguientes, este tratamiento mantuvo la plaga en los niveles más bajos y la eliminó por completo.

En un estudio realizado por Martínez (2023), se investigó la distribución y abundancia de *Grtechena garai* Miller en plantaciones de nogal en Ecuador. Se seleccionaron 10 plantaciones de tamaño comercial, y en cada una se muestrearon 10 árboles. El muestreo se realizó en el follaje de los árboles y se registró el número de individuos de *Grtechena garai* en cada estadio de desarrollo. Los estadios más abundantes fueron los huevos con el 45 % y las larvas con el 40 %. El número de individuos de *Grtechena garai* fue mayor en las plantaciones más jóvenes, con una media de 15 individuos por árbol. En las plantaciones más viejas, la media fue de 10 individuos por árbol. Estos estadios son los más dañinos para los árboles, ya que los huevos pueden causar la caída de las hojas y las larvas pueden perforar las hojas y los frutos.

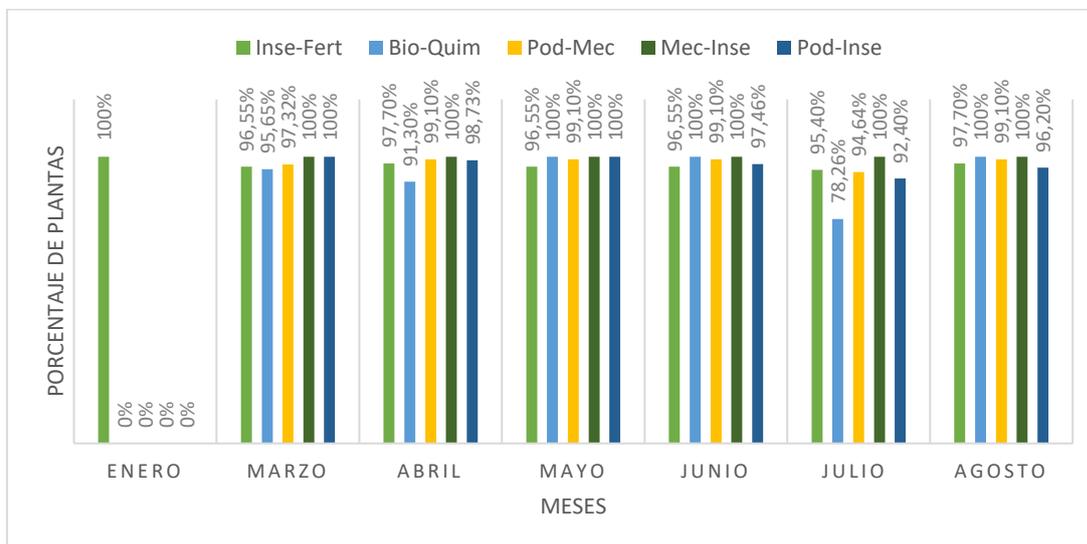
La investigación sobre la Distribución y Abundancia de *Grtechena garai* Miller muestran similitudes al de esta investigación ya que el estadio que siempre se manifestó en la mayoría de los meses fue el estadio de la plaga en huevo, esto se debe a que las temperaturas son cálidas y húmedas, lo que favorece la reproducción y el crecimiento de los insectos.

3.4. Posicionamiento de la plaga en la planta

El tratamiento biológico más químico mostró un comportamiento distinto en comparación con los demás tratamientos en cuanto al posicionamiento de la plaga en la

categoría cero (Inexistente). En el mes de julio para este tratamiento, registro un notable porcentaje del 78,26 % de inexistencia de *Gretchena garai* en las plantas (Figura 5).

Figura 5 Posicionamiento de la plaga en la categoría cero, indica la ausencia total de *Gretchena garai* en la planta.



Nota. Inse - Fert: Tratamiento de Insecticida más Fertilizante; Bio – Quim: Tratamiento de Biológico más Químico; Pod – Mec: Tratamiento de Poda más Mecánico; Mec – Inse: Tratamiento de Mecánico más Insecticida; Poda – Inse: Tratamiento de Poda más Insecticida.

En el posicionamiento de la plaga, el tratamiento biológico más químico alcanza un mayor porcentaje del 8,16 % en la yema axilar de la planta, durante el mes de julio, sin embargo, para el mes de agosto no se detectó presencia de la plaga.

Por otro lado, el tratamiento mecánico más insecticida en el mes de enero presentó 0 % de inexistencia de la plaga para en los posteriores meses mantenerse con un 100 % de ausencia de la misma a lo largo de todo el estudio erradicando la plaga por completo.

En la investigación de González y Ordóñez (2009) detectaron la infestación del lepidóptero *Gretchena garia* en la yema axilar, resultados que concuerdan con el estudio el cual perturba su desarrollo fisiológico normal. Esta observación se respalda con la afirmación de Sarango (1987) quien vincula el daño económico a la especie *J. neotropica* en la provincia de Loja con el ataque de la polilla *Gretchena garai* a los brotes terminales.

