



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

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

**CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**

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

**“Evaluación ecológica asociada a *Juglans neotropica* Diels., en dos  
agroecosistemas de la Provincia de Imbabura”**

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

**Línea de investigación:** Desarrollo agropecuario y forestal sostenible.

**Autor:** Silvana Liseth Simbaña Brucil

**Director:** Ing. Mario José Añazco Romero, Ph.D.

Ibarra, 2023



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

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

**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:

<b>DATOS DE CONTACTO</b>			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	1004213102		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Simbaña Brucil Silvana Liseth		
<b>DIRECCIÓN:</b>	La Esperanza		
<b>EMAIL:</b>	<a href="mailto:slsimbanab@utn.edu.ec">slsimbanab@utn.edu.ec</a>		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	2 660-397	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0981790408

<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>TÍTULO:</b>	EVALUACIÓN ECOLÓGICA ASOCIADA A <i>Juglans neotropica</i> Diels., EN DOS AGROECOSISTEMAS DE LA PROVINCIA DE IMBABURA.
<b>AUTOR/A:</b>	Silvana Liseth Simbaña Brucil
<b>FECHA:</b>	27/11/2023
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
<b>PROGRAMA:</b>	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniera forestal
<b>DIRECTOR:</b>	Ing. Mario José Añazco Romero, Ph.D.

## CONSTANCIAS

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

Ibarra, 27 de noviembre del 2023.

**LA AUTORA:**



**Firma**.....

**Silvana Liseth Simbaña Brucil**

**CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE  
INTERGRACIÓN CURRICULAR**

Ibarra, 27 de noviembre del 2023.

Ing. Mario José Añazco Romero, Ph.D.

**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. Mario José Añazco Romero, Ph.D.**

C.C.: 0701574329

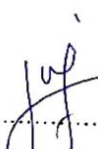
## APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificado del trabajo de Integración Curricular “EVALUACIÓN ECOLÓGICA ASOCIADA A *Juglans neotropica* Diels., EN DOS AGROECOSISTEMAS DE LA PROVINCIA DE IMBABURA” elaborado por Silvana Liseth Simbaña Brucil, previo a la obtención del título del Ingeniero Forestal, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:



(f): .....  
**Ing. Mario José Añazco Romero, PhD.**

C.C.: 0701574329



(f): .....  
**Ing. Jorge Luis Cue García, PhD**

C.C.: 1754608709

## DEDICATORIA

*Dedico mis esfuerzos, mis logros y mis momentos felices a su memoria. Gracias por enseñarme a amar, a ser fuerte y a enfrentar los desafíos con valentía. Siempre los amaré y extrañaré.*

*A mis ángeles del cielo, mis padres German y Mercedes.*

***¡Esto va por ustedes, papi y mami!***

## AGRADECIMIENTOS

*Primeramente a Dios por darme fuerza y salud para salir adelante.*

*A mis amados padres, German y Mercedes, quienes al no estar presentes físicamente conmigo, quiero aprovechar este momento para expresar mi eterno agradecimiento por todo lo que hicieron por mí durante su vida.*

*A mis queridos hermanos, Erman y Anderson, en cada paso de mi vida he sentido su apoyo y su aliento. Gracias por creer en mí incluso cuando yo mismo dudaba.*

*A mis tíos, Juan, Nelson e Isolina quienes en todo momento me motivaron, quiero expresar mi gratitud por su constante presencia.*

*A mis primas, Rosita, Gabriela y Majerly, nuestro vínculo como primas es especial y me siento afortunada de tenerlas en mi familia. Su presencia ha sido un verdadero regalo en mi vida.*

*A Stalin por ser mi compañero, mi amigo y mi confidente, por demostrarme su apoyo en todo momento a lo largo de todo este proceso.*

*A mis amigas, Estefanía, Larissa, Jhoselyn y Flor, quiero agradecerles por cada encuentro, cada conversación, cada momento compartido y su apoyo ha sido una bendición. Gracias por los recuerdos inolvidables.*

*Al Sr. Fabian Cerón por su hospitalidad y amabilidad el cual ha hecho que cada visita sea una experiencia agradable, y su calidez ha dejado una impresión perdurable en mí.*

*Quiero expresar mis agradecimientos al Dr. Mario Añazco y al Dr. Jorge Cue por todo su apoyo, orientación y liderazgo durante mi tiempo de formación académica.*

*También extendo mis agradecimientos al Ing. Carlos Arcos por ayudarme en todo momento, quiero destacar su habilidad para reconocer y aprovechar nuestras fortalezas individuales.*

## RESUMEN

La evaluación de dos agroecosistemas de *Juglans neotropica* Diels., en la provincia de Imbabura ha presentado un déficit en cuanto al conocimiento técnico-científico en el comportamiento ecológico. Así, esta investigación tuvo como objetivo evaluar las características ecológicas flora-fauna, condiciones microclimáticas y edáficas asociadas al nogal en una plantación pura y árboles en lindero. Para llevar a cabo el estudio de la flora en la plantación se realizaron 10 parcelas al azar de 5x5m<sup>2</sup>, y en árboles en lindero se empleó 10 transectos de 50x2m separados cada uno por 10 m, donde se consideró hierbas, regeneración natural, arbustos y árboles. La cuantificación de insectos dentro de la macrofauna del suelo, así como las aves, se realizó mediante un censo muestral. Para las variables microclimáticas se caracterizó la temperatura, humedad relativa, con el uso del higrotermómetro y las edáficas mediante un análisis químico del suelo. Se registró en la plantación 665 individuos, las familias más representativas son Cyperaceae, Poaceae, Fabaceae y Juglandaceae y en árboles de lindero se contabilizó 251 individuos, las familias más diversas son Casuarinaceae, Rutaceae, Malvaceae y Juglandaceae. Dentro de la macrofauna del suelo, se registró 675 insectos en árboles de lindero y 147 individuos en plantaciones. Los órdenes representados fueron: Coleópteros, Dípteros, Colémbolos, Hemípteros, Hymenopteros, Trypanopteros, Lepidópteros, Orthopteros, Blattodea. En las aves se contabilizó 158 individuos en árboles de lindero y 109 en plantaciones, entre los órdenes más representativos fueron: Trochiliformes, Passeriformes, Columbiformes y Falconiformes. La incidencia de los factores microclimáticos, edáficos, flora y fauna fue positiva ya que influyen en el desarrollo del nogal. En conclusión, *Juglans neotropica* Diels., representa un valor ecológico de importancia en los diferentes agroecosistemas estudiados.

**Palabras claves:** Ecología, flora, fauna, microclimáticas, propiedades químicas.



## ABSTRACT

The evaluation of two agroecosystems of *Juglans neotropica* Diels. in the province of Imbabura has presented a deficit in terms of technical-scientific knowledge on ecological behavior. Thus, the objective of this research was to evaluate the ecological characteristics of the flora-fauna, microclimatic and edaphic conditions associated with walnut trees in a pure plantation and border trees. To carry out the study of the flora in the plantation, 10 random plots of 5x5m<sup>2</sup> were made, and in adjacent trees, 10 transects of 50x2m each separated by 10 m were used, where herbs, natural regeneration, shrubs and trees were considered. The quantification of insects within the soil macrofauna, as well as birds, was carried out by means of a sample census. For the microclimatic variables, temperature and relative humidity were characterized with the use of a hygrometer, and edaphic variables were characterized by means of a chemical analysis of the soil. A total of 665 individuals were recorded in the plantation, the most representative families being Cyperaceae, Poaceae, Fabaceae and Juglandaceae, and 251 individuals were recorded in border trees, the most diverse families being Casuarinaceae, Rutaceae, Malvaceae and Juglandaceae. Within the soil macrofauna, 675 insects were recorded in border trees and 147 individuals in plantations. The orders represented were: Coleoptera, Diptera, Coleoptera, Hemiptera, Hemiptera, Hymenoptera, Trysanoptera, Lepidoptera, Orthoptera, Blattodea. Among the birds, 158 individuals were counted in border trees and 109 in plantations, among the most representative orders were: Trochiiformes, Passeriformes, Columbiformes and Falconiformes. The incidence of microclimatic, edaphic, flora and fauna factors was positive since they influence the development of the walnut tree. In conclusion, *Juglans neotropica* Diels. represents an important ecological value in the different agroecosystems studied.

**Keywords:** Ecology, flora, fauna, microclimates, chemical properties.

## **LISTA DE SIGLAS**

**DAP:** Diámetro a la altura del pecho.

**GAD:** Gobierno Autónomo Descentralizado

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

**UICN:** Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

**CORMADERA:** Corporación de Desarrollo Forestal y Maderero de Ecuador

**OIMT:** Organización Internacional de Maderas Tropicales

**INFOAGRO:** Sistema de Información del Sector Agropecuario

**A1acd+2cd:** Código rojo, categoría en Peligro de extinción

**AL:** árboles linderos

**PP:** plantación pura

**ALF:** árboles linderos-fuera

**ALD:** árboles linderos-dentro

**PPF:** plantación pura-fuera

**PPD:** plantación pura-dentro

## TABLA DE CONTENIDO

<b>RESUMEN.....</b>	<b>VIII</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>IX</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>XV</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>XVI</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>XVIII</b>
<b>- Problema de investigación.....</b>	<b>XVIII</b>
• Problemática a investigar .....	XVIII
• Formulación del problema a investigar.....	XIX
<b>Objetivos .....</b>	<b>XIX</b>
Objetivo General .....	XIX
Objetivos Específicos .....	XX
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Ecología.....</b>	<b>1</b>
1.1.1. Niveles de organización ecológica.....	1
1.1.2. Ecología de poblaciones .....	1
1.1.3. Comunidad biológica .....	1
1.1.4. Ecosistemas.....	2
<b>1.2. Agroecosistema.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3. Agroforestería .....</b>	<b>2</b>
1.3.1. Clasificación de los sistemas agroforestales .....	3
<b>1.4. Práctica agroforestal.....</b>	<b>3</b>
1.4.1. Árboles en linderos.....	3
<b>1.5. Técnicas agroforestales.....</b>	<b>4</b>
<b>1.6. Plantación pura .....</b>	<b>4</b>

