



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

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

TEMA:

“Medidas de control de *Gretchena garai* y manejo silvicultural en una plantación de

***Juglans neotropica* Diels, en el campus Yuyucocha – Ibarra”**

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

Línea de investigación: Desarrollo agropecuario y forestal sostenible

Autor: Rosero Echeverría Miryan Alexandra

Director: Ing. Hugo Vinicio Vallejos Álvarez MSc.

Ibarra – Ecuador - 2026



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
DIRECCIÓN DE BIBLIOTECA

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD
TÉCNICA DEL NORTE**

1. 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	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Rosero Echeverría Miryan Alexandra

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Medidas de control de <i>Gretchena garai</i> y manejo silvicultural en una plantación de <i>Juglans neotropica</i> Diels, en el campus Yuyucocha-Ibarra.
AUTOR (ES):	Rosero Echeverría Miryan Alexandra
FECHA: DD/MM/AAAA	11/05/2026
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniería Forestal
DIRECTOR/ASESOR:	Ing. Hugo Vinicio Vallejos Álvarez MSc./ Ing. Carlos Ramiro Arcos Unigarro MSc.

2. CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los 11 días, del mes de mayo de 2026

EL AUTOR:

Firma.....

Nombre: Rosero Echeverría Miryan Alexandra

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTERGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, 11 de mayo de 2026

Ing. Hugo Vinicio Vallejos Álvarez MSc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

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

(f)

Ing. Hugo Vinicio Vallejos Álvarez MSc.

C.C.: 1002018941

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificado del trabajo de Integración Curricular “Medidas de control de *Gretchena garai* y manejo silvicultural en una plantación de *Juglans neotropica* Diels en el campus Yuyucocha- Ibarra” elaborado por Rosero Echeverria Miryan Alexandra, previo a la obtención del título del Ingeniería Forestal, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

(f):.....

Ing. Hugo Vinicio Vallejos Álvarez MSc.

C.C: 1002018941

(f):.....

Ing. Carlos Ramiro Arcos Unigarro MSc.

C.C: 0400701181

DEDICATORIA

El presente trabajo dedico principalmente a Dios por brindarme salud, sabiduría, fortaleza y guiarme en momentos difíciles, gracias, señor por mantenerme en pie en esta etapa tan linda y poder cumplir una etapa más en mi vida.

En especial dedico con mucho amor a mis padres Marcela Echeverría y Fernando Rosero, por su apoyo incondicional y amor eterno, por ser mi pilar y fortaleza a lo largo de mi vida, son mi más grande ejemplo de perseverancia y lucha, gracias por haberme formado como una mujer de bien. A mis hermanos Anderson y Yulissa por ser mis compañeros de vida y llenarme de mucha alegría. La meta no es solo mía, es de los cinco, los amo.

El agradecimiento no estaría completo si no menciono a mis amigas Luisa y Cinthya, quienes me brindaron su apoyo y confianza incondicional y por estar siempre presentes en cada paso de este camino, por siempre estar a mi lado, en los buenos y malos momentos dándome su apoyo incondicional y creyendo en mi incluso cuando yo dudaba. Las quiero mucho.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme fortaleza y sabiduría para seguir cada día en conseguir esta meta.

A mi director de tesis, ingeniero Hugo Vallejos, a mi asesor ingeniero Carlos Arcos por confiar en mi capacidad de realizar esta investigación y poderla culminar.

A los docentes que nos formaron en toda la carrera para ser unos excelentes profesionales forestales.

A mi familia por siempre apoyarme y aunque en ocasiones no confiaron en mí, les pude demostrar que siempre se puede con mucho esfuerzo y sacrificio.

A mis compañeros por su ayuda en varias ocasiones y por siempre sacarme una sonrisa

RESUMEN EJECUTIVO

La especie *Juglans neotropica* Diels en Imbabura tiene una importancia cultural, económica y ambiental muy considerada, por lo que es crucial saber más de ella. Así esta investigación tiene como objetivo evaluar la aplicación de tratamientos orgánicos, orgánico + químico y manejo silvicultural en una plantación para disminuir el ataque de *Gretchena garai*. Para llevar a cabo este estudio que se encuentra ubicado en el campus Yuyucocha Ibarra se aplicó un diseño cuadrado latino, tomando en cuenta las fuentes de variación de la sombra de los árboles que se encuentran en lindero y la pendiente del terreno. Los tratamientos que se aplicaron fueron 4, Extracto 1 de limón, orgánico + químico, extracto 2 (aloína), extracto 3 (alucina), estos tratamientos se aplicaron en tres ocasiones cada tres meses, así mismo el manejo silvicultural como podas, raleos, riego, coronamiento, fertilización en la plantación. Se analizaron para evidenciar las variables cuantitativas (altura, diámetro basal, área foliar) y cualitativas (incidencia de la plaga, estado fitosanitario). Para el análisis estadístico se realizaron pruebas de normalidad, ANOVA, comparación de medias mediante la prueba de Tukey y métodos no paramétricas como Kruskal-Wallis. Los resultados evidenciaron que no hubo diferencia significativa, sin embargo, matemáticamente el tratamiento orgánico + químico presentó una pequeña diferencia.

Palabras clave: Tratamientos químicos, tratamientos orgánicos, alucina, aloína

ABSTRACT

The species *Juglans neotropica* Diels in Imbabura has significant cultural, economic, and environmental importance, making it crucial to learn more about it. Therefore, this research aims to evaluate the application of organic treatments, organic + chemical treatments, and silvicultural management in a plantation to reduce the attack of *Gretchena garai*. To carry out this study, located at the Yuyucocha campus in Ibarra, a Latin square design was applied, considering the sources of variation such as the shade from boundary trees and the slope of the terrain. Four treatments were applied: Extract 1 (lemon), organic + chemical, Extract 2 (aloin), and Extract 3 (allicin). These treatments were applied three times at three-month intervals. Likewise, silvicultural management practices such as pruning, thinning, irrigation, crown clearing, and fertilization were implemented in the plantation. Quantitative variables (height, basal diameter, leaf area) and qualitative variables (pest incidence and phytosanitary status) were analyzed. For statistical analysis, normality tests, ANOVA, comparison of means using Tukey's test, and non-parametric methods such as Kruskal-Wallis were performed. The results showed that there was no significant difference; however, mathematically, the organic + chemical treatment presented a slight difference.

Keywords: Chemical treatments, organic treatments, allicin, aloin

LISTA DE SIGLAS

MIP. Manejo integral de la plaga

ANOVA: Análisis de la Varianza.

MAG. Ministerio de Agricultura y Ganadería

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

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Problema de investigación	15
Problemática a investigar	15
Justificación	16
Objetivos.....	16
Objetivo Específicos.....	16
Hipótesis	17
CAPÍTULO I.....	18
MARCO TEÓRICO	18
1.1.1. <i>Regeneración natural</i>	18
1.1.2. <i>Sistema agroforestal</i>	18
1.1.3. <i>Plantación</i>	18
1.2 <i>Descripción ecológica de la especie</i>	19
1.2.2. <i>Especies con las que se asocia y ecosistemas relevantes</i>	21
1.2.3. <i>Usos</i>	21
1.3. <i>Propagación</i>	22
1.3.1. <i>Propagación sexual</i>	22
1.3.2. <i>Propagación asexual</i>	22
1.4. <i>Importancia</i>	22
1.4.2. <i>Importancia social</i>	23
1.4.3. <i>Importancia ambiental</i>	24
1.5.2. <i>Ciclo de vida</i>	24
1.6. <i>Manejo silvicultural</i>	25
1.6.1. <i>Importancia</i>	25
1.6.2. <i>Podas y Raleos</i>	26
1.6.3. <i>Riego y Limpieza</i>	26
1.7. <i>Manejo integral de la plaga</i>	26
1.7.1.2. <i>Tratamiento orgánico + químico</i>	28
1.7.1.3. <i>Tratamiento orgánico (Aloína)</i>	28
1.7.1.4. <i>Tratamiento orgánico (Alucina)</i>	29
1.8. <i>Investigaciones realizadas</i>	29
CAPÍTULO II.....	31
MATERIALES Y MÉTODOS.....	31

2.1. Tipo de investigación.....	31
2.2. Ubicación del área de estudio.....	31
2.3. Caracterización edafoclimática del lugar	32
2.3.2. Clima.....	33
2.4. Materiales, equipos y software.....	33
2.5. Métodos técnicas e instrumentos	34
2.5.1.1 Características del experimento.....	34
2.5.1.2 Tratamientos	35
2.5.1.3 Distribución de los tratamientos en el campo.....	38
Objetivo 1.....	39
Objetivo 2.....	41
- Estado fitosanitario.....	41
2.7 Procedimiento y análisis de datos.....	42
CAPITULO III.....	43
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
3.1. Protocolo de manejo silvicultural en la plantación de <i>Juglans neotropica</i> Diels 43	
3.1.1. Variable Altura.....	43
3.1.2. Variable Diámetro basal.....	45
3.2. Efecto de los tratamientos en la incidencia de <i>Gretchena garai</i>	48
3.2.1. Variable evaluación de la incidencia de la plaga	48
3.2.2. Variable estado fitosanitario.....	50
CAPÍTULO IV	53
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	53
Conclusiones	53
Recomendaciones.....	53
Referencias bibliográficas.....	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Materiales, equipos, insumos y Software que se usara.....	33
Tabla 2 Características del experimento.....	34
Tabla 3 Número de plantas por unidad experimental	35
Tabla 4 Tratamientos aplicados	36
Tabla 5 Distribución de tratamientos en campo.....	38
Tabla 6 Escala de incidencia de la plaga.....	41
Tabla 7 Parámetros de evaluación	41
Tabla 8 Prueba de Tukey incremento en altura en plantas de Juglans neotropica	44
Tabla 9 Prueba de Tukey incremento en diámetro basal en plantas de Juglans neotropica Diels..	46
Tabla 10 Prueba de Tukey incremento de diámetro de copa en plantas de Juglans neotropica	47
Tabla 11 Prueba de Kruskal Wallis estadio de la plaga en plantas de Juglans neotropica Diels. ..	49
Tabla 12 Prueba de Kruskal Wallis estado fitosanitario de plantas de Juglans neotropica Diels...	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación del campus Yuyucocha.	32
Figura 2 Incremento en altura (cm) con respecto al manejo silvicultural en la plantación	44
Figura 3 Incremento en diámetro basal (mm), en plantas de <i>Juglans neotropica</i>	45
Figura 4 Diámetro de copa en la plantación <i>Juglans neotropica</i> Diels.	47
Figura 5 Presencia de la incidencia de la plaga <i>Gretchena garai</i> en plantación de <i>Juglans neotropica</i> Diels.	49
Figura 6 Estado fitosanitario con relación a los tratamientos aplicados.....	51

INTRODUCCIÓN

Problema de investigación

- Problemática a investigar

“*Gretchena garai* es una plaga que afecta significativamente al desarrollo de *Juglans neotropica* Diels, esta plaga pertenece a la familia de los lepidópteros, son considerados como la familia agrícola, por la capacidad de afectar a un árbol” (Reátegui, 2022).