Por otro lado Ortega (2007), menciona que las hembras del barrenador ponen huevos en la base de las hojas tiernas de los brotes apicales. Las larvas que nacen se introducen en

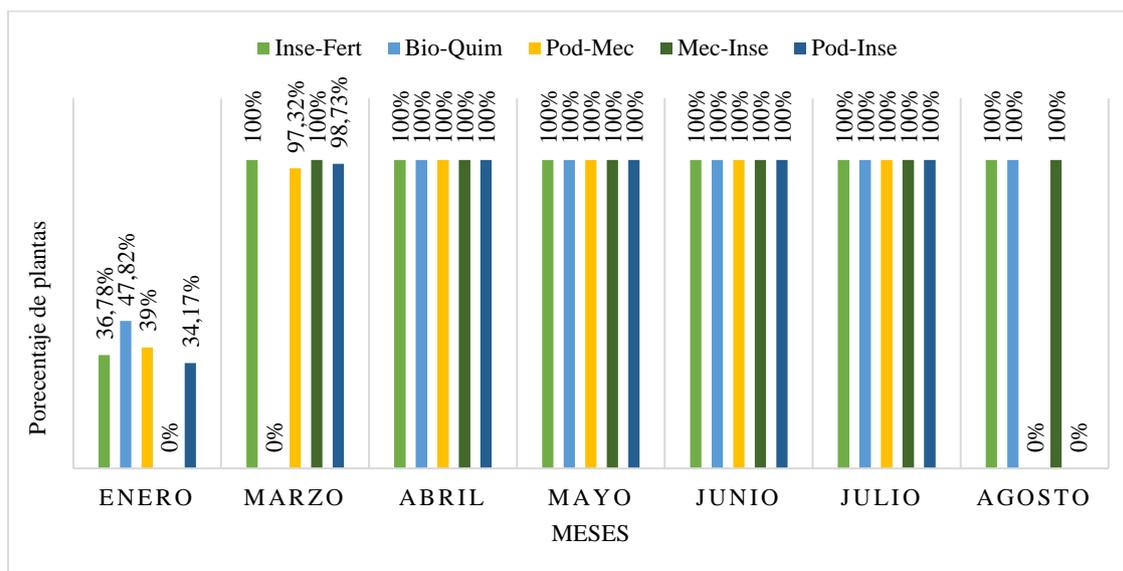
los tejidos tiernos y se alimentan de las yemas terminales. Los daños causados por el barrenador se pueden observar externamente por los restos que la larva expulsa de las galerías que excava.

3.5. Presencia de insectos que no son parte del estudio

3.5.1. Presencia de insectos y arácnidos

Se observa que, en enero el tratamiento que mayor presencia insectos y arácnidos tuvo en el tratamiento biológico más químico con el 47,82 % de arácnidos e insectos (Figura 6).

Figura 6 Presencia de insectos y arácnidos que no son parte del estudio.



Nota. Inse - Fert: Tratamiento de Insecticida más Fertilizante; Bio – Quim: Tratamiento de Biológico más Químico; Pod – Mec: Tratamiento de Poda más Mecánico; Mec – Inse: Tratamiento de Mecánico más Insecticida; Poda – Inse: Tratamiento de Poda más Insecticida.

Estos datos pueden indicar períodos de alta presencia de arácnidos e insectos en la mayoría de los tratamientos desde marzo hasta julio, excepto para el tratamiento biológico más químico en el mes de marzo donde se observa una ausencia total de arácnidos e insectos (0 %), lo mismo para los tratamientos de mecánico más insecticida y poda más insecticida en el mes de agosto.

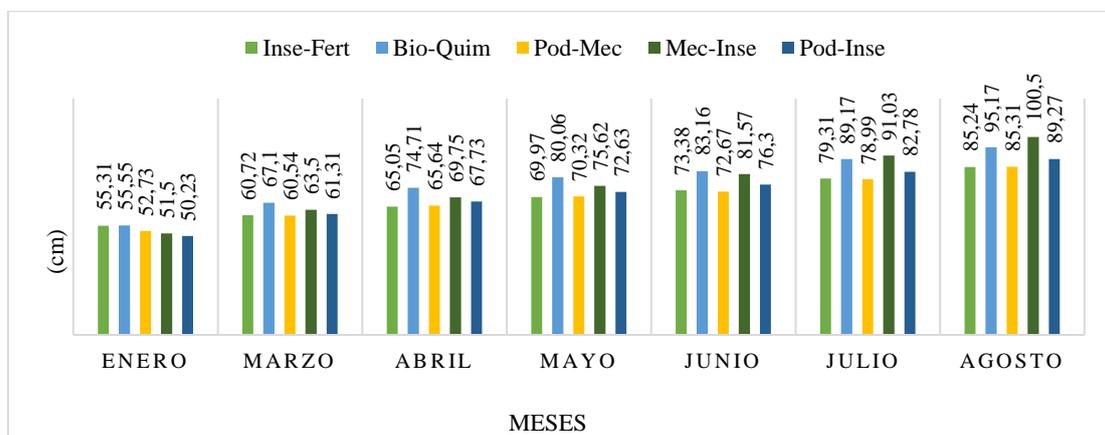
López (2023) realizó un estudio sobre control de insectos y arácnidos en arboles de nogal de la variedad Chandler en una plantación con una superficie de cinco hectáreas en la provincia de Imbabura, los insectos más abundantes fueron los escarabajos, moscas y pulgones con un porcentaje de presencia del 50 %. Las arañas más abundantes fueron las rojas con un porcentaje de presencia del 5 % información que concuerda con la presente investigación. Los resultados de este estudio evaluado durante un periodo de doce meses indican que los insectos son los organismos más abundantes en las plantaciones de nogal en Ecuador. Las arañas, por su parte, son menos abundantes, pero también pueden causar daños importantes. Las arañas rojas, en particular, pueden causar la pérdida de hojas y frutos. Resultados que difieren con los valores obtenidos en esta investigación, pueden atribuirse principalmente a las condiciones climáticas, la variedad de árboles, el manejo del cultivo y la ubicación de la plantación.