<b>2.1. Generalidades del nogal .....</b>	<b>4</b>
2.1.1. Taxonomía .....	4
2.1.2. Distribución natural .....	5
2.1.3. Características del árbol .....	5
2.1.4. Composición .....	5
2.1.5. Topografía y suelos .....	6
2.1.6. Fructificación .....	6
2.1.7. Importancia ecológica .....	6
<b>3.1. Alelopatía .....</b>	<b>7</b>
3.1.1. Alelopatía de <i>Juglans neotropica</i> .....	7
<b>4.1. Diversidad asociada al <i>Juglans neotropica</i> .....</b>	<b>7</b>
4.1.1. Diversidad .....	8
4.1.2. Flora .....	8
4.1.2. Fauna .....	9
4.1.3. Insectos - Plagas de <i>Juglans neotropica</i> .....	9
4.1.4. Insectos benéficos .....	10
<b>5.1. Variables microclimáticas .....</b>	<b>11</b>
5.1.1. Clima .....	11
5.1.2. Características microclimáticas .....	11
5.1.3. Temperatura .....	12
5.1.4. Humedad .....	12
<b>6.1. Variables edáficas .....</b>	<b>13</b>
6.1.1. Suelo .....	13
6.1.2. Hojarasca .....	13
<b>7.1. Estudios similares .....</b>	<b>14</b>
<b>CAPITULO II .....</b>	<b>15</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>15</b>
<b>2. Ubicación del lugar .....</b>	<b>15</b>
2.1. Política .....	15

2.2.	Geografía del sitio.....	15
2.3.	Límites .....	16
<b>2.4.</b>	<b>Caracterización edafoclimática del lugar .....</b>	<b>17</b>
2.4.1.	Suelo .....	17
2.4.2.	Clima.....	17
<b>2.5.</b>	<b>Materiales, equipos y softwares .....</b>	<b>18</b>
<b>2.6.</b>	<b>Metodología. ....</b>	<b>19</b>
2.6.1.	Universo.....	19
2.6.2.	Metodología: Objetivo 1 .....	19
2.6.2.1.	Flora a nivel de una Plantación pura.....	19
2.6.2.2.	Flora a nivel de una práctica agroforestal árboles en linderos.....	20
2.6.2.3.	Recolección de muestras botánicas.....	21
2.6.2.4.	Identificación taxonómica.....	21
2.6.2.5.	Fauna para los dos agroecosistemas. ....	22
2.6.2.6.	Análisis de diversidad – flora y fauna. ....	24
7.3.	Metodología: Objetivo 2 .....	26
7.3.1.	Variables microclimáticas.....	26
7.3.2.	Variables edáficas .....	27
<b>CAPÍTULO III.....</b>		<b>29</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>		<b>29</b>
<b>3.1.</b>	<b>Flora asociada a <i>Juglans neotropica</i>.....</b>	<b>29</b>
<b>3.2.</b>	<b>Fauna asociada a <i>Juglans neotropica</i> .....</b>	<b>32</b>
3.2.1.	Insectos .....	32
3.2.2.	Aves .....	35
<b>3.3.</b>	<b>Diversidad alfa (<math>\alpha</math>).....</b>	<b>37</b>
3.3.1.	Índice de diversidad para la flora.....	37
3.3.2.	Índice de diversidad para la fauna a nivel de insectos .....	37
3.3.3.	Índice de diversidad para la fauna a nivel de aves.....	38
<b>3.4.</b>	<b>Condiciones microclimáticas.....</b>	<b>39</b>

3.4.1. Comportamiento de temperatura y humedad relativa.....	41
<b>3.5. Condiciones edáficas.....</b>	<b>46</b>
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>49</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>49</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>50</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>51</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>66</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Taxonomía de Juglans neotropica</i> .....	4
<b>Tabla 2</b> <i>Insectos-Plagas de Juglans neotropica</i> .....	9
<b>Tabla 3</b> <i>Ubicacción geográfica de los dos agroecosistemas ubicados en los cantones Antonio Ante e Ibarra, (DATUM:WGS85, ZONA 17S)</i> .....	15
<b>Tabla 4</b> <i>Materiales, Equipos y softwares</i> .....	18
<b>Tabla 5</b> <i>Categorías de regeneración natural</i> .....	20
<b>Tabla 6</b> <i>Parámetros para identificar aves</i> .....	23
<b>Tabla 7</b> <i>Interpretación de valores obtenidos por el índice de Shannon</i> .....	25
<b>Tabla 8</b> <i>Interpretación de valores obtenidos por el índice de Simpson</i> .....	25
<b>Tabla 9</b> <i>Índice de diversidad – Shannon Wiener (<math>H'</math>) y Simpson (1-D) -Flora</i> .....	37
<b>Tabla 10</b> <i>Índice de diversidad - Shannon Wiener (<math>H'</math>) y Simpson (1-D) -Fauna, insectos</i> .....	38
<b>Tabla 11</b> <i>Índice de diversidad - Shannon Wiener (<math>H'</math>) y Simpson (1-D) -Fauna, Aves</i> .....	38
<b>Tabla 12</b> <i>Temperatura promedio mensual para los dos agroecosistemas de Juglans neotropica</i> .....	39
<b>Tabla 13</b> <i>Humedad relativa para los dos agroecosistemas de Juglans neotropica</i> .....	40
<b>Tabla 14</b> <i>Coeficiente de correlaciones de Pearson de los micro-macronutrientes del suelo</i> .....	47

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Interacciones y feedbacks producidos por alteración en el régimen hídrico, término y eólico.....</i>	11
<b>Figura 2</b> <i>Mapa de ubicación del área de estudio de Natabuela y Bellavista .....</i>	16
<b>Figura 3</b> <i>Diseño de parcelas para determinar la flora asociada a Juglans neotropica.....</i>	19
<b>Figura 4</b> <i>Representación gráfica del muestreo de vegetación por categorías de crecimiento. Empleando una modificación del método de parcelas tipo Gentry .....</i>	20
<b>Figura 5</b> <i>Composición de solución preservante y dirección de trampa pitfall.....</i>	23
<b>Figura 6</b> <i>Instrumento de humedad y temperatura (TIPO A - Dentro).....</i>	26
<b>Figura 7</b> <i>Intrumento de humedad y temperatura (TIPO B - Fuera).....</i>	27
<b>Figura 8</b> <i>Especies con mayor número de individuos en árboles de lindero de Juglans neotropica .....</i>	29
<b>Figura 9</b> <i>Especies con mayor número de individuos en plantaciones puras de Juglans neotropica .....</i>	30
<b>Figura 10</b> <i>Individuos por especies más representativas en árboles lindero de Juglans neotropica en la categoría de insectos.....</i>	32
<b>Figura 11</b> <i>Individuos por especies más representativas en plantaciones puras de Juglans neotropica en la categoría de insectos .....</i>	33
<b>Figura 12</b> <i>Especie de aves más representativas en árboles de lindero de Juglans neotropica... </i>	35
<b>Figura 13</b> <i>Especie de aves más representativas en plantaciones puras de Juglans neotropica.. </i>	36
<b>Figura 14</b> <i>Comportamiento de temperaturas en el sistema agroforestal lindero de Juglans neotropica .....</i>	41



<b>Figura 15</b> <i>Comportamiento de la humedad relativa en el sistema agroforestal lindero de Juglans neotropica</i> .....	42
<b>Figura 16</b> <i>Comportamiento de temperaturas en plantaciones puras de Juglans neotropica</i> .....	44
<b>Figura 17</b> <i>Comportamiento de la humedad relativa en plantaciones puras de Juglans neotropica</i> .....	45

## INTRODUCCIÓN

### - **Problema de investigación**

- ***Problemática a investigar***

En la provincia de Imbabura la especie Nogal, está considerada como uno de los árboles tradicionales (Cabascango, 2011). Actualmente *Juglans neotropica* Diels, está catalogada en peligro de extinción según los criterios de A1acd+2cd de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), ya que el 52% de sus poblaciones están sobreexplotadas con fines maderables (Toro-Vanegas y Roldán-Rojas, 2018). La deforestación está causando cambios en las poblaciones de Nogal, a esto se suma el impacto del cambio climático en variables ambientales como temperatura, humedad, propiedades físicas y químicas del suelo y la diversidad biológica asociada a la especie, que provoca un desequilibrio ecológico de la misma.

En cuanto a la temperatura y humedad, en particular son muy importantes ya que ayuda al proceso de germinación, por tanto, en lugares de poca humedad, su desarrollo y fructificación es lento, a la vez los frutos no alcanzan su tamaño deseado. Como colorario a lo anterior, se resume que las variables microclimáticas provocan alteraciones en la fenología y al proceso reproductivo y de la especie. Bajo estas consideraciones, la creación de microclimas cuyos efectos pueden ser benéficos para algunos animales y plantas, además de brindar mayor eficiencia en el reciclaje de nutrientes. Los microclimas que se crean pueden favorecer el desarrollo de plagas o enfermedades, además, es importante mantener un nivel equilibrado de humedad y temperatura en el ambiente para el crecimiento óptimo del nogal.

En el contexto ecológico *Juglans neotropica* Diels es una especie caducifolia, la hojarasca que produce o cae (50 kg/ha/año de biomasa), no está influenciada por las precipitaciones y juega un papel fundamental en el equilibrio de los ecosistemas donde

prospera, porque constituyen una fuente de energía por su aporte de nutrientes y formación de sustancias húmicas en los suelos, aun incluso considerando su lenta tasa de descomposición (Rave-Oviedo, Montenegro-Ríos y Molina-Rico, 2013).

Además, por sus altos contenidos tánicos impide el crecimiento de algunos individuos a su alrededor convirtiéndose en una especie alelopática, este fenómeno biológico impide el desarrollo de plagas en asocio a cultivos agrícolas. Es importante destacar que los efectos alelopáticos pueden depender de varios factores, como la concentración de los aleloquímicos en el suelo, la sensibilidad de las plantas receptoras y las condiciones ambientales.

*Juglans neotropica* Diels en agroecosistemas proporciona un hábitat valioso y diverso para una variedad de especies de flora y fauna. Entre algunos aspectos de la diversidad biológica se encuentra: cobertura del suelo, vegetación- especies herbáceas asociadas, hábitat para la fauna silvestre (aves e insectos), alimentación, colorantes y medicina tradicional. Es importante tener en cuenta que la diversidad biológica asociada al nogal puede variar según la región geográfica y las condiciones locales.