Gretchena garai es una plaga forestal que afecta a las ramas de *Juglans neotropica* Diels. Su ciclo de vida presenta una metamorfosis completa que comprende las fases de huevo, larva, pupa y adulto o imago. La etapa larval es la más perjudicial, ya que las larvas atacan principalmente las yemas terminales de la planta. Este ataque se intensifica durante las épocas lluviosas, cuando existe mayor presencia de brotes tiernos. La plaga se alimenta del tejido interno de la especie, provocando deformaciones en la estructura de la planta, muerte regresiva de los brotes e incluso la muerte del árbol. Además, el daño ocasionado genera una bifurcación temprana del tallo, lo que afecta el crecimiento y desarrollo normal de la planta.

Bajo esta consideración, es necesario realizar el control del vector en las etapas tempranas de desarrollo de *Juglans neotropica* Diels. Esta acción permite prevenir la bifurcación del tallo y la muerte regresiva de los brotes de la planta. Las medidas de control se aplican con el fin de mitigar el desarrollo de la plaga y evitar su reproducción masiva, la cual en determinados casos puede convertirse en una infestación severa. De esta manera, se favorece el crecimiento de plantas fuertes y sanas, lo que contribuye a asegurar el establecimiento y desarrollo adecuado de la plantación.

- Formulación del problema

¿Cuál es la medida de control y manejo silvicultural más eficaz para reducir la incidencia y severidad de *Gretchena garai* en plantaciones de *Juglans neotropica* Diels, en el campus Yuyucocha Ibarra?

Justificación

La especie *Juglans neotropica* Diels, conocida comúnmente como nogal, es una de las especies forestales nativas más valoradas debido a la calidad de su madera, y su potencial en programas de reforestación. “El control ineficaz de *Gretchena garai* puede comprometer no solo la viabilidad económica de las plantaciones, sino también los objetivos de restauración ecológica y conservación genética de *Juglans neotropica* Diels. Por tanto, es imprescindible establecer medidas de control integradas y sostenibles que consideren tanto métodos biológicos y mecánicos como prácticas silviculturales adecuadas.” La implementación de un manejo silvicultural estratégico, combinado con acciones específicas para el monitoreo y control de *Gretchena garai*, permitirá mantener la sanidad forestal, mejorar el rendimiento de la plantación (Ortega Montenegro, 2007)

Así esta investigación tiene como propósito identificar y evaluar estrategias de control que sean eficientes, ambientalmente responsables, así como establecer prácticas silviculturales que favorezcan el desarrollo saludable de la especie. “Los resultados contribuirán con información útil para el manejo de plantaciones forestales en la región, apoyando tanto la conservación de especies nativas como el desarrollo de sistemas productivos sostenibles” (Condit et al., 2011).

Objetivos

Objetivo General

- Evaluar medidas de control de *Gretchena garai* y manejo silvicultural en una plantación de *Juglans neotropica* Diels en el Campus Yuyucocha Ibarra.

Objetivo Específicos

- Implementar un protocolo de manejo silvicultural en el crecimiento de la plantación de *Juglans neotropica* Diels.

- Determinar el efecto de los tratamientos en la incidencia de *Gretchena garai* en la plantación de *Juglans neotropica* Diels.

Hipótesis

H₀. Todos los tratamientos de control de *Gretchena garai* tienen un efecto estadísticamente igual contra *Gretchena garai*.

H_a. Al menos un tratamiento de control de *Gretchena garai* tiene un efecto estadístico diferente contra *Gretchena garai*.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Sistemas ecológicos de *Juglans neotropica* Diels

1.1.1. Regeneración natural

La regeneración natural de *Juglans neotropica* Diels en zonas andinas del Ecuador es limitada debido a la fragmentación del hábitat, la presión antrópica y la baja disponibilidad de individuos semilleros, presentando generalmente una distribución agregada en bordes de bosque y linderos agrícolas (Simbaña Brucil, 2023). “En este sistema, donde se conserva cierta cobertura arbórea y conectividad ecológica, se ha observado una mayor presencia de latizales, lo que sugiere que estas zonas cumplen un rol clave como corredores de regeneración espontánea” (Chazdon, R. L. 2014).

1.1.2. Sistema agroforestal

Los sistemas agroforestales son una alternativa dinámica ante los monocultivos ya que, mientras se espera aprovechar los árboles, que se encuentran en este sistema, se tiene cultivos perennes que generan ingresos, contrario al cultivo homogéneo una plaga o enfermedad podría acabar con todo el sembrío o plantación (Mata-Anchundia et al., 2018). Según Iglesias (1999) señala que existen otras características estructurales de sistemas agroforestales como, “sistemas agrosilviculturales, sistemas silvopastoriles, sistemas agrosilvopastoriles”.

1.1.3. Plantación

Por otro lado, “las plantaciones controladas con *Juglans neotropica* Diels han mostrado resultados positivos en marco real de 4×4 m, especialmente cuando se utilizan materiales genéticos seleccionados, evidenciando así buen crecimiento y adaptación en altitudes que se encuentran en los rangos de 1 600 y 2 500 m.s.n.m.” (Ministerio del Ambiente del Ecuador y la Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [MAE y FAO], 2015). En sistemas agroforestales, su incorporación junto a

cultivos temporales o especies como *Alnus acuminata* ha permitido mejorar la fertilidad del suelo y la recuperación de áreas degradadas, aprovechando su carácter semidecíduo y su capacidad de proveer sombra ligera durante las primeras etapas del sistema. Estas prácticas integradas representan una estrategia eficaz para la conservación y uso sostenible del nogal andino.

1.2 Descripción ecológica de la especie

La especie de *Juglans neotropica* Diels pertenece a la familia juglandácea es una especie nativo de los Andes tropicales de Sudamérica; se la encuentra en Ecuador, Colombia, Perú. Es un árbol que puede alcanzar entre 30 a 40 metros de altura con diámetros que van desde los 60cm en adelante, con un fuste cilíndrico siempre cuando se realice una poda controlada. Las hojas son alternas, compuestas, imparipinadas, formada de 5 a 15 folíolos lanceolados, con una coloración verde áspero, Donoso et al. (2007) afirma que “esta especie presenta flores masculinas y femeninas separadas, pero en la misma planta, la floración se da entre agosto y octubre, tomando en cuenta que puede variar según el lugar donde se encuentre ubicada”. “Sus frutos son una drupa, su mesocarpio es verde y al madurar se vuelve de color negro con un tinte muy potente, el endocarpio es la nuez, que se comercializa como un producto forestal no maderable” (Aranda, et al., 2017; Palacios Herrera, 2025).

1.2.1. Fenología

Las fases fenológicas están influenciadas por niveles ambientales, como la altitud que implica una disminución en la actividad reproductiva, así como por factores climáticos, como la precipitación y los vientos. Estos procesos se relacionan con el ecosistema y la biodiversidad en donde se desarrollan; es importante indicar que las implicaciones ecológicas tienen incidencia en las especies de arbolado urbano. (Vallejos Alvarez, et al. 2023). Información que es coincidente con (Ramírez y Kallarackal, 2021). “Esta es una especie alelopática, sus hojas contienen tanino y al caer impiden el crecimiento de maleza” (Ospina et al., 2003). “*Juglans neotropica* Diels es

una especie comercial en vista que se puede aprovechar todo el árbol completo, desde sus hojas, fruto y madera, además, es de fácil trabajabilidad y duración, este interés ha hecho que la especie se encuentre amenazada por su sobre explotación” (Vaca Llivigañay y Palacios Herrera, 2023).

El fruto es una drupa carnosa, indehisciente, subglobosa a ampliamente ovada, con pedúnculo corto de 1,5 a 6,0 cm de longitud y 3,5 a 6,5 cm de diámetro, y en algunas ocasiones llega a alcanzar hasta 7 cm de longitud y diámetro. El fruto es achatado en los extremos. Tiene cáscara gruesa, coriácea, áspera y escamosa inicialmente de color verde cuando este inmaduro con pubescencia y verde amarillenta al madurar. Mesocarpo carnoso de apariencia y consistencia fibrosa (Ecuador Forestal, [EF]s.f.)

La fructificación se extiende de enero a septiembre con alto aborto de frutos, alcanzando madurez desde junio; los frutos maduros son dispersados por animales y agua cuando llegan a los seis meses de desarrollo. En Imbabura, un estudio de Toro Vanegas, E., y Roldan Rojas, I.C. 2018 citado en Azas, (2016); Ospina et al., (2003) encontraron que árboles dispersos produjeron un promedio de 480 frutos, con floración en mayo y fructificación a mediados de junio. Estos datos fenológicos son esenciales para definir calendarios de recolección de semillas, conservación y establecimiento de viveros, adaptados a condiciones de hábitat local.

Esta especie se desarrolla en rangos altitudinales de 1600 y 2800 msnm en bosques premontanos húmedos y montanos, estando en bosques nublados con temperaturas promedio anuales que oscilan entre 16 y 22 °C y precipitaciones entre 1 000 y 3 000 mm, distribuidas de manera regular durante el año (Palacios Herrera, 2025; Vásquez et. al.,2012). En tanto que Reyes Andrade (2024) menciona que esta especie se desarrolla mejor en suelos fértiles, bien drenados con textura franco-arenoso o franco-limoso, con pH neutros o ligeramente ácidos.

Con las características botánicas que se presenta esta especie ayuda bastante con suelos erosionados, degradados etc. La tinta que sale del fruto

también es muy utilizada para tinturas, dando un color marrón oscuro esto dependiendo de la madurez del fruto. Guerra-Buenaño, et.al.(2022) investigaron el uso de diferentes partes de la planta de nogal, incluyendo corteza, hojas y fruto, para el tinturado natural de fibra de alpaca.

1.2.2. Especies con las que se asocia y ecosistemas relevantes

En Ecuador, su distribución incluye la vertiente oriental y occidental de los Andes y valles interandinos, particularmente en provincias como Imbabura, Loja y Azuay. *Juglans neotropica* Diels forma parte de los bosques montanos nublados, conviviendo con especies como *Cedrela montana*, *Podocarpus spp.* y *Ocotea spp.* (Vásquez et al., 2012). “También son compatibles con Fabáceas, Moraceae y Urticaceae, *Juglans neotropica* Diels es una especie con propiedades alelopática esta condición ecológica es fundamental para el diseño de estrategias adecuadas de manejo silvicultural, conservación y restauración” (Woll, Reynel, Palacios Ramos, Hermoza y Chavez 2023).

1.2.3. Usos

Principalmente la madera tiene trabajabilidad el nivel de dureza esta entre media a alta, sus usos son para muebles, ebanistería de alta calidad y es apetecida por los escultores para realizar artesanías en tallando, tiene una coloración marrón oscuro su corteza tiene grietas longitudinales muy visibles (Guerrón, et al., 2024). En tanto que Villota G. et al. (2024) mencionan que la madera presenta densidad básica de 0,42, contracción volumétrica del 14,16 %, y responde bien en ensayos de mecanizado, curvado, encolado y acabado. Gómez, Toro y Piedrahita (2013) destacan la importancia de la madera en artículos como instrumentos musicales por su color y acabados, así mismo por su fácil torneado.

1.3.Propagación

1.3.1. Propagación sexual

Para este tipo de propagación se realiza mediante la semilla obtenida de frutos maduros, estos directamente del árbol o del suelo, ya que, al estar maduros caen por si solos. Las semillas presentan latencia debido a la dureza de la testa, lo que dificulta su germinación, si no se realiza tratamientos pregerminativos el tiempo de germinación se vuelve muy largo (Esparza Terán, 2023).