3.6. Objetivo 2: Valorar la eficacia de diferentes medidas de manejo en el control de *Gretchena garai* Miller.

3.6.1. Altura total

Las plantas en las cuales se aplicó el tratamiento biológico más químico destacan en su crecimiento, mostrando una tendencia de crecimiento progresivo desde enero hasta finalizar el estudio, manteniendo la mayor altura en la mayoría de los meses. Sin embargo, el tratamiento mecánico más insecticida sobresale al alcanzar la altura máxima en agosto 100,5 cm (Figura 7).

Figura 7 Altura de la planta en centímetros.



Nota. Inse - Fert: Tratamiento de Insecticida más Fertilizante Foliar; Bio – Quim: Tratamiento de Biológico más Químico; Pod – Mec: Tratamiento de Poda más Mecánico; Mec – Inse: Tratamiento de Mecánico más Insecticida; Poda – Inse: Tratamiento de Poda más Insecticida.

Según la prueba de Tukey (Tabla 8) muestra que estadísticamente no existen diferencias significativas entre el tratamiento mecánico más insecticida y biológico más químico.

Tabla 8

Prueba de Tukey sobre la altura de las plantas por cada uno de los tratamientos.

Tratamiento	Media	Error estándar
Inse-Fert	69,46 a*	0.01
Pod-Mec	69,85 a*	0.06
Pod-Inse	71,46 a*	0.01
Mec-Inse	76,21 b*	0.01
Bio-Quim	77,85 b*	0.02

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

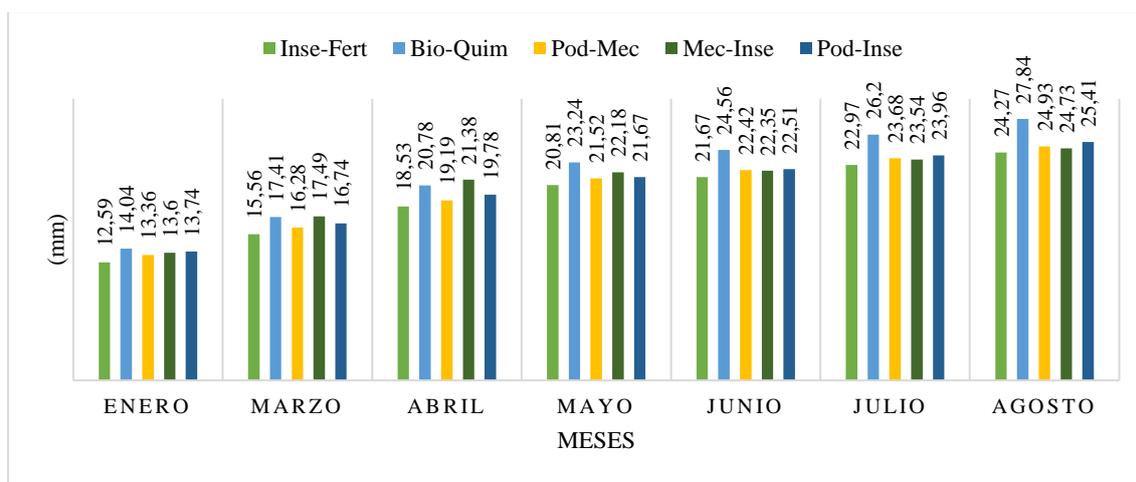
El tratamiento mecánico más insecticida presentó una altura media de 100,5 cm, (Figura 7) superando matemáticamente la altura promedio de 95,17 cm obtenida con el tratamiento biológico más químico. Estos valores contrastan con los resultados de la investigación de Ortega (2007), donde la aplicación de tratamientos mecánicos, las plantas obtuvieron una altura máxima de 88 cm de la planta.

Estas discrepancias resaltan la influencia potencial de los diferentes enfoques de tratamiento en el crecimiento observado, lo que sugiere la relevancia de evaluar detalladamente los métodos empleados para comprender sus efectos en el desarrollo de las plantas. Por otro lado, el estudio de López (2023) reporta una altura media notablemente elevada de 3,28 m, mientras que el trabajo de Cofré (2018) muestra una altura media considerablemente menor de 1,20 m. Estos resultados de crecimiento se asemejan a los datos obtenidos en la presente investigación.

3.7. Diámetro basal

Los individuos en el que se aplicó el tratamiento biológico más químico tuvieron una media de crecimiento mensual desde enero hasta agosto superior al resto de tratamientos en todos los meses de estudio, llegando a obtener al final del mismo 27,84 mm (Figura 8).

Figura 8 Diámetro basal de la planta.



Nota. Inse - Fert: Tratamiento de Insecticida más Fertilizante Foliar; Bio – Quim: Tratamiento de Biológico más Químico; Pod – Mec: Tratamiento de Poda más Mecánico; Mec – Inse: Tratamiento de Mecánico más Insecticida; Poda – Inse: Tratamiento de Poda más Insecticida.

Según la prueba de Tukey (Tabla 9) revela que el tratamiento biológico más químico muestra diferencias significativas superiores al resto de tratamientos; por otra parte, los tratamientos mecánico más insecticida y poda más insecticida no presentan diferencias significativas entre ellos.

Tabla 9

Prueba de Tukey del diámetro basal de las plantas.