- ***Formulación del problema a investigar***

En la provincia de Imbabura, la especie *Juglans neotropica* Diels presenta un déficit en cuanto al conocimiento técnico-científico en el comportamiento ecológico acerca de las interacciones suelo-planta- fauna- microclima en diferentes agroecosistemas.

## **Objetivos**

### ***Objetivo General***

Evaluar las características ecológicas de la especie *Juglans neotropica* Diels en dos agroecosistemas de la provincia de Imbabura.

***Objetivos Específicos***

- Evaluar la flora y fauna asociada a *Juglans neotropica* Diels en arboles lindero y una plantación pura.
- Caracterizar las condiciones microclimáticas y edáficas de *Juglans neotropica* Diels en el sistema agroforestal lindero y una plantación pura.

**Preguntas de investigación**

¿Cuál es la influencia de la flora y fauna en los agroecosistemas asociados a *Juglans neotropica*?

¿Cuál es la incidencia de las variables microclimáticas y edáficas con respecto al comportamiento ecológico de *Juglans neotropica*, dispuesta en plantaciones puras y sistemas agroforestales linderos?

## **CAPÍTULO I**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **1.1.Ecología**

La ecología es una rama de la biología que estudia las relaciones entre los seres vivos, su ambiente, la distribución, la abundancia, y cómo esas propiedades son afectadas por las interacciones entre los organismos y el hábitat en el que se desarrollan (Jiménez et al., 2020).

##### ***1.1.1. Niveles de organización ecológica***

Carabias et al. (2009) y Pereyra (2022), coinciden que “la vida se encuentra organizada en diferentes niveles de complejidad, desde las moléculas orgánicas que constituyen los seres vivos, hasta la biosfera en su conjunto”. De modo que Mustelier (2022), establece niveles de organización ecológica, las cuales ordenó de manera jerárquica: átomo, elemento, compuesto, célula, tejido, órgano, individuo, especie, población, comunidad, ecosistemas, bioma y biósfera.

##### ***1.1.2. Ecología de poblaciones***

Según Morláns y María (2014); Garda et al. (2014) “el estudio de todos los individuos de una misma especie en una determinada zona o región que realizan intercambio de genes se la conoce como ecología de las poblaciones o demoecología,” esto significa que comparten propiedades biológicas que ocasionan una alta cohesión reproductiva y ecológica del grupo. “Para entender el concepto de población, se debe considerar que son organismos individuales que potencialmente pueden reproducirse, además que los límites espaciales y temporales entre poblaciones están poco delimitados” (Quezada et al., 2020).

##### ***1.1.3. Comunidad biológica***

Baselga y Rodríguez (2019) señalan como el conjunto de especies que viven en un lugar, por tanto, las comunidades biológicas “pueden ser más o menos parecidas en diferentes lugares,

desde idénticas (si albergan exactamente las mismas especies con las mismas abundancias) a completamente diferentes (si albergan conjuntos de especies totalmente distintas)”.

#### **1.1.4. Ecosistemas**

Según Martínez-Yrizar et al. (2017) “los ecosistemas se consideran como la conformación de sistemas complejos integrados por agentes bióticos y abióticos interactuando en un espacio y tiempo determinados”. En los ecosistemas, tanto la materia como la energía se conservan, a la vez que esta fluye a través del sistema, generalmente de luz a calor, y la materia se recicla.

#### **1.2. Agroecosistema**

Flores y Sarandón (2014); Martínez-Dávila y Casanova-Pérez (2018) indican que los agroecosistemas deben visualizarse como sistemas (conjunto de componentes interrelacionados de determinada manera para cumplir un fin) ecológicos asociados a variables socioeconómicas, que tienen por fin la producción de bienes y servicios de importancia económica. Coinciden en señalar Armbrrecht (2016); Pérez-Vázquez y Trinidad-Leyva (2019), que esta contiene componentes bióticos y abióticos y son interdependientes e interaccionan; a través de ellos fluyen la energía y se reciclan nutrientes.

#### **1.3. Agroforestería**

Soriano-Robles (2018) la agroforestería es un sistema de gestión de tierras que ayuda a mitigar los efectos ambientales derivados de la explotación y el uso inadecuado de los recursos naturales pues al incluir prácticas donde árboles de distinta índole (maderable, frutal, ornamental, de plantación) combinados con cultivos o animales. Valdés-Velarde et al. (2022) coinciden en indicar que “interactúan de forma simultánea o secuencial, favoreciendo la optimización de la producción agrícola al combinar árboles con cultivos y ganadería, lo que conlleva beneficios en

términos de uso eficiente de la tierra, diversificación de ingresos, conservación de la biodiversidad y una sostenibilidad a largo plazo.

### ***1.3.1. Clasificación de los sistemas agroforestales***

Según Mata-Anchundia et al. (2018) “los sistemas agroforestales constituyen una alternativa ante la problemática de los monocultivos; permiten desplazarlos debido a que implican la combinación de árboles forestales con otros cultivos, o con animales domésticos, o ambos”. Optimizar la producción por unidad de área mientras que al mismo tiempo se respeta el principio de obtener rendimientos sostenibles.

Iglesias (1999), mediante la base de los aspectos estructurales y funcionales del SAF, menciona las tres principales asociaciones resultantes de los sistemas:

- Sistemas agrosilvoculturales
- Sistemas silvopastoriles
- Sistemas agrosilvopastoriles

## **1.4.Práctica agroforestal**

Una práctica agroforestal es un enfoque de gestión de tierras que combinan la agricultura y la silvicultura, integrando árboles y cultivos en un mismo sistema. Estas prácticas se basan en la interacción y la sinergia entre los componentes arbóreos y los cultivos (Meybeck et al., 2021).

### **1.4.1. Árboles en linderos**

Ospino-Araya et al. (2020) define a los linderos como especies leñosas que demarcan límites internos o externos, es decir, implica plantar árboles a lo largo de los bordes o linderos de las parcelas agrícolas, pueden estar asociados con ecosistemas, cultivos agrícolas, pasturas y animales con una multiplicidad de objetivos.

Además, pueden contribuir a la conservación de la biodiversidad, al ofrecer refugio y hábitat para una variedad de especies de flora y fauna.

### 1.5. Técnicas agroforestales

Las técnicas agroforestales se refieren a las estrategias y enfoques utilizados para combinar los componentes arbóreos y agrícolas de manera eficiente y armoniosa (Quinto, 2022).

Arévalo (2012) indica que las técnicas agroforestales regresan mayor biomasa al agroecosistema (materia orgánica), esta biomasa es de mejor calidad, desplegando una recirculación más eficiente de nutrientes, incluyendo la subida desde las capas más profundas del suelo.

### 1.6. Plantación pura

Las plantaciones puras o monoespecíficas son las que se realizan con una sola especie (Organización de la Naciones Unidas para la alimentación y agricultura [FAO], 2002), estas representan una alternativa económica y de beneficio social. Se caracterizan por tener una uniformidad en la composición y estructura de la vegetación. Esto puede ser beneficioso en términos de manejo y cosecha, por tanto, permite un mayor control sobre el crecimiento, la productividad y la calidad de la plantación (Ruiz-Blandon et al., 2020).

## 2.1. Generalidades del nogal

### 2.1.1. Taxonomía

**Nombre Común:** nogal, tocte

**Nombre científico:** *Juglans neotropica* Diels

#### Tabla 1

*Taxonomía de Juglans neotropica*

Dominio	Biota
Orden	Juglandales



Familia	Juglandaceae
Género	Juglans
<u>Especie</u>	<u>Juglans neotropica</u>

**Nota:** Obtenido de <https://www.darwinfoundation.org>

### **2.1.2. Distribución natural**

Es nativo en Ecuador, Colombia, Perú y Bolivia en América del Sur. Su distribución altitudinal varía de 1000 a 3000 msnm, con precipitaciones anuales de 800 a 2000 mm y temperaturas de 12 a 18 °C (Gonzaga et al, 2012; Franco et al, 2016). En el Ecuador, *J. neotropica* es la única especie registrada del género (Palacios, 2016)

### **2.1.3. Características del árbol**

Árbol de hasta 30 m de altura. Los tallos son densamente cubiertos por indumento ferrugíneo. Hojas compuestas, alternas, con base, inequilátera, redondeada y ápice largamente acuminado, margen minutamente serrada, con pubescencia suave esparcida en el haz y densa en el envés (Ospina-Sánchez y Morales-Morales, 2018). Las flores femeninas pueden ser solitarias en racimos o en espigas, pequeñas o sésiles. El fruto es una drupa o nuez revestida por un mesocarpo carnoso (Vásquez, 1996).

### **2.1.4. Composición**

Ulloa y Jorgesen (1995), manifiesta la composición de *J. neotropica*, según su estructura morfológica:

- La corteza contiene un tanino elágico.
- La pulpa del fruto es rica en ácido málico y oxálico.
- Las hojas tienen un aceite esencial y alcaloide: la juglandina, juglona y polifenol.
- La almendra de la semilla del nogal sirve de alimento, contiene entre 60% y 65% de aceites.

### **2.1.5. Topografía y suelos**

En general *J. neotropica* se define como una especie preferente hacia suelo profundos y bien drenados, además de sueltos y arenosos medio limosos, razonablemente fértiles, preferiblemente con pH neutro a un poco ácido (Barreto-Ávila et al., 1990).

La especie prospera en suelos ricos en humus, donde es posible esperar una mayor velocidad de desarrollo, una mejor talla y porte además de que su fructificación es mayor (Torres-Romero, 1983), se la puede encontrar en laderas, cercos, vivos y bordes de cultivos como su lugar de hábitat (Ramírez-Viena et al., 2020).

### **2.1.6. Fructificación**

Según Yamamoto y Barra (2003); Gómez y Toro (2007) la fructificación se da entre enero a septiembre, encontrando alto aborto de frutos antes del periodo de maduración que comienza en el mes de junio, esta situación puede ser entendida por procesos de hibridación.