“Para obtener resultados más rápidos de germinación las semillas entran en remojo en agua por varios días, escarificación mecánica (lijado) o exposición a temperaturas controladas de 40 °C durante 2 horas, lo cual mejora significativamente la absorción de agua y oxígeno” (Cué García et al., 2024).

1.3.2. Propagación asexual

Esta propagación principalmente se da por injertos y esquejes, estas técnicas permiten heredar las características genéticas del árbol plus o del que se desee obtener clones. El injerto de yema y el injerto de púa son los métodos más comunes, siendo el injerto de yema utilizado principalmente en viveros debido a su alta tasa de éxito y rapidez en la formación del brote (Palacios Herrera y Márquez Armijos, 2024).

1.4. Importancia

1.4.1. Económica

Juglans neotropica Diels es potencial económico significativo en comunidades andinas gracias a su triple valor comercial como las nueces, madera y tintura que se obtiene del Mesocarpo del fruto. Las nueces ofrecen un producto gastronómico rico en sabor y una cultura que se sigue valorando, lo que ha permitido estructurar cadenas de valor en agroforestería sustentable y aumentar los ingresos rurales (Ministerio de Ambiente de Ecuador [MAE] en el Proyecto ConBosque, 2025). Se señala que la madera, investigaciones en la provincia de Carchi confirman que la

madera del nogal andino posee densidad y trabajabilidad óptimas para muebles finos y revestimientos decorativos, generando precios superiores dada su demanda especializada. Además, como materia prima para tintes naturales provenientes de su corteza, hojas y frutos se ha identificado una alternativa económica creciente en mercados artesanales, aumentando el valor agregado de la producción.

(Toro Vanegas y Roldán, 2018). Realizo estudios en Ecuador donde destaca que la madera y los productos derivados del nogal andino ofrecen mayores retornos si se integran prácticas silviculturales apropiadas y se canalizan hacia mercados premium. Requiere de una inversión inicial en capacitación y certificación, la diversificación de productos convierte a *Juglans neotropica* Diels en una opción rentable para la economía rural sostenible.

1.4.2. Importancia social

Juglans neotropica Diels, posee una gran importancia socioeconómica en las comunidades andinas, ya que es una especie utilizada para satisfacer diversas necesidades relacionadas con la economía familiar. Parafraseando a Crespo y Ordoñez (2021) “Su madera es altamente apreciada por su calidad y durabilidad, por lo que es empleada en la elaboración de artesanías y otros productos por parte de pequeños productores y artesanos, constituyendo una fuente de ingresos para las poblaciones locales”. Además, “esta especie se ha convertido en un eje central para programas de reforestación y restauración ecológica comunitaria, donde la participación local en viveros, plantaciones y manejo forestal refuerza el sentido de pertenencia, conservación y transmisión del conocimiento ancestral” FINES, P.D.M.F.C 2025 citado en Arias et al., (2020).

Juglans neotropica Diels, puede recuperarse mediante campañas educativas impulsadas por las instituciones vinculadas que promueven la gestión ambiental y la conservación de los recursos naturales. Asimismo, la implementación de prácticas de agroforestería comunitaria contribuye al

fortalecimiento de las capacidades locales y fomenta alternativas sostenibles para el manejo, uso y conservación de esta especie.

1.4.3. Importancia ambiental

Juglans neotropica Diels cumple un rol ambiental crucial en los ecosistemas andinos, especialmente en la conservación y mejoramiento de suelos. Esta especie, al ser caducifolia, aporta grandes cantidades de hojarasca rica en nutrientes durante la estación seca, lo que contribuye a la formación de materia orgánica, mejora la retención de humedad y favorece la actividad microbiana del suelo. Además, su sistema radicular contribuye a la estabilización de taludes, lo que ayuda a prevenir la erosión hídrica superficial. De igual manera, estos árboles son utilizados en sistemas y prácticas agroforestales, ya que favorecen la mejora de la estructura del suelo y facilitan la regeneración natural de otras especies vegetales. Sierra et.al 2010 Por esta razón, *Juglans neotropica* Diels, es considerada una especie importante en procesos de restauración forestal, contribuyendo a la resiliencia y sostenibilidad de los ecosistemas andinos del Ecuador.

1.5. Plagas que afectan a la especie

1.5.1. *Gretchena garai* (Generalidades)

Esta es una de las principales plagas que afecta directamente a su crecimiento, y en muchas ocasiones si no se realiza o aplica un tratamiento biológico o químico puede causar la muerte, “*Gretchena garai* pertenece a los lepidópteros, un barrenador que afecta principalmente la yema apical de la planta afectando al desarrollo y crecimiento de esta, como también bifurcando el tallo a muy temprana edad de la planta”, Toro V. y Roldán R. (2018) afirma que esta última se ha definido como la que más afecta el crecimiento de la especie.

1.5.2. Ciclo de vida

El ciclo de vida de esta plaga empieza (64 días: huevo = 8 días, larva = 30 días, pupa = 19 días y adulto = 7 días). *Gretchena garai* sigue un ciclo

en donde empieza por huevo, aquí la hembra deposita los huevos en hoja o ramas jóvenes de *Juglans neotropica* Diels, el periodo de incubación puede variar, esto dependiendo de la temperatura y la humedad del sitio. En la fase larvaria, al momento de eclosionar estas empiezan alimentarse de los brotes terminales del *Juglans neotropica* Diels, así perforando y destruyendo los tejidos jóvenes, causando la deformación de este seguido de su muerte regresiva de brotes. Esto llevando a una bifurcación en la planta (Ortega, 2007).

En la fase de pupa esta larva busca refugio en hojas enrolladas para formar una pupa, aquí es donde se evidencia la metamorfosis, este proceso puede durar entre tres semanas, dependiendo de las condiciones ambientales. “El adulto emerge de la pupa, siendo una pequeña polilla de coloración verdosa, estos tienen pocos días vida, donde se busca reproducir lo más rápido para comenzar nuevamente el ciclo” (Gara y Onore 1989).

1.6. Manejo silvicultural

1.6.1. Importancia

El manejo silvicultural en una plantación es de suma importancia, para que las plantas desde su inicio no tengan dificultad en desarrollarse, realizando limpieza, fertilización foliar y edáfica, riego, coronamiento, a medida que van avanzando en el crecimiento dar prioridad a las plantas que se encuentran en mejor estado, para los raleos se tomando criterios como plantas enfermas, pequeñas o se encuentran en una muerte descendente, así mismo las podas realizarlas a tiempo para que el tallo crezca recto y no tenga cicatrices en el fuste por una poda mal realizada, bajando la calidad de la madera (Barrette, Achim et.al 2023; Cueva, 2018; Cuéllar y Ramos, 2024). Díaz Bravo et al. (2007) indica que la utilización del raleo ayuda en la regulación de la competencia entre los individuos por luz y nutrientes.

1.6.2. Podas y Raleos

“Las prácticas silviculturales como el raleo, la poda y el control de malezas favorecen la sanidad del cultivo así mismo un árbol bien manejado presenta menor riesgo ataques de insectos barrenadores” (Mediavilla et al. 2023 y Palacios y Cornejo, 2006)

Özkan (2023) menciona que “el monitoreo fitosanitario regular es fundamental en la gestión y prevención de plagas forestales mediante el manejo silvicultural dentro del manejo silvicultural esta las plagas que afecta a *Juglans neotropica* Diels.”

1.6.3. Riego y Limpieza

El manejo eficiente del riego y la limpieza en plantaciones forestales es fundamental para garantizar el buen desarrollo de las plántulas, especialmente en etapas tempranas. Diversos estudios “han demostrado que la irrigación constante, combinada con la fertilización adecuada, mejoras significativamente variables como la altura, el peso seco total y el índice de calidad de Dickson en especies nativas utilizadas para restauración, como *Swietenia humilis*, *Cedrela odorata* y *Ceiba pentandra*” (Lanuza-Lanuza, Vílchez- Mendoza & Casanoves, 2021). “Estas prácticas fortalecen tanto la estructura aérea como radicular, reducen la esbeltez de las plantas y aumentan su resistencia al estrés post trasplante”. Por otro lado, “la limpieza del sustrato especialmente la eliminación de malezas y competencia por agua y nutrientes es clave para evitar el debilitamiento fisiológico de las plántulas, permitiendo un desarrollo más vigoroso del sistema radicular y una mayor tasa de supervivencia en campo” (Lanuza-Lanuza et al., 2021). En conjunto, el riego adecuado y las labores de limpieza forman parte de un manejo silvicultural integral que mejora notablemente la calidad y viabilidad de las especies forestales, tanto en vivero como en su establecimiento definitivo.

1.7. Manejo integral de la plaga

En el manejo de plagas, se puede elegir una estrategia principal, como el uso de químicos, prácticas culturales, control biológico o variedades de

cultivos resistentes. En sistemas donde el control biológico es la base, a menudo se necesita una variedad de enemigos naturales para combatir distintos tipos de plagas. (Badii, Cerna Chávez y Landeros Flores, 2007).

En plantaciones forestales se presenta un problema, como lo son las plagas, insectos, arácnidos, etc., si no se lleva un control adecuado pueden afectar considerablemente al desarrollo de la planta, el incrementar un manejo integral de plaga es de suma importancia y con ello trabajar en una manera armónica, sin afectar la calidad de la planta (Badii, Cerna Chávez y Landeros Flores, 2007; James, J. N. (2022).

1.7.1. Tratamientos aplicados contra *Gretchena garai*

“Existen varios tipos de tratamientos biológico o químico, o los dos juntos, los tratamientos biológicos son más amigables con el medio ambiente” Bai, Wang, y Yuan (2023) el control biológico tiene cierto efecto en el control de plagas y es económico, el control biológico es uno de los métodos importantes de control de plagas forestales.

Navarrete y Ruiz (2024), evaluaron estrategias de manejo integrado para el control de esta plaga, incluyendo métodos mecánicos, biológicos y químicos, con resultados variables dependiendo de la intensidad de infestación y las condiciones del sitio, los tratamientos biológicos son presentan un equilibrio a largo plazo con el ecosistema, minimizan daños, los tratamientos químicos dan una reacción más rápida frente al invasor pero trae consigo mayor gasto económico y presenta daños al ecosistema y los tratamientos mecánicos presentan cambio al instante, pero este es mejor aplicar cuando la planta está en su estado inicial.

1.7.1.1. Extracto de limón (*Limoneno*)

El uso de cáscaras de mandarina (*Citrus reticulata* L.) se presenta como una alternativa ecológica frente a los plaguicidas sintéticos en el manejo de plagas agrícolas. Su aplicación contribuye a la conservación de insectos benéficos como abejas y mariquitas, favoreciendo el equilibrio del ecosistema agrícola, este extracto puede reducir significativamente la

población de las plagas. En este sentido, el aprovechamiento de residuos agroindustriales como las cáscaras de mandarina no solo optimiza recursos, sino que también promueve prácticas agrícolas más amigables con el ambiente y alineadas con los principios de la bioeconomía circular (Pais-Chanfrau et al., 2025).