Tratamiento	Media	Error estándar
Inse-Fert	19,49 a*	0,73
Pod-Mec	20,20 ab*	0,73
Pod-Inse	20,54 b*	0,73
Mec-Inse	20,75 b*	0,73
Bio-Quim	22,01 c*	0,73

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

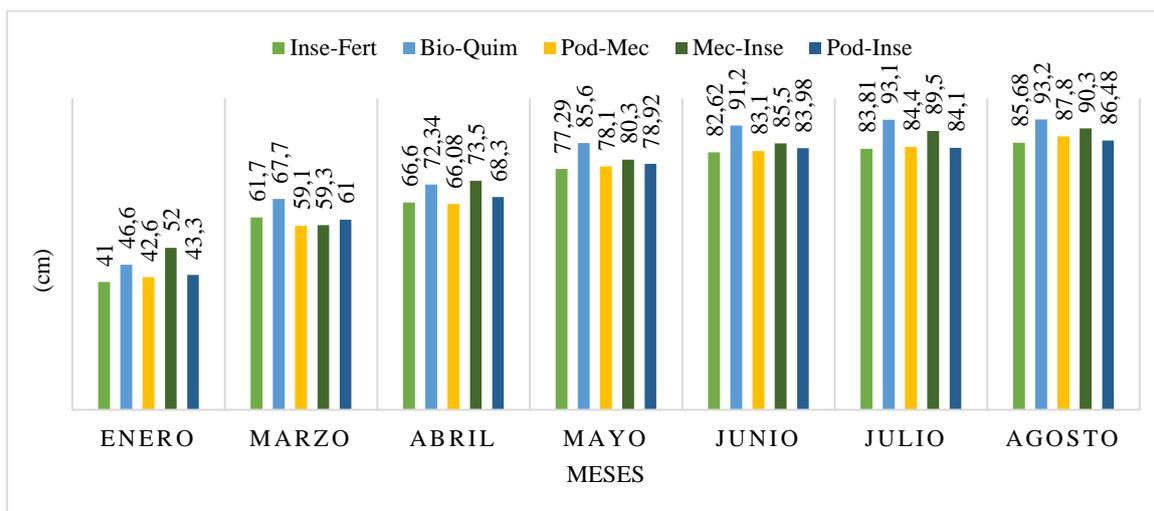
La especie *J. neotropica* es capaz de crecer en una variedad de condiciones climáticas. El estudio realizado por Ortega (2007) se encontró que el crecimiento en diámetro basal de las plantas de esta especie fue de 2,99 cm a los 12 meses en la parroquia San José de Chaltura, y de 2,68 cm a los dos años en la parroquia de Peñaherrera (Loewe & González, 2001).

Relacionando con los resultados de diámetro basal obtenidos en la presente investigación 2,78 cm, podemos observar que difieren, debido a la aplicación de los tratamientos que permitió obtener diámetros basales mayores.

3.8. Diámetro copa

El tratamiento biológico más químico sobresale del resto al mantener valores consistentemente superiores en la mayoría de los meses. No obstante, el tratamiento mecánico más insecticida presenta una constancia a lo largo del estudio, superando al tratamiento biológico más químico en abril, con un valor de 73,5 cm (Figura 9).

Figura 9 Diámetro de copa de la planta *Juglans neotropica*



Nota. Inse - Fert: Tratamiento de Insecticida más Fertilizante Foliar; Bio – Quim: Tratamiento de Biológico más Químico; Pod – Mec: Tratamiento de Poda más Mecánico; Mec – Inse: Tratamiento de Mecánico más Insecticida; Poda – Inse: Tratamiento de Poda más Insecticida.

Según los resultados obtenidos en la prueba de Tukey (Tabla 10) muestra que no existe diferencia significativa entre el tratamiento biológico más químico y mecánico más insecticida, sin embargo, estos dos si presentan una diferencia significativa superior al resto de tratamientos.

Tabla 10

Prueba de Tukey diámetro de copa

Tratamiento	Media	Error estándar
Inse-Fert	71,24 a*	0,73
Pod-Mec	71,60 a*	0,73
Pod-Inse	72,30 a*	0,73
Mec-Inse	75,77 b*	0,73
Bio-Quim	78, 53 b*	0,73

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

En la investigación de Mediavilla (2023), se implementaron ocho diferentes tratamientos que surgieron de la combinación entre dos tipos de hoyado (tradicional y

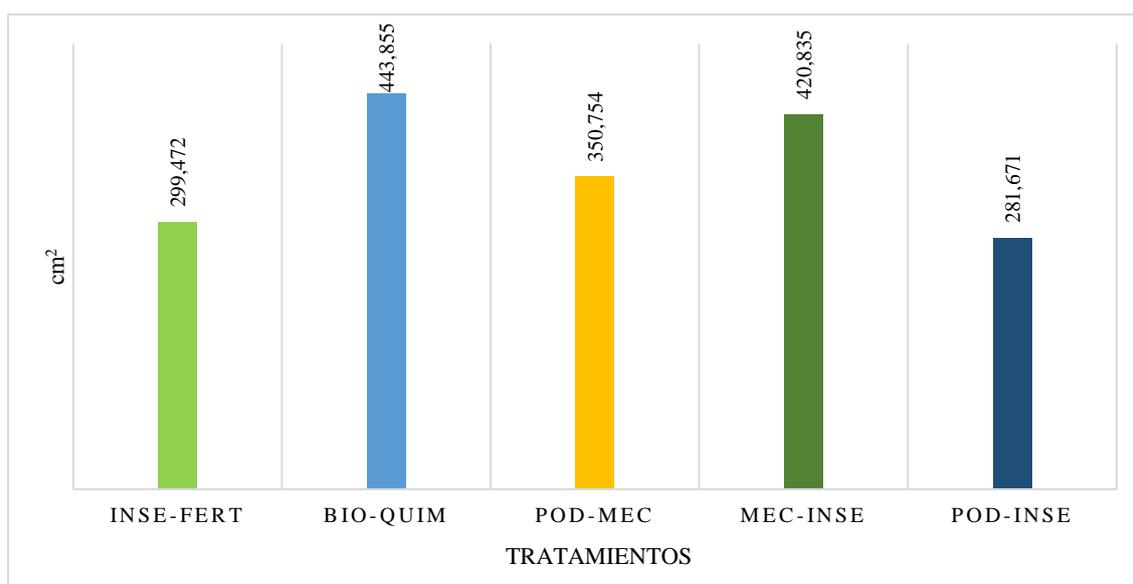
mejorado) y dos tipos de fertilizante (químico y orgánico), como resultado se obtuvo que el mejor tratamiento fue el de fertilizante químico con hoyado mejorado alcanzando un valor de 48,63 cm.