Los frutos de seis meses de formación ya son aptos para iniciar su proceso de germinación (López y Piedrahita, 1998) y no antes, ya que estos frutos son climatéricos, esto quiere decir, una vez caen del árbol ya no continúan con su proceso de maduración y desarrollo (Barreto-Ávila et al., 1990; Ospina et al., 2003)

### **2.1.7. Importancia ecológica**

*J. neotropica* se destaca a nivel cultural, económico y ecológico (García et al., 2007; Chusquillo, 2014; Azas, 2016; Rangel, 2018). Su importancia se asocia con los diferentes usos, desde el embellecimiento de zonas verdes y revegetalización de ecosistemas, hasta los servicios ecosistémicos que brinda, “como filtrar el aire” (Arroyave-Maya et al., 2019); preservar reservorios genéticos, generar sombra y evapotranspiración, reducir el volumen de agua de escorrentía, conservar la biodiversidad, hábitat y alimento de la fauna silvestre, ofrece frutas y

fuentes de uso medicinal (Dobbs et al., 2018; Veintimilla, 2022), pueden ser consideradas un especie potencial para la reforestación, restauración, enriquecimiento y manejo de poblaciones silvestres (Inga y Del Valle, 2017).

### **3.1. Alelopatía**

La alelopatía se encarga de estudiar los metabolitos secundarios que producen las plantas para defenderse cuando perciban estímulos antagónicos externos que le causan daño a su estructura, estos alelos químicos son conocidos como fitoalexinas (Sarheed et al., 2020).

Estos compuestos pertenecen a diferentes categorías tales como: fenoles, terpenos, alcaloides, poliacetilenos, ácidos grasos y péptidos de diferentes órganos, incluyendo hojas, flores, frutos y capullos de muchas especies de plantas (Almeida-Bezerra et al., 2020)

#### **3.1.1. Alelopatía de *Juglans neotropica***

Según Masías (2007); Sandoval y Venegas (2009); Hurtado (2014) el género *Juglans* almacenan propiedades alelopáticas dentro de sus capullos, de las cáscaras de las nueces, la raíz, corteza, hojas, y frutos, de ello se extrae sustancias como la ictiotóxica y fungistática, insumos que son usadas en comunidades selváticas para la pesca artesanal.

La concentración de juglona en el suelo se mantiene por realimentación constante a partir de los árboles de nogal (Sampietro, 2001; Vaca y Palacios, 2023). Los compuestos alelopáticos son liberados en mayores cantidades cuando las plantas se encuentran bajo stress (Wu et al, 1999). Esto implica que las condiciones de stress externas, como déficit hídrico, de nitrógeno y elevadas temperaturas, regularían a estos genes, promoviendo la biosíntesis de aleloquímicos y estimulando el movimiento de los mismos desde el interior de la planta hacia el ambiente exterior (Bosch-Rodríguez y Ugarte-Pollio, 2012).

#### **4.1. Diversidad asociada al *Juglans neotropica***

#### **4.1.1. Diversidad**

La diversidad comprende una gran variedad de especies entre ellas silvestres y domesticadas de cada especie de plantas, animales, hongos y microorganismos asociada con los agroecosistemas y, en general, con los sistemas rurales de producción de alimentos y materias primas (Altieri y Nicholls, 2019).

El aumento de la diversidad favorece la diferenciación de hábitat, incrementa las oportunidades de coexistencia y de interacción entre las especies y generalmente lleva asociado una mayor eficiencia en el uso de los recursos (Alonso y Penella, 2013).

#### **4.1.2. Flora**

*Juglans neotropica* es apta para sistemas agroforestales, en cultivos de café, en huertos familiares, árboles en linderos y de especie de sombra en potreros (Stone et al, 2009).

Por sus altos contenidos tánicos (hojarasca) esta especie se cataloga como alelopática impidiendo el crecimiento de algunos individuos a su alrededor, pero si es recomendable asociarla con leñosas que fijen nitrógeno y tengan una tasa de crecimiento igual a la del nogal o tomando precauciones para que el nogal no se deje dominar (Corporación de Desarrollo Forestal y Maderero de Ecuador [CORMADERA]- Organización Internacional de Maderas Tropicales [OIMT], 1997), favoreciendo la conformación de comunidades vegetales afines, con familias botánicas como Fagaceae, Betulaceae, Casuarinaceae, Myricaceae, Urticaceae y Fabaceae (*Inga sp.*)

Además, las raíces de nogal presentan distintas asociaciones benéficas debido a que tiene micorrizas arbusculares de los géneros *Glomus sp.* y *Archaeospora sp.*, incluso encontrando naturalmente en la especie nódulos nitrificantes. Esta situación, aunque ventajosa para la especie, no facilita su velocidad de germinación encontrando semillas que una vez caídas del árbol tardan alrededor de 300 días para germinar (Manning, 1978; Fjellstrom y Parfitt, 1995; Manos y Stone,

2001; Yamamoto y Barra, 2003; Ospina et al., 2003; Ortega, 2007; Günter et al., 2008; Sandoval y Venegas, 2009; Stone et al., 2009; Haug et al., 2010; Aponte y Sanmartín, 2011; Palomeque, 2012; Añazco et al., 2014).

#### 4.1.2. *Fauna*

Los frutos de nogal que alcanzan la madurez son dispersados por animales y fuentes de agua (Masías, 2007; Stone et al., 2009; Reynel y Marcelo, 2010; Aponte y Sanmartín, 2011; Palomeque, 2012; Armijos y Sinche, 2013; Hurtado, 2014; Chusquillo, 2014).

Toro-Vanegas y Roldán-Rojas (2018) menciona que *J. neotropica* Diels es un hábitat y fuente de recursos alimenticios que alberga fauna silvestre como aves e insectos. A medida que se incrementa la cobertura arbórea, aumenta también la presencia de aves en dichos paisajes (Enríquez et al, 2013).

La estratificación de la vegetación dificulta a los insectos la localización de su alimento y la permanencia en pequeños sectores favorables cuando las condiciones microclimáticas son muy fraccionadas (Sarandón y Flores, 2014)

#### 4.1.3. *Insectos - Plagas de Juglans neotropica*

La presencia de insectos influye de manera benéfica y perjudicial al nogal. A continuación, se presenta insectos-plaga asociados al *J. neotropica* (Tabla 2).

**Tabla 2**

*Insectos - Plagas asociadas a Juglans neotropica*

<b>Plaga</b>	<b>Taxonomía</b>	<b>Características</b>
Zeuzera sp	Orden: Lepidóptera nocturna Familia: Cossidae	Realiza galerías en las hojas y en la madera de las ramas jóvenes, provoca la muerte.
Callaphis Juglandis	Orden: Hemíptera Familia: Aphididae	Pica y daña el haz de la hoja.

Chromaphis juglandicol		Presenta daños en el envés de la hoja. Disminución de la actividad fotosintética y defoliación prematura de la planta.
Xyleborus sp.	Orden: Coleóptera Familia: Scolytidae	Perfora la madera -barrenador.
Frankliniella occidentalis	Orden: Thysanoptera Familia: Thripidae	Deforman o causan cicatrices en las hojas, flores y frutos.
Hypsipyla grandella Zeller	Orden: Lepidóptera Familia: Pyralidae	Barrenado, taladra los brotes de árboles.
Gretchena garai Miller	Orden: Lepidóptera Familia: Tortricidae	Perforaciones en las hojas y los brotes tiernos que causa necrosis en la yema apical.
Cigarras	Orden: Hemíptera Familia: Cicadellidae	Lesiones leves en las ramas y tallos.
Metascarta impressifrons	Orden: Homoptera Familia: Cicadellidae	En la fase de vivero, daño en el área foliar.

---

**Fuente:** Hernández et al. (2003)

#### 4.1.4. *Insectos benéficos*

Su función aplica como controladores biológicos, entre los cuales se destaca *Condylostilus sp* conocida como la mosca patona y la hormiga terciopelo. El reconocimiento previo de estos insectos es fundamental ya que permite el establecimiento de prácticas culturales limpias en el manejo en vivero de plántulas de *J. neotropica* (Oliveros, 1999).

En cuanto a los árboles adultos de nogal se encontró susceptibilidad del fruto maduro al ataque de la mosca de la fruta, *Drosophila melanogaster*, cuyos huevos son depositados sobre el epicarpio del fruto permitiendo que las fases larvadas de la mosca se desarrollen dentro del fruto, con lo cual, se forman galerías que aceleran la pudrición del fruto y favorecen la acción de organismos saprófitos (Oliveros, 1999).

A *J. neotropica* se le ha considerado con alto potencial polinífero en proyectos de apicultura (polen) con *Apis mellifera* (Sayas y Huamán, 2009).

## 5.1. Variables microclimáticas

### 5.1.1. Clima

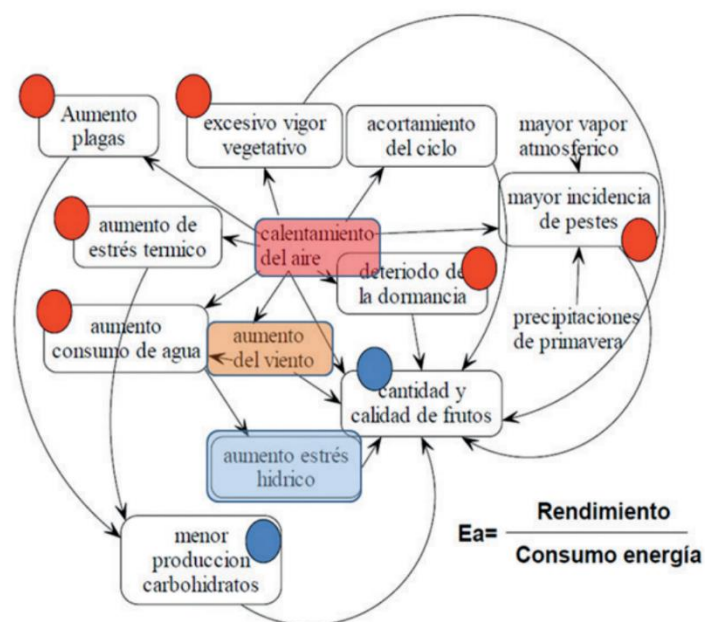
El clima puede influir en aspectos de la morfología y reproducción de las especies (Iglesias, 2021). El clima es el principal factor ecológico a escala regional y su influencia se expresa principalmente en los cambios de la fisonomía de la vegetación y composición florística (Farfán, 2018).

### 5.1.2. Características microclimáticas

La conexión y concatenación de dichos regímenes con sus correspondientes feedbacks (Figura 1), donde se aprecia que alteraciones en cualquiera de los mismos se propagan al resto, y de esa manera afectan a todo el sistema agroclimático (Poblete, 2016).