1.7.1.2. Tratamiento orgánico + químico

“La aplicación de un tratamiento orgánico compuesto por ají (*Capsicum pubescens*), panela y floripondio (*Brugmansia arborea*) ha mostrado resultados positivos en el control de plagas y el mejoramiento del desarrollo vegetal en cultivos agrícolas”. Macías-Zambrano y Sornoza- García (2016) “evaluaron el uso de un insecticida orgánico preparado a base de ají en el cultivo de pimiento (*Capsicum annum*), logrando una reducción significativa en la población de trips (*Frankliniella occidentalis*) sin recurrir a pesticidas químicos”. Por su parte, Sáenz Fuentes (2013) señaló que la panela granulada, al ser rica en azúcares y minerales, mejora la estructura del suelo y estimula la actividad microbiana, aportando nutrientes de liberación lenta que benefician el crecimiento de las plantas. Aunque los estudios sobre floripondio (*Brugmansia arborea*) aún son limitados, su inclusión como enmienda vegetal en preparaciones orgánicas puede favorecer la retención de humedad, enriquecer la materia orgánica del suelo y potenciar la eficacia de otros ingredientes naturales. “En conjunto, esta mezcla representa una alternativa agroecológica efectiva para el manejo integrado de cultivos, combinando control natural de plagas, bioestimulación del suelo y sostenibilidad productiva”.

1.7.1.3. Tratamiento orgánico (Aloína)

La aloína, un compuesto bioactivo presente en el látex de las hojas de Aloe vera, ha demostrado tener múltiples aplicaciones beneficiosas en el ámbito agrícola y fitosanitario. Cuando se extrae de forma natural, mediante cortes controlados de las hojas y sin el uso de solventes sintéticos, conserva mejor sus propiedades antimicrobianas, antifúngicas y antioxidantes, lo que la convierte en una alternativa ecológica para el manejo de patógenos en cultivos. Diversas investigaciones han señalado que la aplicación de extractos

naturales de aloína mejora la resistencia de las plantas frente a hongos fitopatógenos como *Fusarium* spp. y *Pythium* spp., reduciendo la incidencia de enfermedades radiculares y foliares (Kumar et al., 2020). Además, estudios recientes destacan que su uso puede estimular la actividad enzimática y la síntesis de compuestos fenólicos en las plantas, fortaleciendo su sistema inmune y promoviendo un crecimiento más saludable sin efectos tóxicos sobre el ambiente ni el suelo (Choudhary y Singh, 2021). Por tanto, la aloína representa una herramienta natural con gran potencial en la agricultura sostenible y el manejo integrado de cultivos.

1.7.1.4. Tratamiento orgánico (Alucina)

La alucina, también conocida como alicina, es un compuesto organosulfurado presente en el ajo, que se forma cuando la aloína entra en contacto con la enzima alinasa, como ocurre al cortar o machacar los dientes de ajo. Este compuesto es ampliamente reconocido por sus propiedades antimicrobianas, antifúngicas y antioxidantes, lo que lo hace útil tanto en medicina natural como en agricultura. En el contexto de las plantas, la aplicación de extractos ricos en alucina ha mostrado eficacia en el control de enfermedades causadas por hongos patógenos como *Botrytis cinerea* y *Rhizoctonia solani*, sin provocar efectos secundarios dañinos en el medio ambiente (Ríos et al., 2015). Además, la alucina puede actuar como bio fungicida natural, ayudando a reducir el uso de productos químicos sintéticos en cultivos hortícolas y ornamentales. También se ha observado que estimula mecanismos de defensa en las plantas al inducir la producción de compuestos fenólicos y enzimas relacionadas con la resistencia sistémica adquirida Astha, & Sekhon, P. S. (2021).

1.8. Investigaciones realizadas

Navarrete y Ruiz (2024) evaluaron medidas de control de *Gretchena garai* en una plantación de *Juglans neotropica* Diels, el tratamiento biológico más químico y el mecánico más insecticida presentaron diferencias significativas.

Casamiquela et al. (2014). Aplicaron un método eficaz de propagación y manejo silvicultural basado en buenas prácticas forestales, agrícolas y ambientales para aumentar las poblaciones de *Juglans neotropica* Diels, generando el mínimo impacto ambiental y garantizando la calidad de los productos. Ortega Montenegro (2007) Investigó la incidencia del barrenador *Gretchena garai* en plantaciones puras y mixtas con Leucaena (*Leucaena leucocephala*), Cholán (*Tecoma stans*) Guarango (*Caesalpinia spinosa*) y Molle (*Schinus molle*), halló diferencias significativas en sitio con mayor humedad presentó hasta 92 % de infestación, frente a solo 7 % en sitio seco.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Tipo de investigación

La investigación sobre medidas de control de *Gretchena garai* y manejo silvicultural en una plantación de *Juglans neotropica* Diels, en el campus Yuyucocha – Ibarra, se basa en un enfoque mixto, ya que combina métodos cuantitativos y cualitativos para obtener una comprensión integral del problema. Su aspiración es aplicada, pues busca generar soluciones prácticas para el control de la plaga y mejorar las prácticas silviculturales. El alcance es explicativo, orientado a identificar las causas y efectos de la incidencia de *Gretchena garai* en el desarrollo de la especie forestal. El diseño de investigación es experimental, dado que se implementó tratamientos. Además, se trata de una investigación de campo, realizada directamente en la plantación del campus Yuyucocha, y de carácter sincrónico, ya que se desarrollará en un periodo de tiempo determinado para analizar los resultados en un momento específico.

2.2. Ubicación del área de estudio

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

- Ubicación geográfica: El campus Yuyucocha se encuentra a una latitud de 00° - 21' - 53'' N, una longitud de 78° - 06' - 32'' W y una altitud de 2243 msnm (Cadena y Enríquez, 2013). (Figura 1)

Figura 1

Ubicación del campus Yuyucocha.



-Límites

Norte: Calle Armando Hidrobo

Sur: Avenida Capitán José Espinoza de los Monteros y Calle hermano

Miguel Este: Calle Flores Rúaes

Oeste: Lahar natural de Imbabura

2.3. Caracterización edafoclimática del lugar

2.3.1. 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).

2.3.2. 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)

2.4. Materiales, equipos y software

Los materiales, equipos, insumos y software que se utilizaron en el desarrollo de la investigación están descritos en la Tabla 1.

Tabla 1

Materiales, equipos, insumos y Software que se usara

Materiales	Equipos	Insumos	Software
Machete	Calibrador pie de rey	Químico (Insecticida)	ArcGIS 10.8
Podadora	GPS	Fertilizante	Microsoft Excel
Martillo	Balanza electrónica	Plantas de <i>J. neotropica</i>	Infostat
Palancón	Computadora	Biológico (Macerado)	Microsoft Word
Azadón	Cámara fotográfica		Power point
Cinta métrica			
Flexómetro			
Libreta de campo			
Regleta			

2.5. Métodos técnicas e instrumentos

2.5.1 Diseño experimental

El experimento se desarrolló en la plantación de *Juglans neotropica* Diels establecida en el campus Yuyucocha, que tiene las siguientes características: 233 plantas de nogal, en un área de 2592 m². en la cual se aplicó el diseño cuadrado latino, tomando en cuenta las fuentes de variación de la sombra de los árboles que se encuentran en lindero y la pendiente del terreno.

2.5.1.1 Características del experimento

El ensayo tuvo las siguientes características (Tabla 2)

Tabla 2

Características del experimento

Características	Nº
Fila	4
Columnas	
Tratamientos	4
Unidades experimentales	16
Numero de plantas por unidad experimental (Ver tabla 3)	

Tabla 3*Número de plantas por unidad experimental*

Tratamientos	Repeticiones (Unidades Experimentales)	Fila	Columna	Número de plantas
A	1	1	1	17
A	2	2	4	9
A	3	3	2	14
A	4	4	3	16
B	1	1	3	15
B	2	2	2	14
B	3	3	1	18
B	4	4	4	14
C	1	1	4	13
C	2	2	2	17
C	3	3	1	16
C	4	4	2	17
D	1	1	2	13
D	2	2	3	12
D	3	3	4	16
D	4	4	1	12
Total				232

2.5.1.2 Tratamientos

Los tratamientos aplicados en la investigación se describen en la tabla 4.

Tabla 4

Tratamientos aplicados

Tratamientos	Nombre	Código	Descripción
			Limoneno: Extracto de limón.
A	Extracto natural 1	Ext.nat.1	
			Orgánico: Extracto de la flor de floripondio, ají, ortiga, panela. Esto se cocinó en 10 litros de agua, 10 flores de floripondio, 1 libra de ají, 3 libras de ortiga, y 4 ladrillos de panela. Este extracto se lo selecciono ya que anteriormente se trabajó con este y dio buenos resultados Navarrete y Ruiz (2024).
B	orgánico químico	+ Org+Quim	Químico: Cañón, de este se aplicó una cucharada por cada bomba. Composición y formulación: Chlorpyrifos 500g/l; Cypermethrin 50g/l (Agroquim [ACL], 2025).

C	Extracto natural 2	Ext.nat.2	<p>Aloína: Extracto de ajo, en 20 litros de agua hirviendo se aplicó 200 dientes de ajo, 10 por cada litro de agua, y esto se dejó hervir por 10 minutos junto a hojas de laurel, luego de cernir la mezcla y dejar reposar, se agregó jabón líquido neutro. Este extracto fue elegido debido a que posee compuestos azufrados del ajo y los aceites esenciales del laurel, que actúan contra plagas como mosca blanca (Corrales Castillo et al., 2018).</p>
D	Extracto natural 3	Ext.nat.3	<p>Alucina: Para la preparación de este extracto se utilizaron 30 hojas de sábila, las cuales fueron cortadas y colocadas en 20 litros de agua, dejándolas reposar durante 24 horas. Este tratamiento fue considerado debido a que el extracto de sábila presenta un sabor amargo y un olor intenso, características que actúan como repelente natural para diversos insectos. Zhang, Yang, Zhang y Luo (2013).</p>

Los tratamientos se aplicaron por dos ocasiones con un periodo de tres meses cada aplicación

En este estudio no se incluyó un tratamiento testigo, debido a que toda la plantación se encontraba afectada por la plaga *Gretchena garai*. En estas condiciones, la inclusión de un testigo sin tratamiento no permitiría realizar una comparación adecuada con los tratamientos evaluados, ya que este presentaría inevitablemente el mayor nivel de infestación por la plaga, lo que limitaría la validez de la comparación experimental.

2.5.1.3 Distribución de los tratamientos en el campo

La distribución de los tratamientos en el campo se observa en la tabla 5.

En las columnas superiores se tomó en cuenta la sombra de los linderos, como la pendiente del terreno.

Tabla 5

Distribución de tratamientos en campo

Bloque I	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4
A	C	B	D
D	B	A	C
B	D	C	A
C	A	D	B

2.5.1.4. Modelo estadístico

Para el estudio se aplicó el siguiente modelo estadístico

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \tau(k) + \epsilon_{ij}$$

Donde:

- μ : La medida común

- α_i : El efecto de la hilera.
- β_j : El efecto de la columna.
- τ_k : El efecto del tratamiento (k).
- ϵ_{ij} : Error experimental.

2.5.2. Instalación del experimento

En la plantación de *Juglans neotropica* Diels se implementaron prácticas de manejo silvicultural, tales como raleos y podas, además de la evaluación de variables cuantitativas y cualitativas del crecimiento. Así mismo, se aplicaron medidas de control fitosanitario para el manejo de *Gretchena garai*, con el fin de garantizar el adecuado desarrollo de la plantación.