Estos resultados son menores a los reportados en este estudio, ya que los mejores tratamientos biológico más químico y mecánico más insecticida a la edad de un año aproximadamente producen plantas con un diámetro de copa promedio de 90 cm, es fundamental considerar que las diferencias en los resultados podrían estar influenciadas por diversos factores, como la edad de la plantación, las variaciones en la formulación de los tratamientos, las condiciones ambientales.

3.9. Área foliar

El tratamiento más efectivo para aumentar el área foliar es el tratamiento combinado de biológico más químico. Este tratamiento produjo un área foliar promedio de 443,85 m², que es un 35 % más que el área foliar promedio la plantación sin tratamiento, mientras que el tratamiento mecánico más insecticida, que utiliza productos químicos, obtuvo un área foliar de 420,83 cm² (Figura 10).

Figura 10 Área foliar por cada uno de los tratamientos aplicados.



Nota. Inse - Fert: Tratamiento de Insecticida más Fertilizante Foliar; Bio – Quim: Tratamiento de Biológico más Químico; Pod – Mec: Tratamiento de Poda más Mecánico; Mec – Inse: Tratamiento de Mecánico más Insecticida; Poda – Inse: Tratamiento de Poda más Insecticida.

El análisis de Tukey (Tabla 11) muestra que estadísticamente exista una diferencia del tratamiento biológico más químico y el resto de los tratamientos a excepción del tratamiento poda más mecánico; por otra parte, los tratamientos mecánico más insecticida, poda más insecticida e insecticida más fertilizante foliar no muestran diferencias significativas entre ellos, sin embargo, el tratamiento poda más mecánico estadísticamente difiere de los tres antes mencionados.

Tabla 11

Prueba de Tukey área foliar

Tratamiento	Media	Error estándar
Pod-Mec	281,67 a*	34,96
Inse-Fert	299,47 ab*	34,96
Pod-Inse	350,75 ab*	34,96
Mec-Inse	420,84 ab*	55,28
Bio-Quim	443,86 b*	34,96

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

En el estudio realizado por Mediavilla (2023), el tratamiento que obtuvo el mayor área foliar fue el fertilizante químico más orgánico, con 2 884,42 cm². Mientras que en el estudio de Ianovici et al., (2017) estimó que el área foliar de individuos de *Juglans regia* en hábitat urbano es de 313,58 cm², resultados que difieren con los de la presente investigación, debido a que el tratamiento biológico más químico puede ser más efectivo para promover el crecimiento foliar de los árboles de *J. neotropica*.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- La combinación de tratamiento biológico más químico y el tratamiento mecánico más insecticida lograron reducir la severidad e incidencia de la plaga, esto se debe a que la combinación de estos dos tratamientos es la más completa ya que unifica organismos biológicos con productos químicos que repelen y matan la plaga.
- Los tratamientos biológico más químico y mecánico más insecticida son los más efectivos en el control de la plaga *Gretchena garai* en la plantación de *Junglas neotropica* Diels. Estos tratamientos lograron erradicar la plaga por completo en las plantas tratadas, lo que tuvo un impacto positivo en el estado sanitario y crecimiento de las plantas.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda ampliar el número de muestras para cada tratamiento. Esto permitirá una validación más robusta de la efectividad y consistencia de las medidas de control en diferentes condiciones.
- Considerar la posibilidad de combinar tratamientos efectivos para evaluar sinergias o potenciar su efectividad. Esto podría conducir a estrategias más completas y eficaces para el control de la plaga.
- Fumigar durante los días soleados y secos, esto ayudará a garantizar que los tratamientos sean eficaces y que no se vean afectados por las condiciones climáticas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmad, I. (2017). *Integrated Pest Management of Zeuzera coffeae Nietner*. Obtenido de Pakistan Journal of Zoology: <http://researcherslinks.com/current-issues/Integrated-Pest-Management-Zeuzera-coffeae-Nietner-Efficient-Approach-Reduce-Infestation-Walnut-Trees/20/1/399/html>
- Argüello, H. (2018). *Orígenes de la entomología en Nicaragua y sus influencias*. Obtenido de La Calera: <https://www.camjol.info/index.php/CALERA/article/view/7741/7363>
- Arnaldos. (2010). *Entomología Urbana*. Obtenido de Universidad de Murcia: <https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/23491/1/EFentomologiaurbana.pdf>
- Bach, C. (2011). *La Entomología moderna en España*. Obtenido de Los Artrópodos y el Hombre: http://sea-entomologia.org/PDF/BOLETIN_20/B20-036-367.pdf
- Badii, M. (2007). *Manejo Sustentable de Plagas o Manejo Integral de Plagas*. Obtenido de Desarrollo Sustentable: <file:///C:/Users/ASUS/Downloads/Dialnet-ManejoSustentableDePlagasOManejoIntegralDePlagas-7301261.pdf>
- Barclay, H., & Roitberg, B. (29 de 09 de 2020). *Forest Productivity Enhancement and Compensatory Growth: A Review and Synthesis*. Obtenido de Frontiers: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2020.575211/full>
- Benavides, Ms. J. G. C., Toledo, D. D. S., Narváez, A. L. L., Bajaña, E. M. L., & Avila, E. J. C. (2023). Evaluación y análisis del factor de forma de Juglans Neotropica Diels en el predio de Yuyucocha, Cantón Ibarra. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2), 10243-10262. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.6117
- Cajal, A. (2022). *Prueba de Tukey: en qué consiste, caso de ejemplo, ejercicio resuelto*. Obtenido de Lifeder.
- Cofré, P. (2018). *Diagnóstico Forestal Campus Norte—Calle 222 Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A.* [Tesis de pregrado, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales]. https://udca.edu.co/wp-content/uploads/2019/03/Diagn%C3%B3stico-forestal_Word_MMP-5c8a6384091c6.pdf
- Consuegra, N. P. (2004). *Manejo Ecológico Manejo Ecológico*. Obtenido de Centro de Estudios de Desarrollo Agrario y Rural: <https://www.fcnym.unlp.edu.ar/catedras/ecoplagas/Bibliografia.pdf>