**Figura 1**

*Interacciones y feedbacks producidos por alteraciones en el régimen hídrico, térmico y eólico*



*Nota: Rojo= consecuencia del calentamiento del aire; celeste = consecuencias del aumento/déficit hídrico.*

**Fuente:** Poblete (2016)

### 5.1.3. *Temperatura*

El nogal es propio de climas fríos o relativamente fríos resisten temperaturas invernales y calor muy fuerte en el verano, pero una baja de temperatura excesiva en plena floración hace perder la totalidad de la cosecha. Además, pueden ocasionar daños por heladas en las inflorescencias masculinas, brotes nuevos y pequeños frutos, que interfieren muy negativamente en su crecimiento (Lojan, 1992); Ulloa, 1995).

Los vientos provocan la caída prematura de hojas. El desarrollo es mejor en suelos con pendientes bajas y bien aireadas. En el Ecuador crece bien en climas sub-calidos y temperados sean secos o húmedos (Lojan, 1992).

### 5.1.4. *Humedad*

Comparativamente nogal, no tolera la neblina, nubosidad, ni alta humedad relativa; por el contrario, tolera relativamente mejor los vientos fuertes, las heladas, el periodo seco algo más largo y la insolación directa (CORMADERA-OIMT, 1997).

Las temperaturas superiores a los 38°C acompañadas de baja humedad es posible que se produzcan quemaduras por el sol en las nueces de nogal más expuestas, si esto sucede las nueces resultarán vacías, pero si es más tarde las semillas pueden arrugarse u oscurecerse (Muñoz, 1993).

Por otro lado, (Sistema de Información del Sector Agropecuario [INFOAGRO], (2009), menciona que “las observaciones en huertos familiares demuestran que las plantas crecen mejor en asociación con árboles como *Erythrina edulis* y *Juglans neotropica*, propiciando que formen un microclima más húmedo, con menor deshidratación del suelo y una luz difusa”.

El desarrollo de *J. neotropica* se ve afectada por la falta de humedad en la atmósfera es decir la baja de humedad relativa. Al combinarse con altas temperaturas y la velocidad del viento, hace que el follaje de las plantas pierda una excesiva cantidad de agua, lo cual favorece al



marchitamiento de los frutos al chamuscado de las hojas, marchitez temporal o permanente de los frutos (INFOAGRO, 2009).

## **6.1. Variables edáficas**

### **6.1.1. Suelo**

El rendimiento de *J. neotropica* decae en zonas erosionadas o con subsuelo compacto, y lo que es peor, se toma muy susceptible a las plagas, especialmente en zonas húmedas. En terrenos pesados, donde no logra madurar por completo sus brotes del año, se obtiene fructificación escasa, el leño resulta menos compacto y no alcanza el desarrollo esperado (CORMADERA-OIMT, 1997). En la sierra ecuatoriana se ve estimulado en presencia de nitrógeno, fósforo y calcio que son elementos deficitarios en la mayoría de estos suelos.

### **6.1.2. Hojarasca**

La hojarasca se refiere a la capa de hojas secas, ramas y otros materiales vegetales que se acumulan en el suelo de un bosque o área natural. “Estos residuos constituyen una fuente valiosa de materia orgánica que después de sufrir procesos de descomposición liberan elementos nutritivos, que se incorporan al suelo para ser nuevamente utilizados por las plantas” (Laossi et al, 2008) y la descomposición de este material es el principal proceso de reciclaje de nutrientes en un ecosistema.

El proceso de descomposición inicia cuando cae la hojarasca al suelo, esta a su vez, está controlado por factores internos como el clima, la cantidad y la naturaleza de los microorganismos y animales descomponedores que están presentes en el suelo (Coûteaux et al, 1995). Esta es la fuente de carbono para la síntesis del humus del suelo, así como fuente de energía y nutrientes para microorganismos e invertebrados que participan en su fraccionamiento y descomposición (Rave-Oviedo, 2013).

### 7.1. Estudios similares

Lee et al. (2018) realizaron una investigación sobre plagas de áfidos asociados al género Juglans, *Chromaphis juglandicola*, *Monelliopsis caryae* y *Panaphis juglandis*, en base a la taxonomía del estudio de pulgones en Corea. Según los recientes estudios de investigación sobre las plagas del nogal (Sharma et al, 2012), los pulgones (Hemíptera de la familia Aphididae). Las plagas de áfidos reducen la calidad de la nuez, inhibe el crecimiento de las plántulas, y causa fumagina (Jaskiewicz y Kmiev, 2007).

Se considera la investigación de Fassbender (1987) donde indica que la presencia de P (Fosforo) está asociada directamente al contenido de materia orgánica, los residuos plantas (hojarasca) y presencia de edafofauna.

Navarro-García (2003) en su estudio manifiestan que la abundancia edáfica está ligada al contenido de MO; debido a la disponibilidad de un medio de alimentación. Por su parte la MO el alto contenido es debido a la diversidad de especies arbóreas y arbustivas que proporcionan cobertura al suelo que su vez protege al suelo de la erosión y pérdida de la humedad.

Cabrera et al. (2012) en su investigación “Riqueza y abundancia de la macrofauna edáfica en cuatro usos de la tierra en las provincias de Artemisa y Mayabeque, Cuba. Pastos y Forrajes”, indica que la abundancia de los colémbolos muestra la calidad de suelo. Es decir que la presencia de colémbolos aumenta la fertilidad y estabilidad nutricional biológica.

## CAPITULO II

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 2. Ubicación del lugar

##### 2.1. Política

El área de estudio corresponde a dos agroecosistemas ubicados en la Provincia de Imbabura. En el primer caso se consideró una plantación pura, la cual se encuentra en la parroquia San Francisco de Natabuela perteneciente al Cantón Antonio Ante, mientras en el segundo caso se realizó en arboles de lindero localizados en la parroquia San Antonio, sector Bellavista del Cantón Ibarra.

##### 2.2. Geografía del sitio

El agroecosistema de plantaciones puras posee una extensión de 977,92 m<sup>2</sup>, en tanto que, el predio en el cual se encuentran los árboles de lindero tiene un área de 10563,43 m<sup>2</sup>; considerando el área de influencia del sistema (Figura 2). Se encuentran en las siguientes coordenadas (Tabla 3).

**Tabla 3**

*Ubicación geográfica de los dos agroecosistemas ubicados en los cantones Antonio Ante e Ibarra.*

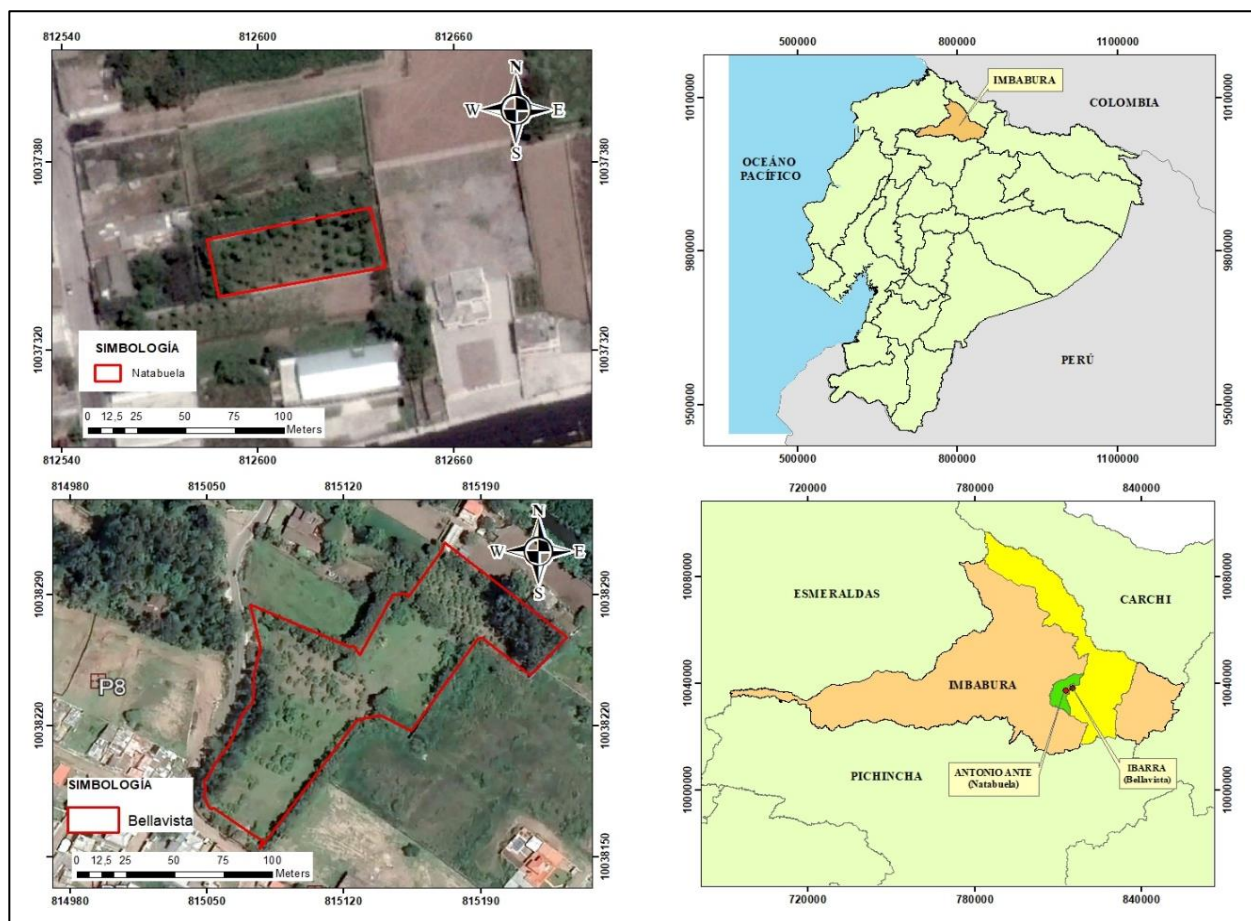
*(DATUM: WGS84, ZONA 17 S)*

Puntos	Natabuela - Cantón Antonio Ante		Bellavista - Cantón Ibarra	
	Coordenadas		Coordenadas	
	X	Y	X	Y
1	812638, 968433	10037346, 512568	815078, 248139	10038159,065948
2	812588, 169256	10037336, 980799	815052, 061936	10038175,547388
3	812584, 376118	10037355, 239239	815072, 083233	10038284,448689
4	812633, 949615	10037365, 434645	815128, 018906	10038257, 794871
5			815170, 337921	10038313, 804535
6			815215, 3675	10038246, 864989

A continuación, se presenta el mapa de ubicación geográfica de los dos sitios localizados en el cantón Antonio Ante y cantón Ibarra pertenecientes a la provincia de Imbabura (Figura 2).