Limpieza del área, fue con ayuda de moto guadaña se realizó la limpieza de toda la plantación.

Raleos, para realizar esta actividad se tomó como referencia a plantas bifurcadas, pequeñas o muertas.

Podas, para esto se dejó un solo tallo de la planta, se podaron ramas más pequeñas o las que se encontraron con mayor presencia de *Gretchena garai*.

Evaluación de variables cuantitativas y cualitativas, estos datos se los tomó al inicio de la investigación cada tres meses, en tres ocasiones.

2.6. Operacionalización de las variables

Objetivo 1.

Dentro del protocolo de manejo silvicultural en plantación de *Juglans neotropica* Diels se llevó a cabo las siguientes actividades.

- **Raleo sanitario:** En el área de plantación de *Juglans neotropica* Diels se

tiene un total de 384 plantas, a las cuales se aplicó un raleo sanitario considerando los siguientes parámetros técnicos: plantas pequeñas, con bifurcaciones, que se encuentren con mayor afectación de la plaga. Una vez evaluada la plantación, se realizó un raleo sanitario de un 39% (151 plantas que se eliminaron), quedando un total de 233 plantas para el ensayo. Para esto se necesitó una cierra, cortando el tallo al a nivel del suelo

- **Poda sanitaria:** Se realizó la poda, dejando un solo tallo en mejores condiciones de sanidad, con ayuda de una tijera podadora.
- **Limpieza y coronamiento:** Esta labor cultural se realizó con la finalidad de favorecer el desarrollo óptimo de la planta y reducir las condiciones que propician el aumento de la plaga. Para ello, se utilizó un azadón
- **Fertilización:** Esta actividad se la realizo para que la planta se desarrolle mejor con mas nutrientes.

Hay que tomar en cuenta que las actividades mencionadas anteriormente se aplicaron a toda la plantación.

- **Variables cuantitativas:** Las variables consideradas para analizar el crecimiento se describen a continuación. Estas fueron evaluadas durante un período de seis meses, tomando como referencia datos iniciales registrados al inicio del estudio.
- **Altura total:** Para esto se necesitó la ayuda de una cinta métrica (cm), se midió la altura comprendida entre la base del cuello hasta el ápice de la planta.
- **Diámetro basal:** Se necesitó la ayuda de un calibrador pie de rey (mm), se midió a partir de la base del cuello de la planta.
- **Diámetro de copa:** Se necesito la ayuda de una cinta métrica (cm), se midió la distancia entre los extremos de la copa en dos direcciones diferente.

Objetivo 2.

- **Evaluación de la incidencia de la plaga:** Al inicio y al final del tiempo de la investigación del ensayo, se evaluó la presencia de la plaga, tomando en cuenta sus estadios: huevo, larva, pupa, adulto

Tabla 6

Escala de incidencia de la plaga

Incidencia de la plaga	
Huevo	1
Larva	2
Pupa	3
Adulto	4

- **Estado fitosanitario**

Se evaluó el estado de las plantas con los siguientes parámetros cada 3 meses (Tabla 7): Estado fitosanitario según: (García & Hernández, 2008).

En función a los parámetros de evaluación cualitativa en campo se tomaron en cuenta 3 parámetros:

Regular	3
Sano	4
Excelente	5

No se evalúan árboles enfermos ni débiles

Tabla 7

Parámetros de evaluación

Parámetros	Escala nominal	Estado de las plantas
-------------------	-----------------------	------------------------------

Regular	3	Presencia de una infección, galerías u orificios, lo que puede significar presencia de insectos.
Sano	4	Plantas con cierto grado de infección y baja área foliar
Excelente	5	Planta sana sin ninguna afectación visible

2.7 Procedimiento y análisis de datos

Para esta investigación se realizó pruebas estadísticas, a fin de comprobar si existe normalidad se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk y la prueba de homocedasticidad se utilizó la prueba de Levene, Esto para variables cuantitativas si los supuestos no se cumplen, se normalizaron los datos, una vez normalizados los datos se realizó el análisis de varianza adecuado para el diseño cuadrado latino si la diferencia es significativa se realizará una prueba de Tukey para conocer cuál es el mejor tratamiento. Por otra parte, para variables cualitativas como estado fitosanitario e incidencia de la plaga se utilizó pruebas no paramétricas como Kruskal Wallis

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Protocolo de manejo silvicultural en la plantación de *Juglans neotropica* Diels

Para evaluar las variables cuantitativas del nogal se implementó un protocolo de manejo silvicultural a todas las plantas.

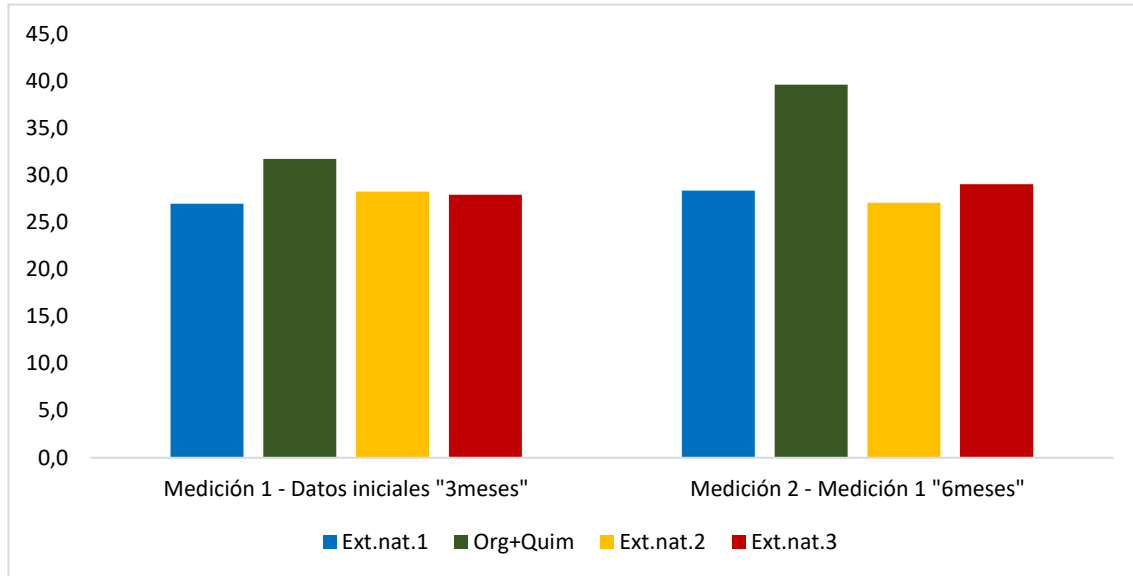
- **Raleo sanitario:** Luego de aplicar esta actividad silvicultural se realizó un raleo sanitario de un 39% (151 plantas que se eliminaron) dejando un total de 233 plantas para el ensayo.
- **Poda sanitaria:** A las plantas que quedaron después del raleo sanitario se realizó la poda, dejando en un mejor estado.
- **Limpieza y coronamiento:** Esta labor cultural se la aplicó a las 232 plantas, esto para que la planta guarde humedad y a la hora de la fertilización brinde mejores condiciones de efectividad.
- **Fertilización:** Previo a realizar la fertilización se tomó en cuenta el análisis de suelo que fue realizado en el sitio anteriormente, con estos resultados se realizó el plan nutricional de la planta y se aplicó la cantidad de 150g a cada planta del fertilizante 10-30-10.

3.1.1. Variable Altura

Las plantas de *Juglans neotropica* Diels aplicado los tratamientos y manejo silvicultural mostraron una tendencia de incremento progresivo durante el período de evaluación. Se evidenció que el tratamiento Orgánico + Químico obtuvo el valor mayor en incremento (7.9cm) con respecto altura, seguido por el tratamiento Extracto natural 3. Estos resultados indican que el tratamiento Orgánico + Químico tuvo un mejor desarrollo en comparación con los demás (Figura 2).

Figura 2

Incremento en altura (cm) con respecto al manejo silvicultural en la plantación



Nota: Ext.nat.1: Extracto de limón; Org+Quim: Extracto de floripondio, ortiga, ají +Químico “Cañón”; Ext.nat.2: Extracto de ajo; Ext.nat.3: Extracto de sábila.

Según la prueba de Tukey (Tabla 9) muestra estadísticamente que no hay diferencia significativa entre los tratamientos aplicados contra *Gretchena garai*.

Tabla 8

Prueba de Tukey incremento en altura en plantas de Juglans neotropica

Tratamientos	Medias	Error estándar
Ext.nat.2	27,05 A	0,5
Ext.nat.1	28,35 A	0,5
Ext.nat.3	29,05 A	0,5
Org+Quim	39,6 A	0,5

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

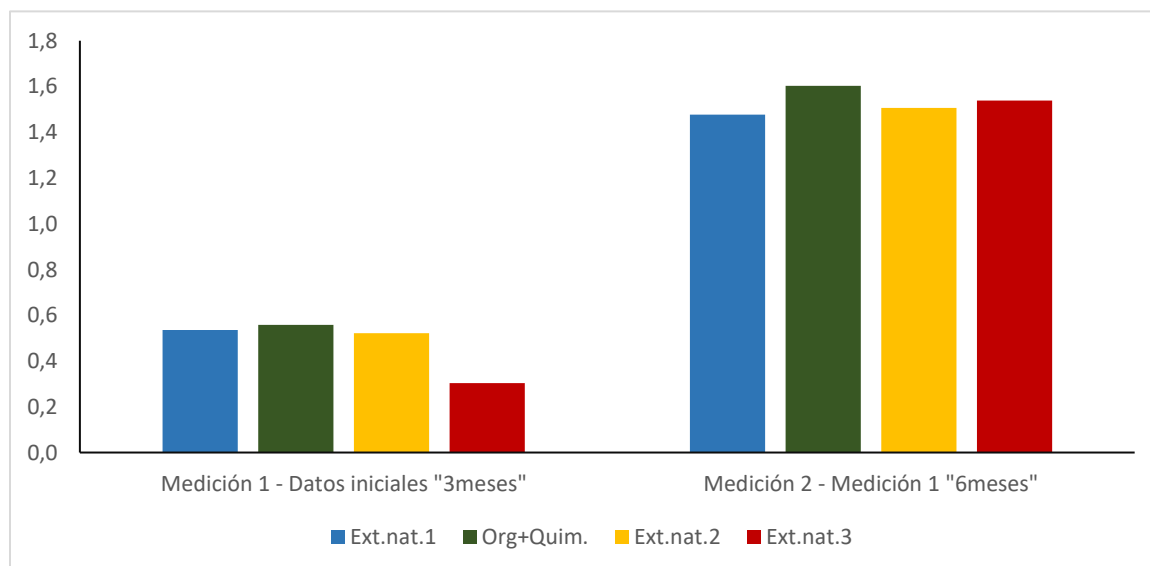
Investigaciones de Navarrete y Ruiz (2024) concluyeron que los tratamientos con manejo natural controlado mejoran el crecimiento de la especie, lo que concuerda con lo aplicado en la presente investigación que fue: tratamiento Quim + Org; Orgánico (Extracto de floripondio, ortiga, ají) + Químico: (Cañón). Quispe, A. (2010) menciona que en sus estudios sobre plantaciones de *Juglans neotropica* Diels en los Andes, señala que el manejo de la densidad mediante raleos oportunos es fundamental. Al reducir la densidad foliar, los resultados muestran que un protocolo de manejo silvicultural junto con un tratamiento adecuado favorece el incremento en altura con respecto a la planta, además las prácticas como el raleo y la poda puede reducir el refugio de diferentes plagas

3.1.2. Variable Diámetro basal

En las plantas de *Juglans neotropica* Diels se evaluó el diámetro basal, mostrando un incremento durante el periodo de evaluación. Se observó que el tratamiento Orgánico + Químico obtuvo el valor con más incremento (1cm) seguido del tratamiento Extracto natural 3 con un incremento de (1.24cm) (Figura 3)

Figura 3

Incremento en diámetro basal (mm), en plantas de Juglans neotropica



Nota: Ext.nat.1: Extracto de limón; Org+Quim: Extracto de floripondio, ortiga, ají +Químico “Cañón”; Ext.nat.2: Extracto de ajo; Ext.nat.3: Extracto de sábila.