- Dagnino, J. (2014). *El Análisis de la Varianza (ANOVA)*. Obtenido de Revista Chilena de Anestesia.
- Elsevier. (2014). *Control biológico en un mundo que cambia rápidamente*. Obtenido de ScienceDirect: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2014.04.009>
- FAO. (2019). *Manejo fitosanitario*. Obtenido de Buenas prácticas agrícolas: <https://www.fao.org/3/a1359s/a1359s04.pdf>
- Flint, M. (2012). *Principales Métodos para el MIP*. Obtenido de Universidad de California Agricultura y Recursos Naturales: <https://books.google.com.ec/books?id=4MtgeUgjwNcC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Flores, P. (2019). *Estudio de PoTencia de Pruebas de Normalidad*. Obtenido de Perfiles: <http://ceaa.esepoch.edu.ec:8080/revista.perfiles/faces/Articulos/Perfiles21Art1.pdf>
- Gonzales, D. (2009). *Evaluación de 8 Especies Forestales Plantadas en Tres Estadios de Sucesión Vegetal*. Obtenido de Repositorio Digital Universidad Nacional de Loja: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/5361>
- González-Arroyo, S. (2022). *Ordenación del recurso forestal para optimizar los beneficios ambientales, sociales y económicos de la Ciudad de los Niños, Cartago, Costa Rica* [Tesis de pregrado, Tecnológico de Costa Rica]. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/13959>
- González, D. U., & Ordóñez, M. F. (2009). *Evaluación de 8 especies forestales plantadas en tres estadios de sucesión vegetal en la estación científica san francisco, provincia de Zamora Chinchipe* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/5361>
- Heb, L. (2019). *Manejo de plagas climáticamente inteligente: aumentar la resiliencia de las fincas y los paisajes frente a las cambiantes amenazas de plagas*. Obtenido de Revista de ciencia de plagas: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10340-019-01083-y>
- Hoyo, B. (2013). *Entomología Cultural y de Conservación*. Obtenido de Cuadernos de Biodiversidad: https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/31557/1/CuadBio_42_01.pdf
- Ianovici, N., Latiş, A., & Rădac, I. (2017). Foliar traits of *Juglans regia*, *Aesculus hippocastanum* and *Tilia platyphyllos* in urban habitat. *Romanian Biotechnological Letters*, 22(2), 12400-12408.

- Jiménez, E. (2009). *Métodos de Control de Plagas*. Obtenido de Protección Agrícola y Forestal: <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENH10J61me.pdf>
- Juárez, Y. (2014). *Dasometría*. Obtenido de Apuntes de clase y guía de actividades practicas : https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/76185/mod_folder/content/0/DASOMETRIA_Apuntes_de_Clase_y_Guia_de_Ac.pdf?forcedownload=1
- Khana, Z. (2007). *Centro Internacional de Fisiología y Ecología de Insectos*. Obtenido de ScienceDirect: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2007.11.009>
- Leonides, J. (2013). *Entomología*. Obtenido de Universidad Nacional Autónoma de México: https://portal.cuautitlan.unam.mx/manuales/Manual_Entomologia.pdf
- Liang, J. (2016). *Bioquímica y Fisiología de Plaguicidas*. Obtenido de ScienceDirect: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048357522001420?via%3Dihub>
- Lieseback, H., Liepe, K., & Cornelia, B. (07 de 05 de 2021). *Towards new seed orchard designs in Germany – A review*. Obtenido de Sciendo: <https://sciendo.com/article/10.2478/sg-2021-0007>
- Limaico, J. (2010). *Propagación Vegetativa del Polylepis Incana Kunth*. Obtenido de Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/799>
- Loewe, V., & González, M. (2001). *Nogal común (Juglans regia). Una alternativa para producir madera de alto valor*. Obtenido de Biblioteca Digital Instituto Forestal: <https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/726>
- López, A. L. (2023). *Determinación del factor de forma de juglans neotropica diels en predio universitario Yuyucocha, Imbabura, Ecuador* [bachelorThesis, Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/14237>
- López, M. (2023). *Presencia de insectos y arañas en plantaciones de nogal en Ibarra, Ecuador*. Obtenido de Revista de Entomología Agrícola de Costa Rica: <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2020/11/17/estudiantes-captan-asombrosas-imagenes-de-insectos-para-un-curso-de-entomologia-agricola.html>
- Louise, M. (2001). *Principios y métodos del manejo integrado de plagas*. Obtenido de Statewide Integrate Pest Management Program: https://ipm.ucanr.edu/IPMPROJECT/ADS/manual_ipminpractice.html
- Martínez, C. (2023). *Distribución y Abundancia de Grtechena garai Miller (Lepidoptera: Tortricidae) en plantaciones de nogal*. Obtenido de Revista Ecuatoriana de Entomología:

<https://revistas.uees.edu.ec/index.php/index/login?source=%2Findex.php%2Ffree%2Farticle%2Fview%2F1042>

Mediavilla, J. (2023). *CRECIMIENTO INICIAL DE Juglans neotropica Diels, CON FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y ORGÁNICA EN EL CAMPUS YUYUCOCHA*. Obtenido de Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/14285/2/03%20FOR%20359%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>

Morales, W. (2018). *Caracterización de Variables Dasométricas*. Obtenido de Escuela Superior Politécnica de Chimborazo: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/10359/1/33T0194.pdf>

Morishima, K. (2010). *Guía del MIP para técnicos y productores*. Obtenido de JICA: https://www.jica.go.jp/project/spanish/panama/2515031E0/data/pdf/1-57_01.pdf

Mula, J. (2019). *Plagas y Enfermedades*. Obtenido de Agromática: <https://www.agromatica.es/manejo-integrado-de-plagas/#:~:text=Poda%20de%20control%3A%20eliminando%20partes,futuro%20de%20insectos%20u%20hongos>.

Muñoz, V. (2002). *Técnicas de Investigación de Campo I*. Obtenido de Escuela Nacional de Biblioteconomía y Archivonomía: https://brd.unid.edu.mx/recursos/Metodologia_de_la_Investigacion/MI08/Investigacion_de_campo.pdf

Navarrete, J. (2016). *Entomología Cultural*. Obtenido de UCBA: <http://www.cucba.udg.mx/sites/default/files/entomologiacultural2016.pdf>

OIE. (2020). *Organismo Internacional de Energía*. Obtenido de IAEA: <https://www.iaea.org/es/temas/control-biologico#:~:text=El%20control%20biol%C3%B3gico%20supone%20la,respetuosa%20con%20el%20medio%20ambiente>.

OIRSA. (2001). *Proyecto Regional de Fortalecimiento de la Vigilancia Fitosanitaria en cultivos de Exportación no Tradicional*. Obtenido de Manual Técnico: <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/Oirsa/50000083.pdf>

Ortega, H. (2007). *“ESTUDIO DEL ATAQUE DE Gretchena garai Miller EN NOGAL (Juglans Neotropica Diels) EN PLANTACIÓN SOLA Y ASOCIADA CON CUATRO ESPECIES FORESTALES EN DOS SITIOS.”*. Obtenido de Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/806/1/03%20FOR%20147%20ART%20c3%8dCULO%201.pdf>

- Pall, J. (2017). *Introducción al MIP y Control Biológico*. Obtenido de Universidad Nacional de la Pampa: <http://www.exactas.unlpam.edu.ar/curso-manejo-de-plaga-programa>
- Peña, S. (2017). *Análisis de Datos*. Obtenido de AREANDINA: <https://core.ac.uk/download/pdf/326425169.pdf>
- Pérez, M. (2013). *Investigación clínica XIX del juicio al Análisis de la Covarianza*. Obtenido de Temas de actualidad: <https://www.medigraphic.com/pdfs/imss/im-2014/im141o.pdf>
- Ramírez, F. (07 de 03 de 2022). *Nut length–weight relationships in the endangered Nogal (Juglans neotropica Diels)*. Obtenido de SpringerLink: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10722-022-01367-w>
- Rawson, H. (2001). *Trigo Regado*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO): <https://www.fao.org/3/x8234s/x8234s06.htm>
- Reátegui, C. (2022). “*Respuesta inicial de una plantación de dos procedencias de Juglans neotropica Diels a la fertilización aplicada en tres estratos en la “Hacienda La Florencia” del Cantón y la Provincia de Loja.*”. Obtenido de Universidad Nacional de Loja: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/25327/1/C%C3%A9sar%20Gustavo%20Re%C3%A1tegui%20Ram%C3%B3n.pdf>
- Rodríguez, F. (2005). *Establecimiento Y Manejo de plantaciones Forestales*. Obtenido de Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales de Nicaragua: https://www.ipcinfo.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/Plantaciones%20Forestales.pdf
- Rojas, A. (2022). *Evaluación del estado fitosanitario y de manejo de la vegetación arbórea y arbustiva*. Obtenido de Universidad Nacional Abierta y a Distancia-UNAD: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/51380/jarojasm.pdf?sequence=3&isAllowed=y#:~:text=Condic%C3%B3n%20de%20salud%20que%20e,pat%C3%B3genos%20que%20deterioran%20su%20calidad.>
- Romulo, A. (2016). “*EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS EN SEMILLAS DE NOGAL (Juglans neotrópica Diels) EN EL RECINTO PUMIN PROVINCIA DE BOLIVAR*”. Obtenido de Universidad de las Fuerzas Armadas: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/10697/1/T-ESPE-002791.pdf>
- Sala, J. (1972). *En el injerto en el Nogal*. Obtenido de Hojas Divulgadoras: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1972_24.pdf