**Figura 2**

*Mapa de ubicación del área de estudio de Natabuela y Bellavista*



### 2.3.Límites

El predio de plantación pura limita al norte con la propiedad del señor Manuel Cerón Arteaga, al sur con la propiedad del señor Hugo Angamarca (Taller de confecciones), al este con la calle pública García Moreno y al oeste con el callejón- canal de agua para regadío.

El predio de árboles de lindero limita al norte con el predio del señor Santiago Padilla, al sur con la vía pública – entrada a la hostería Agustín Delgado, al este con la propiedad del señor Segundo Acosta y al oeste con el predio del señor Juan Carlos Andrade.

## **2.4. Caracterización edafoclimática del lugar**

### **2.4.1. Suelo**

Los suelos de la parroquia San Francisco de Natabuela pertenecen al orden molisol, son generalmente profundos, de textura franco arenoso, franco a franco limosa. Son de dos tipos: en el primer caso jóvenes formados por procesos volcánicos y en el segundo caso son bien desarrollados; se caracterizan por estar presentes en un clima templado, característico de Natabuela. La topografía varía entre ligeramente inclinada a moderada en la parte alta de la parroquia y son ricos en materia orgánica (Gobierno Autónomo Descentralizado San Francisco de Natabuela [GAD], 2019).

En cuanto a la Parroquia San Antonio de Ibarra los suelos pertenecen al orden molisol, son utilizados para cultivos agrícolas, pastos, para fines forestales y uso de fauna silvestre. Son profundos, productivos, de fácil laboreo; tienen una topografía plana a ligeramente ondulada y fuerte, de textura arenosa, franco arcillosa y arcillosa. Existen dos tipos: en el primer caso suelos jóvenes y en el segundo caso suelos de pradera de color oscuro que se desarrollaron a partir de sedimentos minerales en climas templado húmedo a semiárido (Gobierno Autónomo Descentralizado San Antonio [GAD], 2019).

### **2.4.2. Clima**

La parroquia San Francisco de Natabuela “presenta un clima ecuatorial mesotérmico semi-húmedo. Se caracteriza por tener precipitaciones anuales que oscilan entre 500 y 1250 mm; la temperatura varía de 5°C a 20°C; se encuentra a una altitud que va desde 2400 a 4621 msnm” (GAD San Francisco de Natabuela, 2019).

El tipo de clima que se presenta en la parroquia San Antonio de Ibarra “es ecuatorial mesotérmico semi húmedo, como también un clima ecuatorial de alta montaña que representa la mayor parte del territorio parroquial. Las temperaturas en el territorio van desde los 12°C a 20°C. Su precipitación varía de 500 mm/año y los 1200mm/año” (GAD San Antonio, 2019).

## 2.5. Materiales, equipos y softwares

Los materiales, equipos y softwares que se utilizaron para la investigación científica se presentan en la Tabla 4, mismos que se detallan a continuación.

**Tabla 4**

*Materiales, Equipos y softwares*

<b>Materiales de campo</b>	<b>Equipos</b>	<b>Softwares</b>
• Hoja de campo	• Computador	• ArcGIS 10.5
• Material de transferencia	• Navegador GPS	• Microsoft Word
• Estacas de madera	• Cámara fotográfica	• Microsoft Excel
• Piola	• Balanza	• Google Earth
• Fundas Zipper	• Termómetro	• Merlín
• Recipientes	• Higrómetro	• Ebird
• Machete	• Binoculares	• Infostat
• Papel periódico	• Clinómetro forestal	• Otras aplicaciones
• Fundas de basura	• Calibrador	
• Alcohol de 70%	• Brújula	
• Espray rojo	• Estereoscopio	
• Tijera podadora		
• Cinta métrica		
• Pinzas		
• Cajas Petri		

## 2.6. Metodología.

El método aplicado fue de tipo descriptivo que permitió representar hechos o fenómenos y variables de estudio para establecer comparaciones cualitativas y cuantitativas. Del mismo modo, analizar conclusiones y recomendaciones de la presente investigación.

### 2.6.1. Universo

Se consideró como universo a todos los individuos existentes de *Juglans neotropica*, en los dos agroecosistemas; en plantaciones puras con 99 individuos y en los árboles en linderos 96.

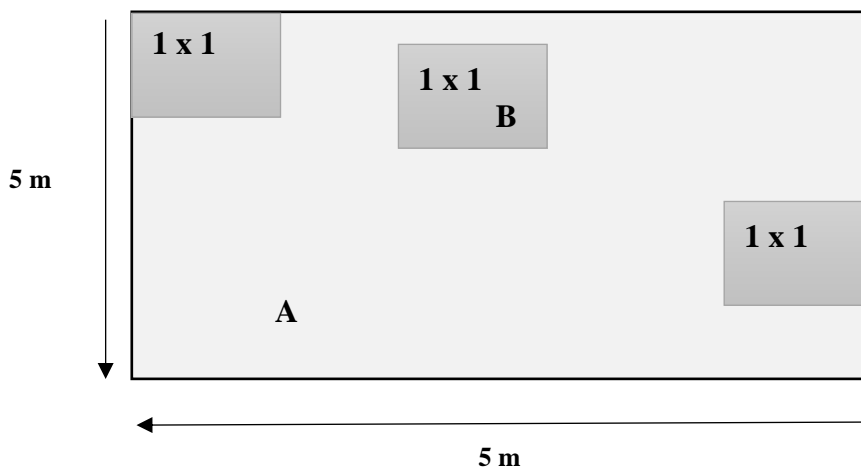
### 2.6.2. Metodología: Objetivo 1

#### 2.6.2.1. Flora a nivel de una Plantación pura

Para identificar la flora asociada en la plantación pura de *Juglans neotropica*, se instaló 10 parcelas al azar de 5 x 5 m<sup>2</sup>, dentro de ellas se establecieron tres subparcelas de 1 x 1 m<sup>2</sup> ubicadas en forma diagonal a distancias homogéneas (Aguirre, 2013). En las parcelas A (5x5 m<sup>2</sup>) se consideraron todos los árboles superiores a 5 m de altura, arbustos presentes de hasta 5 m y las subparcelas B (1x1 m<sup>2</sup>) se tomó en cuenta hierbas y la regeneración natural (Figura 3).

### Figura 3

*Diseño de parcelas para determinar la flora asociada a Juglans neotropica*



### 2.6.2.2. Flora a nivel de una práctica agroforestal árboles en lindero

Para la identificación de la flora asociada al nogal se empleó la metodología de transectos propuesta por Gentry (1982). Para esto se realizaron 10 transectos de 50x2 m separados cada uno por 10 m. Se censaron todos los individuos, se colectaron muestras y se midió su DAP y altura. Además, se consideraron los arbustos presentes hasta 5m altura.

En la metodología seguida para las subparcelas 1, 3, 5, 7, 9 en áreas de 2 x 2 m, se evaluaron todos individuos, hierbas y regeneración del nogal. También, se consideró este aspecto para la toma de datos. Se presenta las categorías de regeneración natural para su respectivo análisis e interpretación (Tabla 5).

**Tabla 5**

*Categorías de regeneración natural*

<b>Categorías de regeneración</b>
<b>1</b> Plántulas: 1 a 30 cm de altura
<b>2</b> Brinzal: (0,30 a < 1,5 m altura)
<b>3</b> Latizal bajo: (1,50 m altura y 4,9 cm DAP)
<b>4</b> Latizal alto: 5 cm a 9,9 cm DAP

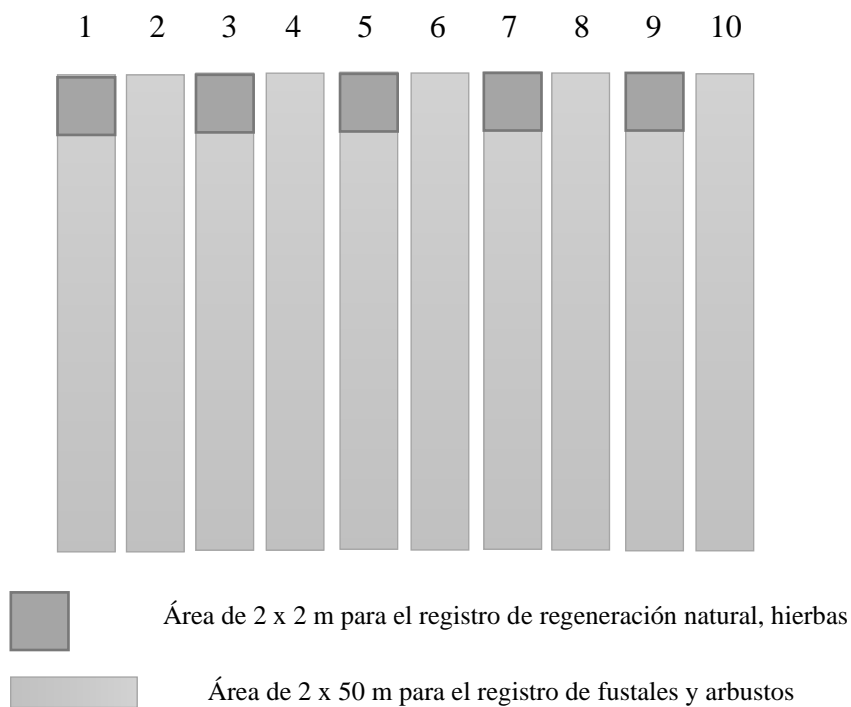
**Fuente:** Cárdenas et al. (2008)

A continuación, se observa la gráfica de los transectos que se realizó en árboles en linderos (Figura 4).