Según la prueba de Tukey (Tabla 10) muestra estadísticamente que no hay diferencia significativa.

Tabla 9

Prueba de Tukey incremento en diámetro basal en plantas de Juglans neotropica Diels.

Tratamientos	Medias	Error estadístico
Ext.nat.1	1,5 A	0,5
Ext.nat.2	1,51 A	0,5
Ext.nat.3	1,54 A	0,5
Org+Quim.	1,6 A	0,5

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

Veintimilla (2024) señala que el crecimiento sostenido de *Juglans neotropica* Diels, tanto en diámetro como en altura, está determinado por la interacción entre una adecuada calidad genética y un manejo silvicultural eficiente. Este planteamiento es consistente con los resultados obtenidos en la presente investigación, donde el tratamiento orgánico + químico evidenció el mayor incremento en el diámetro basal.

En la misma línea, Ávila (2024) sostiene que la aplicación de prácticas silviculturales contribuye significativamente al mejoramiento del vigor de las plantas, incrementando su tasa de crecimiento y favoreciendo aumentos sustanciales en el diámetro basal. Estos hallazgos refuerzan la importancia de implementar estrategias de manejo integrales para optimizar el desarrollo dendrométrico de la especie.

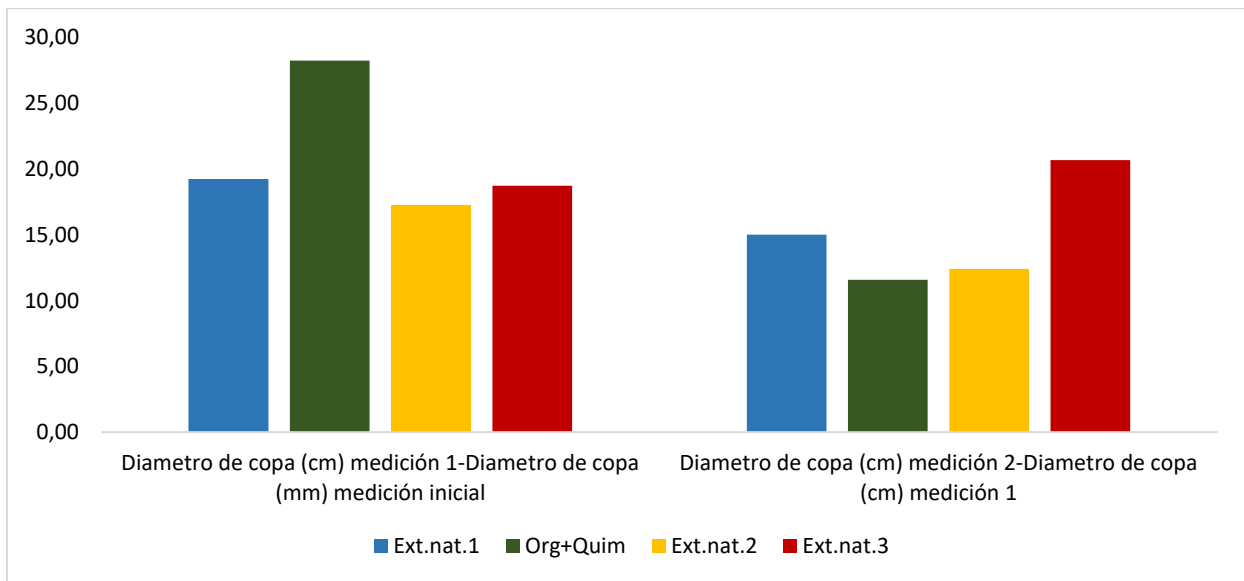
Esto demuestra que el manejo silvicultural adecuado del sitio es un componente fundamental en el crecimiento de *Juglans neotropica* Diels, especialmente cuando se busca mejorar la resistencia frente a afectaciones como el ataque de *Gretchena garai*,

3.1.3. Variable área foliar

En la plantación se evaluó el área foliar, indicando que el tratamiento Orgánico + Químico tiene mayor área foliar sin mayor diferencia a los demás tratamientos (Figura 4)

Figura 4

Diámetro de copa en la plantación Juglans neotropica Diels.



Nota: Ext.nat.1: Extracto de limón; Org+Quim: Extracto de floripondio, ortiga, ají +Químico “Cañón”; Ext.nat.2: Extracto de ajo; Ext.nat.3: Extracto de sábila.

Según la prueba de Tukey (Tabla 11) muestra estadísticamente que no hay diferencia significativa.

Tabla 10

Prueba de Tukey incremento de diámetro de copa en plantas de Juglans neotropica Diels.

Tratamientos	Medias	Error estadístico
T3	3,92 A	1,47
T1	4,52 A	1,47
T4	9,42 A	1,47
T2	10,23 A	1,47

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

El incremento del diámetro de copa observado en todos los tratamientos indica que el manejo silvicultural favoreció el desarrollo estructural de *Juglans neotropica* Diels, lo cual concuerda con estudios que señalan que prácticas silviculturales adecuadas mejoran la expansión de la copa al optimizar la captación de luz y reducir el estrés vegetal (Pretzsch et al., 2019). Así mismo, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, [FAO], (2020) destaca que el crecimiento de la copa es un indicador clave del vigor y la estabilidad fisiológica de las plantaciones forestales manejadas de forma sostenible. Los resultados presentados en la investigación mostraron un área foliar ideal durante la investigación, sin embargo, el tratamiento Extracto natural 3 presentó un incremento mayor, concordando con lo dicho por los autores anteriormente. Por otro lado, Altieri y Nicholls (2017) señalan que el manejo integrado, incluyendo prácticas de control de plagas y uso racional de insumos, contribuye a un mejor desarrollo vegetativo, lo que explica los resultados positivos obtenidos en el diámetro de copa bajo los diferentes tratamientos evaluados.

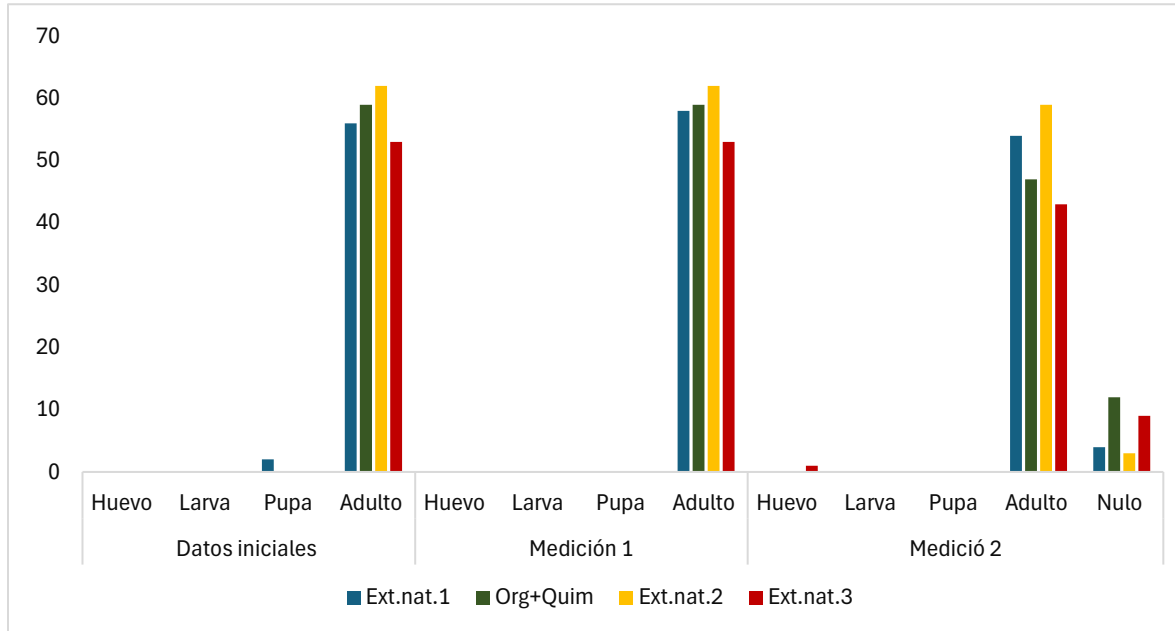
3.2. Efecto de los tratamientos en la incidencia de *Gretchena garai*

3.2.1. Variable evaluación de la incidencia de la plaga

En la plantación de *Juglans neotropica* Diels se evaluó la incidencia de la plaga en los diferentes estadios, indicando a tanto a los tres como a los seis meses, al aplicar el tratamiento Orgánico + Químico, tiene menor incidencia en el estadio adulto encontrándose mayor número de plantas sanas (12) de *Gretchena garai* seguido del tratamiento Extracto natural 3 (Figura 5).

Figura 5

*Presencia de la incidencia de la plaga *Gretchena garai* en plantación de *Juglans neotropica* Diels.*



Nota: Ext.nat.1: Extracto de limón; Org+Quim: Extracto de floripondio, ortiga, ají +Químico “Cañón”; Ext.nat.2: Extracto de ajo; Ext.nat.3: Extracto de sábila.

Según la prueba de Kruskal Wallis (Tabla 12) muestra estadísticamente que no hay diferencia significativa.