- Saldaña, V. (2019). *Diagnóstico de Plagas y Enfermedades presentes en las plantas de Nogal*. Obtenido de UPS: [file:///C:/Users/ASUS/Downloads/UPS-CT008630%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/ASUS/Downloads/UPS-CT008630%20(1).pdf)
- Sattelle, D. (2022). *Bioquímica y Fisiología de Pulguicidas*. Obtenido de ScienceDirect: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048357522001420?via%3Dihub>
- Sifuentez, M. (2016). *Control Mecánico y Biológico*. Obtenido de PSI SIERRA: https://www.psi.gob.pe/wp-content/uploads/2016/03/Control_mecanico_biologico.pdf
- Timothy, P. (2000). *Científicos de la UC Aplican Técnicas de MIP a nuevas Plagas de Eucalipto*. Obtenido de California Agriculture: <https://calag.ucanr.edu/Archive/?article=ca.v054n06p8&sharebar=share>
- Traxco. (2020). *Cultivo de Nogal*. Obtenido de El blog de Traxco: <https://www.traxco.es/blog/produccion-agricola/cultivo-de-nogal#:~:text=El%20marco%20recomendable%20de%20plantaci%C3%B3n,de%20m%C3%A1s%20exigencia%20de%20nutrientes.>
- Trinidad, A. (1999). *Fertilización Foliar un Respaldo Importante en el Rendimiento de los Cultivos*. Obtenido de Tierra Latinoamericana: <https://www.redalyc.org/pdf/573/57317309.pdf>
- Vahdati, K., Peixe, A., & Sestras, A. (10 de 11 de 2022). *Clonal Propagation of Walnuts (Juglans spp.): A Review on Evolution from Traditional Techniques to Application of Biotechnology*. Obtenido de MDPI: <https://www.mdpi.com/2223-7747/11/22/3040>
- Vanegas, T. (2018). *Estado del arte, propagación y conservación de Juglans neotropica Diels., en zonas andinas*. Obtenido de Scielo: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-04712018000100401&script=sci_arttext_plus&tlng=es
- Vilanova, A., García, D., Abelló, L., Rovira, M., & Aletà, N. (2018). Balance de una producción combinada: Madera de nogal y avellana. *Sociedad Española de Ciencias Forestales*, 44(2), 107-120. <https://doi.org/10.31167/csefv0i44.17558>
- Wylie, R. (2020). *Manejo Integrado de Plagas en Silvicultura Tropical*. Obtenido de Food and Agriculture Organization Forestry: <https://www.fao.org/3/ac781e/AC781E07.htm#TopOfPage>
- Zumbado, M. (2018). *Guía Básica de Entomología*. Obtenido de Importancia Agrícola: <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/H10-10951.pdf>

ANEXOS

1. FOTOGRÁFICOS



Explicación de la plaga *Gretchena garai* Miller por parte de los docentes.



Identificación del Estadio – Huevo



Identificación del Estadio - Adulto



Insecticida Químico utilizado en la investigación



Fertilizante Foliar utilizado en la Investigación



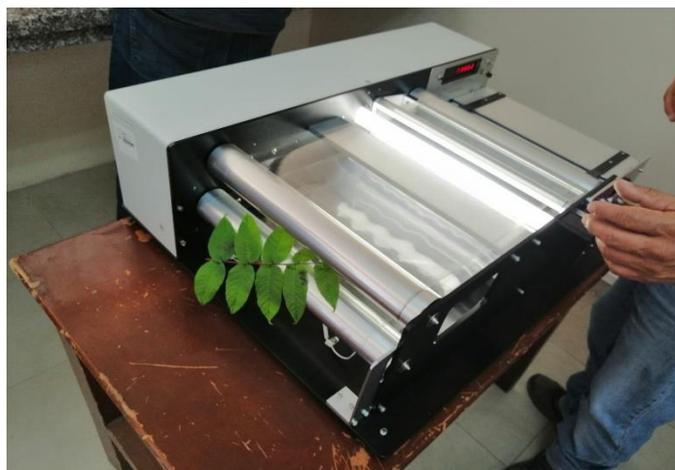
Aplicación del Tratamiento Poda más Químico



Aplicación del Tratamiento Biológico más Químico



Selección de las hojas mas adecuadas para el cálculo del Área Foliar



Cálculo del Área Foliar en el Escáner Foliar.

2. TABLAS

Tabla 12

Presupuesto

N.º	Rubros	Aporte UTN		Subtotal	
		Semestre 1	Otros Aportes Semestre 1		
1	Remuneración humanos (director, Investigadores, Pasantes)	recursos	0,00	20,00	20,00
2	Viajes Técnicos		16,80	0,00	16,80
3	Capacitación (cursos, seminarios)		0,00	0,00	0,00
4	Equipos		33,00	0,00	33,00
5	Recursos Bibliográficos y Software.		0,00	0,00	0,00
6	Materiales y Suministros		48,70	0,00	48,70
7	Transferencia de resultados		0,00	0,00	0,00
8	Subcontratos y servicios		0,00	0,00	0,00
	Subtotal		98,50	20,00	118,50
	Total				78,50
	Porcentajes		100 %		100 %