**Figura 4**

*Representación gráfica del muestreo de vegetación por categorías de crecimiento. Empleando una modificación del método de parcelas tipo Gentry.*





### 2.6.2.3. Recolección de muestras botánicas

De acuerdo con Palacios (2016) se procedió a recolectar dos muestras botánicas de cada individuo “(fértil e infértil) las cuales no excedieron de 30 cm de longitud”. Este proceso se realizó con la ayuda de tijeras podadoras de mano; las muestras fueron desinfectadas y ubicadas en papel periódico para finalmente transportarlas en prensas de madera previamente elaboradas.

### 2.6.2.4. Identificación taxonómica

Para la identificación de especies, en primera instancia se siguió un proceso de secado y montaje, luego fueron llevadas al herbario de la Universidad Técnica del Norte para su identificación, acorde a la metodología de Palacios (2002), quien plantea que el reconocimiento debe realizarse mediante similitudes vegetativas y el diagnóstico dendrológico de cada muestra botánica. Entre los caracteres que se tomó en cuenta para su identificación fueron:

- Hojas: tipo (simples, compuestas, alternas, opuestas, paripinnadas entre otras) aspectos o características forma de la hoja, margen y nervaduras.
- Inflorescencia y flores: tipo, ubicación sobre la planta, forma, olor y color.
- Frutos: tipo (baya, capsula, drupa, entre otros). A lo que se suma la forma y disposición en la que se presenta en la planta.

#### **2.6.2.5. Fauna para los dos agroecosistemas.**

Para el estudio de fauna se desarrolló a través de la cuantificación de aves e insectos dentro de la macrofauna del suelo, mediante un censo muestral en árboles de lindero y la plantación pura, que consistió en el conteo completo de individuos (Cabrera et al, 2011).

##### **- Insectos**

El tamaño de muestra se ejecutó en función de lo mencionando por Chanatásig (2014) quien en su estudio propone, para plantaciones forestales la selección aleatoria de cuatro puntos de muestreo, cada una consta de un árbol. En este sentido, cuatro trampas pitfall fueron colocadas en las parcelas previamente establecidas (Figura 3).

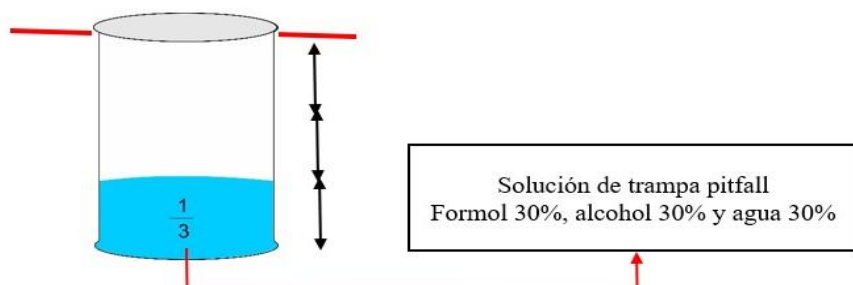
Para los árboles en linderos se realizó un procedimiento de muestreo donde se distribuyeron las trampas pitfall, estas fueron ubicadas en las subparcelas de 2 x 2m (Figura 4), a una distancia de siete metros con respecto a la proyección de copa de los linderos, dando un total de 10 trampas pitfall (Roel y Terra, 2006)

Las trampas pitfall tuvieron dimensiones de siete cm de diámetro por diez cm de profundidad. Estas permanecieron a nivel del suelo durante 72 horas, tiempo estimado para la colección de ejemplares representativos del área de estudio (Ramírez y Enríquez, 2003). Las trampas, estaban conformadas por una mezcla de alcohol al 70 %, formol y agua; en una composición de 1/3 del volumen del frasco (Figura 5). Posteriormente, las trampas fueron

retiradas, codificadas y llevadas al laboratorio entomológico de la Universidad Técnica del Norte para la respectiva identificación.

### Figura 5

*Composición de solución preservante y dirección de trampa pitfall*



**Fuente:** Yamberla (2017)

#### - Aves

Se efectuó la observación de aves en los dos sitios a través de conversatorios con propietarios de los predios e investigaciones bibliográficas se obtuvo información secundaria de las posibles especies de aves que se encuentren en los mismos y se realizó dos visitas de campo para el avistamiento, mediante el uso de binoculares (Proaño, 2021) con una potencia de 10x50 en horarios de la mañana (6:00 am a 8:00 am) y tarde (16:00 a 18:00 pm).

Según lo planteado por Martínez (2014), se tomó en consideración parámetros cualitativos para evidenciar sus principales características que ayudaron a la identificación de las especies (Tabla 6).

### Tabla 6

*Parámetros cualitativos para identificar aves*

<b>Pistas Básicas</b>
Silueta, forma y tamaño
Su plumaje y coloración

Sus preferencias de hábitat

Su voz, llamado o canto

---

Además de ello, se utilizó plataformas digitales como la aplicación Merlín que tiene una base de datos sobre aves del noroccidente del Ecuador, Ebird como también la aplicación Picture Bird de las aves del Ecuador. Y para validar la información del avistamiento fue llevada a juicio de expertos en el campo con la finalidad de obtener una mejor identificación de especies.

Una vez obtenida esta información se procedió al respectivo análisis mediante los índices planteados.

#### **2.6.2.6. Análisis de diversidad – flora y fauna.**

Para el presente estudio se evaluó la diversidad alfa ya que se estudia una zona específica la cual es posible medir a través de los siguientes índices:

##### **- Índice de diversidad de Shannon**

Este índice mide los valores de uniformidad de importancia a través de todas las especies de la muestra. Se basa en el principio del grado de incertidumbre en predecir la especie que pertenecerá un individuo escogido al azar de una muestra. Para su cálculo, se usa la ecuación 1. (Ec.1) (Aguirre, 2013).

$$H = \sum_{i=1}^S (P_i) \times (\log_n P_i) \quad \text{Ec.1}$$

Donde:

H=Índice de diversidad de especies

P<sub>i</sub>= Proporción de la muestra que corresponde la especie

S= Número de especies

Log n= logaritmo natural

Para la interpretación se realizará basándose en los rangos de valor como se muestra en la tabla 7.

**Tabla 7**

*Interpretación de valores obtenidos por el índice de Shannon*

Rangos	Significado
0-1,35	Diversidad baja
1,36-3,5	Diversidad media
Mayor a 3,5	Diversidad Alta

**Fuente:** Aguirre (2013)

- **Índice de dominancia de Simpson**

Este índice manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra pertenezcan a la misma especie y su cálculo se realiza a través del uso de la ecuación 2 (Ec. 2) (Aguirre, 2013).

$$\sigma = \sum (P_i)^2 \quad \text{Ec. 2}$$

Donde:

$\sigma$ = Índice de dominancia

$P_i$ = Proporción de individuos registrados en cada especie ( $n/N$ )

$n$ = Número de individuos de la especie

$N$ = Número total de individuos

Los resultados se interpretarán de acuerdo a lo establecido en la tabla 8.

**Tabla 8**

*Interpretación de valores obtenidos del índice de Simpson*

<b>Valores</b>	<b>Significancia</b>
0-0,33	Diversidad baja
0,34-0,66	Diversidad media
>0,67	Diversidad alta

**Fuente:** Aguirre (2013)

### **7.3. Metodología: Objetivo 2**

Para el desarrollo de este objetivo se consideró las variables microclimáticas y edáficas, asociadas a la especie en árboles de lindero y una plantación pura.

#### **7.3.1. Variables microclimáticas**

Las variables microclimáticas estudiadas fueron temperatura y humedad relativa, para lo cual se obtuvo información a través de instrumentos especiales como un higrómetro y termómetro ambiental. Se empleó dos instrumentos para la toma de datos (Figura 6 - Tipo A dentro) y (Figura 7 - Tipo B fuera) del área de investigación, tres veces al mes en tres distintos horarios que abarca la mañana (7:00 hasta 8:00), medio día (12:00 hasta 12:15) y tarde (15:00 hasta 16:00), durante 6 meses, obteniendo valores tanto dentro de los dos agroecosistemas y fuera del mismo, para su respectivo análisis.

#### **Figura 6**

*Instrumento de humedad y temperatura (TIPO A - Dentro)*



Nota: Presenta un error de  $\pm 0,5$  °C y de humedad relativa de  $\pm 3\%$

### Figura 7

Instrumento de humedad y temperatura (TIPO B - Fuera)



Nota: Presenta un error de  $\pm 1$  °C y de humedad relativa de  $\pm 2 - 3\%$

### 7.3.2. Variables edáficas

Para la evaluación edáfica se comparó el análisis de la composición química dentro y fuera de los dos agroecosistemas, el total de muestras analizadas fueron cuatro. Primero se procedió a diferenciar las áreas de muestreo.

Para la toma de una muestra representativa del suelo, se extrajo 20 submuestras a una distancia de 10 m en forma de zigzag a 20 cm de profundidad y se obtuvo un kg de sustrato del área de estudio (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario [AGROCALIDAD], 2018). En el caso de los árboles de lindero, se tomó la muestra debajo de la copa a ocho metros alejado del tronco. Al momento de la extracción, se limpió la superficie del suelo descartando todo resto de césped y/o rastrojo (Yamberla, 2017).

Una vez obtenidas las muestras representativas de cada sitio se procedió a embalar y separar en fundas zipper para luego identificarlas mediante la respectiva codificación del lugar recolectado y la altitud a la que se encuentra como lo certifica AGROCALIDAD.

Finalmente, las muestras de suelo fueron enviadas a los laboratorios de AGROCALIDAD, ubicados en la ciudad de Quito para el respectivo análisis de las propiedades químicas: pH, materia orgánica, macronutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio) y micronutrientes (calcio, magnesio, cobre, hierro, manganeso y zinc).