Tabla 11

*Prueba de Kruskal Wallis estadio de la plaga en plantas de *Juglans neotropica* Diels.*

Tratamientos	Medias	P-valor
Ext.nat.1	4A	0,4514
Org+Quim	4A	0,4514
Ext.nat.2	4A	0,4514
Ext.nat.3	4A	0,4514

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

Según un estudio realizado en una plantación mixta de *Juglans neotropica* Diels “*Tecoma stans* (cholan), *Caesalpinia spinosa* (guarango), *Leucaena leucocephala* (leucaena), *Schinus molle* (molle)” de 24 meses de edad por Ortega (2007) menciona que los resultados indican que aplicando tratamientos silvícolas existe menor incidencia de ataque, ya que ayuda a la disminución de follaje en los árboles permitiendo un mejor desenvolvimiento de la especie. Navarrete y Ruiz (2024) mencionan que los tratamientos que combinan la acción mecánica, poda y eliminación manual de larvas, con el uso selectivo de insecticidas presentan mejores resultados para disminuir la presencia de la plaga, lo que concuerda con la investigación donde el manejo silvicultural que se dio a toda la plantación y los tratamientos aplicados, siendo el tratamiento Orgánico + Químico el que presentó mejor resultado

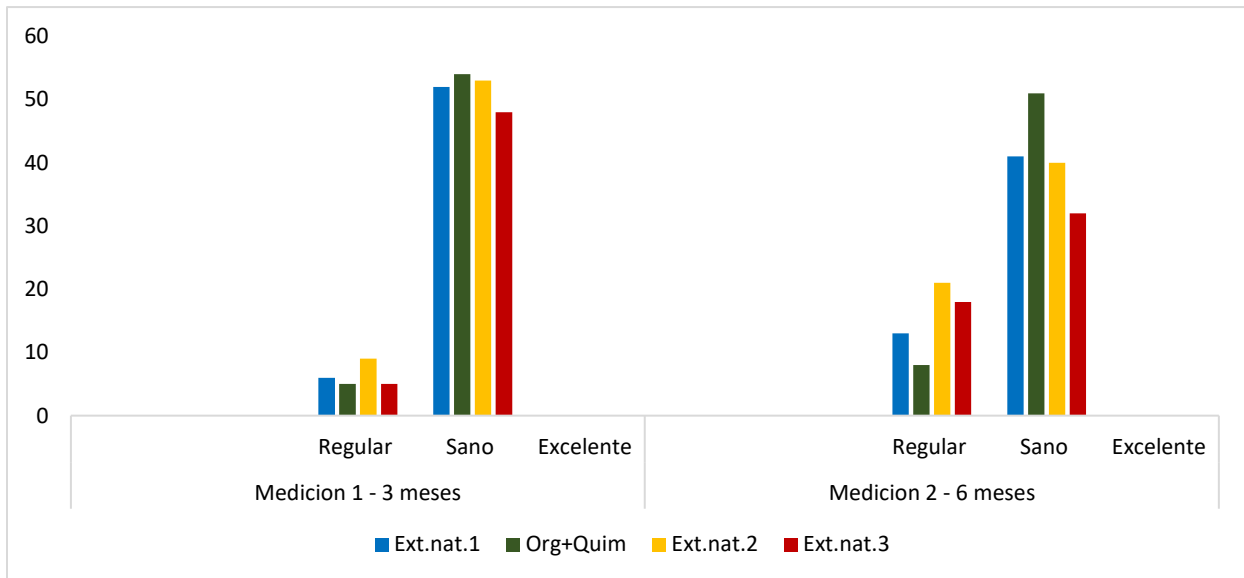
Las actividades silviculturales, tratamientos aplicados y las condiciones climáticas de precipitación, y temperatura que presentan en el área de estudio favorecieron a la reducción de la plaga

3.2.2. Variable estado fitosanitario

El estado fitosanitario se lo evaluó en la escala que se presenta a continuación. El tratamiento que dio mejor resultado fue el Orgánico + Químico (Figura 6)

Figura 6

Estado fitosanitario con relación a los tratamientos aplicados



Nota: Ext.nat.1: Extracto de limón; Org+Quim: Extracto de floripondio, ortiga, ají +Químico “Cañón”; Ext.nat.2: Extracto de ajo; Ext.nat.3: Extracto de sábila.

Según la prueba de Kruskal Wallis (Tabla 13) muestra estadísticamente que no hay diferencia significativa.

Tabla 12

Prueba de Kruskal Wallis estado fitosanitario de plantas de Juglans neotropica Diels.

Tratamientos	Medias	P-valor
Ext.nat.1	3,8	0,4514
Org+Quim	3,94	0,4514
Ext.nat.2	3,24	0,4514
Ext.nat.3	3,33	0,4514

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

El extracto natural 1 y el tratamiento Orgánico + Químico mostraron mayor número de plantas clasificadas como sanas, lo que coincide con lo dicho por Cárdenas et al. (2018), quienes demostraron que los extractos botánicos reducen el ataque de lepidópteros al inducir respuestas de defensa en las plantas. De igual manera, Sarria y Rodríguez (2020) destacan que el manejo silvicultural adecuado incluyendo riego, control de malezas y eliminación de material vegetal afectado mejora la resistencia estructural y fisiológica de especies. Además, estudios sobre *Juglans neotropica* Diels. realizados por Aguirre et al. (2019) señalan que esta especie responde positivamente a tratamientos orgánicos en fases juveniles, incrementando su vigor y reduciendo el estrés biótico.

La adecuada limpieza del área de la investigación fue de ayuda para que las plantas se mantengan en un mejor estado, ya que así reduce la incidencia del lepidóptero.0

CAPÍTULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

El implementar un protocolo de manejo silvicultural dio oportunidad a optimizar las condiciones en el desarrollo de la planta, incrementando en diámetro y altura, así mismo los resultados evidenciaron que las practicas silviculturales son una herramienta fundamental para una sostenibilidad de la plantación.

Se finalizó que los tratamientos aplicados contra *Gretchena garai* en la plantación de *Juglans neotropica* Diels estadísticamente no presentaron diferencia significativa, sin embargo, la combinación de tratamiento biológico más químico logro reducir la incidencia de la plaga, esto tuvo un impacto positivo en el estado fitosanitario de las plantas.

Recomendaciones

Se recomienda llevar un manejo silvicultural continuo en la plantación de *Juglans neotropica* Diels, incorporando nuevas técnicas para mejorar e incrementar crecimiento en diámetro, altura, como también en área foliar.

Considerar probar nuevos tratamientos biológicos y químicos para mejorar la sanidad de la planta y contribuya a su mejor desarrollo, así mismo aplicar las cantidades necesarias para no afectar a la planta.

Referencias bibliográficas

- Agroquim Cia. Ltda. (2025). Cañón: Insecticida formulado con Chlorpyrifos 500 g/L y Cypermethrin 50 g/L. Ficha técnica del producto.
- Aguirre, J., Morales, P., & Yáñez, R. (2019). Respuesta fisiológica y crecimiento inicial de *Juglans neotropica* bajo la aplicación de bioinsumos orgánicos. *Revista Forestal del Ecuador*, 15(2), 45–57.
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2017). *Agroecología: bases científicas para una agricultura sustentable*. Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología.
- ARANDA, José.; et al., "Toxicidad, actividad antioxidante in vitro e hipoglicemiante in vitro e in vivo del extracto acuoso de *Juglans neotropica* Diels (nogal peruano)". *Revista Peruana de Medicina Integrativa* [en línea], 2017, (Perú), vol. 1 (4), pág. 17. [Consulta: 2 julio 2024]. ISSN 2415-2692. Disponible en: Toxicidad, actividad antioxidante in vitro e hipoglicemiante.pdf (essalud.gob.pe)
- Astha, & Sekhon, P. S. (2021). *Biochemical basis of systemic acquired resistance induced by different systemic acquired resistance elicitors in Brassica cultivars challenged with downy mildew pathogen*. **Journal of Applied and Natural Science**, 13(1), 301–307
- Ávila López, M. F. (2024). Influencia de la fertilización en *Juglans neotropica* Diels plantado en estepa espinosa montano bajo, estación experimental (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Recuperado de https://dspace.esoch.edu.ec/items/635c4802-6bd5-46cc-a5d9-5e502afd8a81?utm_source=chatgpt.com
- Badii, M. H., Cerna Chávez, E., & Landeros Flores, J. (2007). Manejo sustentable de plagas o manejo integral de plagas: un apoyo al desarrollo sustentable. *CULCYT: Cultura Científica y Tecnológica*, 4(23). <https://www.culcyt.com/index.php/CULCYT/article/view/448>

- Bai Y, Wang L and Yuan X (2023) Pesticide control, physical control, or biological control? How to manage forest pests and diseases more effectively. *Front. Ecol. Evol.* 11:1200268. doi: 10.3389/fevo.2023.1200268
- Barrette, Julie & Achim, Alexis & Auty, David. (2023). Impact of Intensive Forest Management Practices on Wood Quality from Conifers: Literature Review and Reflection on Future Challenges. *Current Forestry Reports.* 9. 1-30. 10.1007/s40725-023-00181-6.
- Cadena Jojoa, S. A., & Enríquez Santana, J. A. (2013). Efecto de Azolla sp. en la productividad y mejoramiento del suelo en la granja experimental Yuyucocha, Imbabura [Tesis de grado, Universidad Técnica del Norte].
- Cárdenas, A., Ramírez, J., & Paredes, C. (2018). *Uso de extractos botánicos para el control de lepidópteros defoliadores en especies forestales nativas.* *Revista de Protección Vegetal*, 34(3), 12–22.
- Casamiquela, C. H., Delgado, G., Solís, O., Neme, J., Lechadoy, M., Morón, P., & Pons, A. (2014). *Manual de buenas prácticas agrícolas (BPA) para la producción de nuez de nogal.* Buenos Aires, Argentina: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca.
- Chazdon, R. L. (2014). *Second growth: The promise of tropical forest regeneration in an age of deforestation.* University of Chicago Press.
- Chowdhary, S., Kumar, R., & Singh, R. (2021). **Role of phenolic compounds in plant defense responses and stress tolerance.** *Plant Stress Biology / Agroecology review literature.*
- Condit, R., Pérez, R., & Aguilar, S. (2011). *Manual de árboles y arbustos de los bosques de Panamá y Centroamérica.* Smithsonian Tropical Research Institute.
- Corrales Castillo, J., Hernández Pérez, R., & García López, E. (2018). **Evaluación de extractos vegetales para el control de mosca blanca**

- (*Bemisia tabaci*) en cultivos hortícolas.** *Revista de Protección Vegetal*, 33(2), 1–8.
- Crespo, C., & Ordóñez, P. (2021). Usos y valoración socioeconómica de *Juglans neotropica* en comunidades rurales andinas. Quito, Ecuador: Editorial Universitaria.
- Cué-García, J. L., Ramírez-López, J.-L., & Chagna Ávila, E. J. (2024). Tratamientos pregerminativos y diferentes sustratos en la germinación de semillas de *Juglans neotropica* Diels, Ecuador. *Ciência Florestal*, 34(1), e83757. <https://doi.org/10.5902/1980509883757>
- Cuéllar, E., & Ramos, M. (2024). *Manejo silvicultural de plantaciones maderables para mejorar la calidad de la madera*. Forestal Maderero.
- Cueva, A. 2018. Estimación del turno biológico de corta para *Juglans neotropica* Diels a través de métodos dendrocronológicos en dos ecosistemas forestales andinos de la provincia de Loja (Universidad Nacional de Loja).
- Díaz Bravo, S., Espinosa, M., Valenzuela, L., Cancino, J., & Lasserre, J. P. (2007). *Raleo en Eucalyptus grandis: algunos efectos sobre la cantidad y calidad de la madera producida*. Revista INIA.
- Donoso C., J, Bastías I., R, Lemus S., G & Silva R., L. (2007). Comportamiento fenológico del nogal (*Juglans regia* L.) en tres localidades de la VI región. Temporadas 2005-2006 y 2006-2007. Rengo: Informativo INIA Rayentué, no. 12. 8 p. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/4181> (Consultado el 12 de junio de 2025).Giraldo-Aristizábal CI, Mera-Velasco YA, Rivas-Zúñiga SC, et al. Evaluación fitosanitaria de *Juglans neotropica* y *Quercus humboldtii* en arbolado urbano de Popayán-Cauca, Colombia. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 46(178):169-181, enero-marzo de 2022. doi: <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1542>
- Ecuador Forestal. (s.f.). *Ficha Técnica No. 2: NOGAL (Juglans neotropica Diels)*. COMAFORS. <http://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas/nogal/>

- Esparza Terán, B. F. (2023). *Propagación sexual de Juglans neotropica Diels con tratamientos pregerminativos físicos y químicos* [Universidad Técnica del Norte].
- FAO. (2020). *Manejo forestal sostenible en los bosques tropicales*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FINES, P. D. M. F. C. (2025). ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.
- Gara, R. I., & Onore, G. (1989). *Entomología forestal*. Quito, Ecuador: Ministerio de Agricultura y Ganadería, Proyecto DINAFAID.
- Gómez, M. L., Toro, J. L., & Piedrahita, E. (2013). *Propagación y conservación de especies arbóreas nativas*. Medellín, Colombia: Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia-CORANTIOQUIA.
- Guerra-Buenaño, W., Vaca-Cárdenas, M. L., Almeida-Guzmán, M., & Llerena-Zambrano, J. (2022). *Tinturado de la fibra de alpaca utilizando diferentes partes de la planta del nogal (corteza, hojas y fruto)*. *Reciena*, 1(1), 1–11.
- GUERRÓN, Evelyn.; et al., "Propiedades Tecnológicas de la Madera de Nogal Juglans Neotropica Diels, en la Provincia Carchi Ecuador". *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar* [en línea], 2024, (México), vol. 8, pág. 1545. [Consulta: 1 julio 2024]. ISSN 2707. Disponible en: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/9549/14142>
- Iglesias, J. M. (1999). *Sistemas de producción agroforestales: conceptos generales y definiciones*. Cuba: Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey.
- insecticida orgánico de ají (*Capsicum pubescens*) sobre el control de trips (*Frankliniella occidentalis*) en el cultivo de pimiento (*Capsicum annum*) [Tesis de pregrado, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí].
- James, J. N. (2022). Evaluation of different silvicultural management techniques and water seasonality on yield of eucalyptus stands. *Ciencias Agrícolas*

(*Piracicaba, Brasil*), 79(2). <https://doi.org/10.1590/1678-992X-2020-0064>

Kumar, K., Pande, S. K., Kumar, M., & Kumar, P. (2020). Epidemiological studies on base rot disease of Aloe vera caused by Fusarium oxysporum. *International Journal of Chemical Studies*, 8(5), 860–862. <https://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i5l.10406>

Lanuza-Lanuza, O. R., Peguero, G., Vílchez-Mendoza, S., & Casanoves, F. (2021). Efecto del riego y la fertilización sobre la calidad de plántulas forestales con potencial uso para restauración del bosque tropical seco. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 18(43), 19–28. <https://doi.org/10.18845/rfmk.v19i43.5805>

Latterini, F., Mederski, P.S., Jaeger, D. *et al.* The Influence of Various Silvicultural Treatments and Forest Operations on Tree Species Biodiversity. *Curr Forestry Rep* 9, 59–71 (2023). <https://doi.org/10.1007/s40725-023-00179-0>

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>

Mata Anchundia, D., Rivero Herrada, M., & Segovia Montalvan, E. L. (2018). Sistemas agroforestales con cultivo de cacao fino de aroma: entorno socioeconómico y productivo. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 6(1), 103-115.

Mediavilla Mediavilla, J. S. (2023). Crecimiento inicial de *Juglans neotropica* Diels, con fertilización química y orgánica en el campus Yuyucocha [Tesis de licenciatura, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio DigitalUTN. <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/14285> Repositorio UTN+3

Ministerio del Ambiente del Ecuador & Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2015). Título del documento o manual. FAO.

Ministerios del ambiente del ecuador proyecto con bosque 2025. Propiedades tecnológicas de la madera nogal andino en la provincia del Carchi

Navarrete Vásquez, B. N., & Ruiz Ruiz, E. F. (2024, mayo 20). *Evaluar las medidas de control de Gretchena garai en una plantación de Juglans neotropica Diels en el campus Yuyucocha, provincia de Imbabura* [Trabajo de titulación, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio Institucional UTN.

<https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/16005>

Ortega Montenegro, 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* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte. Repositorio UTN. <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/806>

Ospina, C. M., Hernández, R. J., Aristizabal, F. A., Patiño, J. N., & Salazar, J. W. (2003). El cedro negro una especie promisoría de la zona cafetera. Chinchiná, Colombia: Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.

Özkan, S.İ. Gestión del control de plagas forestales en áreas protegidas: Parque Nacional de las Montañas Kackar. *Int J Trop Insect Sci* 43 , 1683–1689 (2023). <https://doi.org/10.1007/s42690-023-01085-5>

Pais-Chanfrou, J.-M., Quiñonez-Montaño, LJ, Núñez-Pérez, J., Prado-Beltrán, JK, Cañarejo-Antamba, M., Burbano-García, JL, Chilinguina-Quispe, AJ, & Rodríguez Cabrera, HM (2025). Extracto de cáscara de mandarina como candidato a insecticida botánico para el cultivo de papa a pequeña escala. *Insectos* , 16 (7), 680. <https://doi.org/10.3390/insects16070680>

Palacios Herrera , B. G. (2025). Extracción y productividad de tinte natural de *Juglans neotropica Diels* a partir de frutos del bosque nativo “La Victoria”,

- cantón Macará, provincia de Loja: una perspectiva sostenible. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(1), 10335-10353. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1.16642
- Palacios Herrera, B. G., & Márquez Armijos, L. Á. (2024). *Propagación sexual e injertado de Juglans neotropica Diels en “La Florencia”, Loja, Ecuador*. Universidad Nacional de Loja, Ecuador.
- Palacios, W., & Cornejo, X. (2006). *Juglans neotropica Diels*. En J. A. Vozzo (Ed.), *Tropical Tree Seed Manual* (pp. 216–219). USDA Forest Service. <https://www.fs.usda.gov/treearch/pubs/25838>
- Pretzsch, H., del Río, M., Schütze, G., Ammer, C., Annighöfer, P., Avdagić, A., ... Bravo-Oviedo, A. (2019). **Mixing of Scots pine (*Pinus sylvestris L.*) and European beech (*Fagus sylvatica L.*) enhances structural heterogeneity and growth of forest stands.** *Forest Ecology and Management*, 430, 208–216.
- Quispe, A. (2010). *Plantaciones de Juglans neotropica en los Andes: Manejo de la densidad mediante raleos oportunos*
- Ramírez, F., Kallarackal, J. La fenología del nogal (*Juglans neotropica Diels*), especie en peligro de extinción, en Bogotá y sus implicaciones para la conservación en el bosque urbano. *Urban Ecosyst* 24 , 1327–1342 (2021). <https://doi.org/10.1007/s11252-021-01117-3>
- 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>
- Reyes Andrade, D. I. (2024). *Estudio dendroclimático de Juglans neotropica Diels en cuatro ecosistemas andinos de la provincia de Loja al sur de Ecuador [Tesis de grado, Universidad Nacional de Loja]*. Repositorio Institucional

UNL.<https://dspace.unl.edu.ec/items/cfb7feeb-1989-4bfc-a510-9a8834e61c1e>

Sáenz Fuentes, D. A. (2013). Industrialización de panela granulada orgánica en una planta de producción, ubicada en el cantón Salinas-Ibarra [Tesis de pregrado, Universidad de las Américas].

Sarria, G., & Rodríguez, L. (2020). *Incidencia de plagas forestales y su relación con prácticas de manejo silvicultural en plantaciones jóvenes*. Revista Colombiana de Ciencias Forestales, 23(1), 89–104.

Sierra, A., López, C., & Martínez, D. (2010). Efectos de sistemas radiculares sobre la estabilidad de taludes. En P. Gómez & R. Torres (Eds.), *Manejo forestal y conservación en zonas montañosas* (pp. 123–140). Quito, Ecuador: Editorial Andina.

Simbaña Brucil, S. L. (2023). *Evaluación ecológica asociada a Juglans neotropica Diels, en dos agroecosistemas de la Provincia de Imbabura*. Repositorio Institucional Universidad Técnica del Norte. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/15293>

Toro V., E., & Roldán R., I. C. (2018). Estado del arte, propagación y conservación de *Juglans neotropica Diels.*, en zonas andinas. *Madera y Bosques*, 24(1), e2411560. doi: 10.21829/myb.2018.2411560

Toro Vanegas, E., & Roldán Rojas, I. C. (2018). Estado del arte, propagación y conservación de *Juglans neotropica Diels.*, en zonas andinas. *Madera y bosques*, 24(1).

Vaca Llivigañay-J. A., & Palacios Herrera, B. G. (2023). Estructura, productividad de madera y regeneración natural de *Juglans neotropica Diels* en la Hacienda la Florencia del Cantón y provincia de Loja. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2), 1640-1655. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.5430

Vallejos Alvarez, H. V., Vilema Vilema, G. A., Díaz Gómez, C. P., & Cue García, J. L. (2023). Estudio fenológico de *Juglans neotropica Diels*. en Imbabura

– Ecuador. Bosques Latitud Cero, 13(2), 23–33.
<https://doi.org/10.54753/blc.v13i2.1881>

Vásquez, R., Sánchez, M., & Medina, C. (2012). *Guía dendrológica de especies forestales andinas*. Proyecto EcoBosques, Ministerio del Ambiente del Perú. https://www.proamazonia.org/wp-content/uploads/2021/05/GUIA-DENDROLOGIA-Y-ANATOMIA-DE-LA-MADERA-V4-WEB-1_compressed.pdf

Veintimilla, R.R. (2024). 4,5 years-old provenance/progeny test analysis of *Juglans neotropica*: manejo silvicultural. Dialnet.

Villota G., E. L., Rosero C., E. G., Farias M., E. A., Valencia V., X. G., Carvajal B., J. G., & Benalcázar V., S. M. (2024). Propiedades tecnológicas de la madera de nogal (*Juglans neotropica* Diels) en la provincia de Carchi, Ecuador. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1). https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.9549

Woll, J. C., Reynel, C. ., Palacios Ramos, S. ., Hermoza , R. M. ., & Chavez, J. M. . (2023). DIVERSIDAD Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA EN UN BOSQUE CON ABUNDANCIA DE NOGAL (*Juglans neotropica* DIELS) EN CHANCHAMAYO / JUNÍN / PERÚ. *Ecología Aplicada*, 22(1), 67-77. <https://doi.org/10.21704/rea.v22i1.2027>

Yang, L., Zhang, J., & Luo, Y. (2013). **Pathway engineering for phenolic acid accumulations in *Salvia miltiorrhiza* by combinational genetic manipulation**. *Metabolic Engineering*, 21, 71–80.

Zhang, Y., Xu, S., Ding, P., Wang, D., Cheng, Y., He, S., & Liu, L. (2019). Inhibitory effect of allicin against *Meloidogyne incognita* and *Botrytis cinerea* in tomato. *Scientia Horticulturae*, 253, 203–208. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.04.046>

ANEXOS

1. Fotográficos



Yema apical infectada por *Gretchena garai*



Medición variable altura



Extracto natural; limón



Fertilizante químico kañón