## CAPÍTULO III

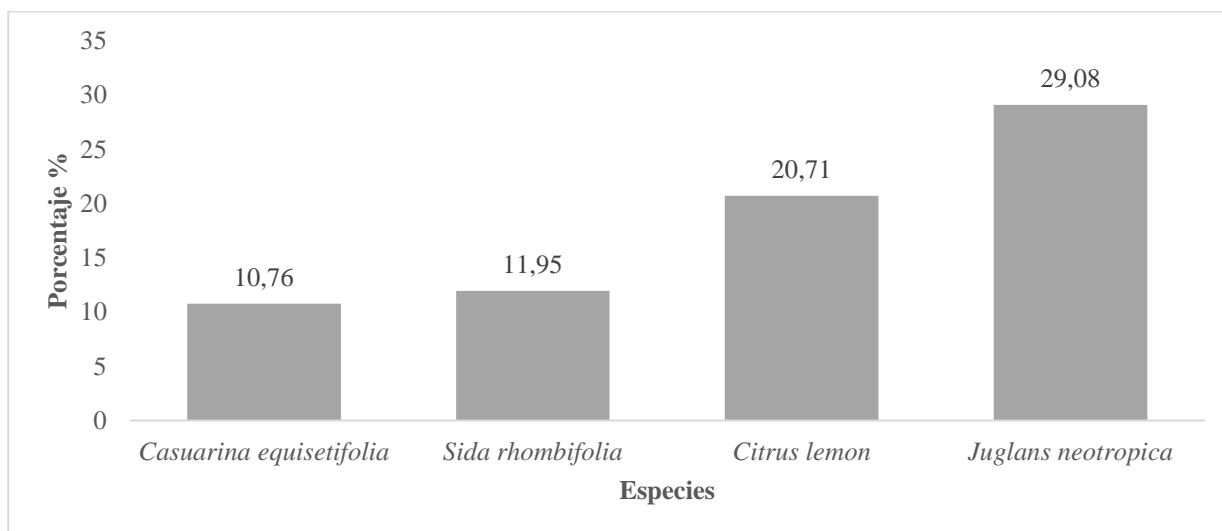
### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Flora asociada a *Juglans neotropica*

El estudio en el agroecosistema árboles de lindero registró 251 individuos, entre árboles, arbustos, hierbas, bejucos y regeneración natural, pertenecientes a 20 familias, 26 géneros y 29 especies diferentes (Anexo 1). Las familias más representativas fueron Casuarinaceae y Rutaceae en la categoría de árboles, la familia Malvaceae a nivel de hierbas y regeneración natural en la familia Juglandaceae. Las especies con mayor número de individuos son *Casuarina equisetifolia* con un valor de 10,76%, la especie *Sida rhombifolia* representa un 11,95%, *Citrus lemon* con el 20,71% y la especie *Juglans neotropica* representa un 29,08% de regeneración natural, esta ocupa el mayor número de individuos debido a los procesos ecológicos normales de dispersión de semillas (Figura 8).

#### Figura 8

*Especies con mayor número de individuos en árboles de lindero de Juglans neotropica*

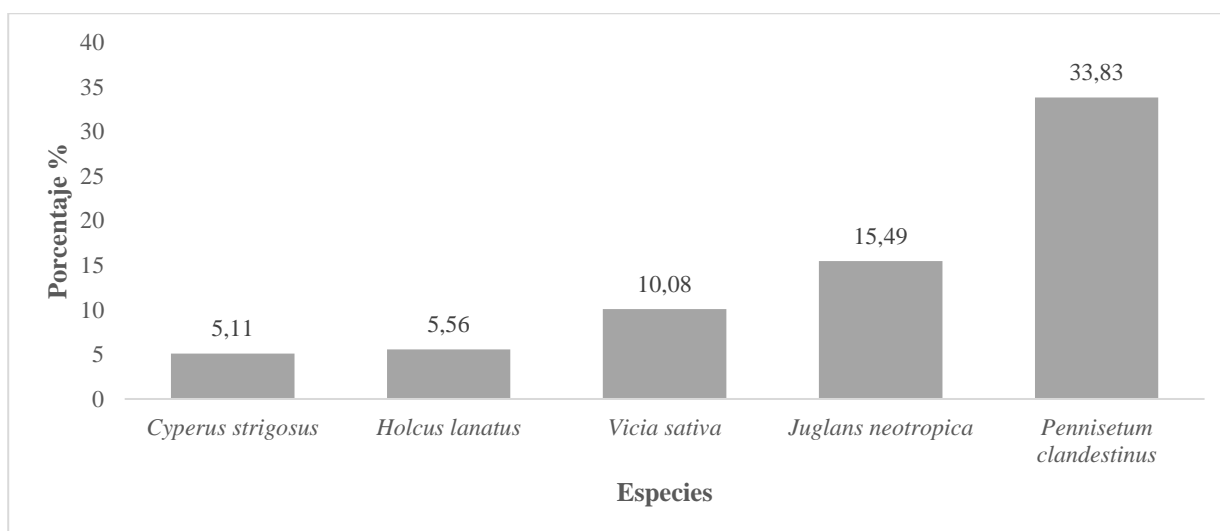


En el caso de la plantación pura, se contabilizó un total de 665 individuos, entre ellos: árboles, arbustos, hierba, bejucos y regeneración natural, correspondientes a 25 familias, 38

géneros y 38 especies diferentes (Anexo 2). Las familias más representativas en el hábito de hierbas son Cyperaceae, Poaceae, Fabaceae y Juglandaceae en regeneración natural. Las especies *Cyperus strigosus* con el 5,11%, *Holcus lanatus* con 5,56%, *Vicia sativa* al 10,08% y *Pennisetum clandestinus* con un valor del 33,83%, las cuales representan el mayor número de individuos dentro del agroecosistema. En cuanto, a la regeneración natural de *Juglans neotropica* resalta su mayor número individuos con el 15,49%, debido a que la alta producción de nueces en las plantaciones puras de nogal proporciona una mayor cantidad de semillas disponibles (Figura 9).

### Figura 9

*Especies con mayor número de individuos en la plantación de Juglans neotropica*



Desde la perspectiva ecológica y por el número de individuos presentes en la plantación de nogal, indica un mayor suministro de recursos como agua, luz solar y nutrientes, esto puede favorecer el crecimiento y desarrollo de cobertura vegetal, lo que a su vez podría resultar una diversidad de especie de flora en comparación con los árboles de lindero que pueden depender de recursos más limitados además de las intervenciones agrícolas.

En cuanto a los hábitos de otras familias que interaccionan con la especie *J. neotropica*, no se puede establecer hábitos de comparación ya que la presente investigación es inédita. Sin embargo, se consideró otros elementos que tienen relación con la especie.

Gunter et al. (1994) indica que los individuos de la familia Juglandaceae presentan mejores interacciones con las familias Fagaceae, Betulaceae, Casuarinaceae y Urticaceae. Esta interacción de acuerdo a Peterson y FairBrothers (1979); Polechko y Clarkson (1986) se debe al método fitoserológico propuesto en su estudio, donde los datos moleculares del gen del cloroplasto *rbcL* sugiere que las Juglandaceae se relacionan mejor con las familias antes mencionadas.

Toro-Vanegas y Roldán-Rojas (2012) mencionan que “la hojarasca por sus altos contenidos tánicos impide el crecimiento de algunos individuos a su alrededor convirtiéndose en una especie alelopática, favoreciendo la conformación de comunidades vegetales afines con su presencia, con familias botánicas” como: Fagaceae, Betulaceae, Casuarinaceae, Myricaceae, Urticaceae y Leguminosas (*Inga sp.*). Adicional a esto, Bravo y Cabello (2001) en su estudio “diversidad del paisaje vegetal en la montaña riojana” en España, señala que la especie *Juglans regia* convive con: Fagaceae, *Fagus sylvatica*, Oleaceae, *Fraxinus sp.*

En el presente estudio se encontró que *J. neotropica* tiene alta regeneración natural en árboles de linderos, al respecto, (Avendaño-Yáñez et al, 2014) en su investigación encontró que la supervivencia de plántulas es favorecida por la cobertura de árboles, no obstante, su crecimiento es mayor en espacios abiertos, por lo que sugieren una tolerancia de las plántulas a la radiación solar.

En cuanto a la regeneración natural es baja en la plantación en comparación con árboles de lindero, esto se debe a la alta concentración de humedad en el sitio de investigación, esto hace, que muchas de las semillas entren a un proceso de descomposición. Además, la presencia de

*Pennisetum clandestinus* afecta al desarrollo de las plántulas de nogal que disminuye así, su capacidad germinativa y aumenta su mortalidad, lo que hace que la regeneración sea escasa debido a los factores antes mencionados lo que corrobora (Toro-Vanegas y Roldán-Rojas, 2018).

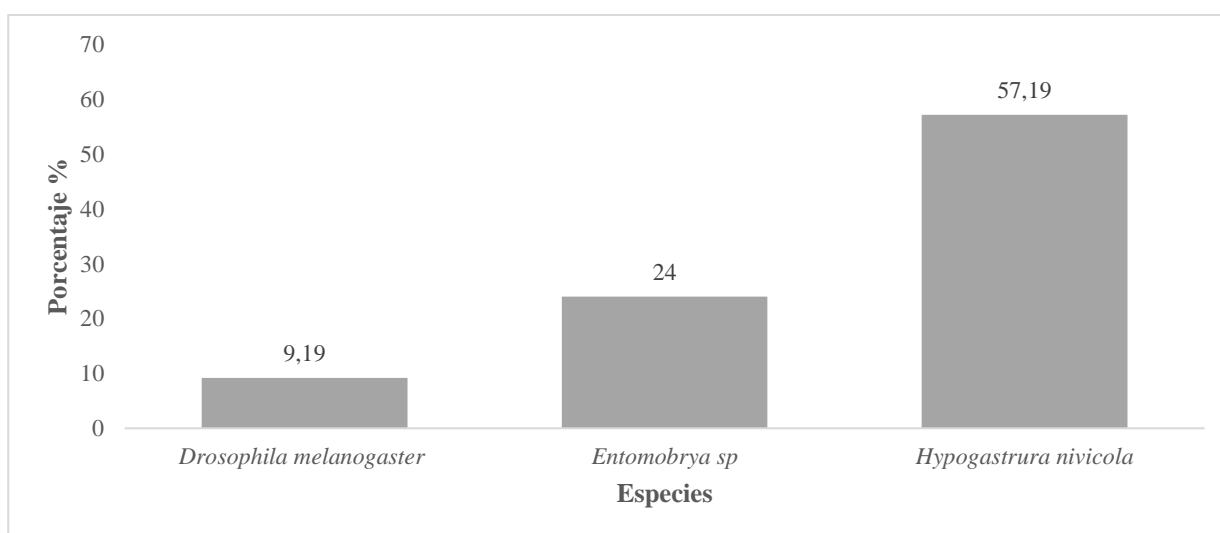
### 3.2. Fauna asociada a *Juglans neotropica*

#### 3.2.1. Insectos

En el análisis de insectos en el agroecosistema de lindero registró un total de 675 individuos, pertenecientes a 9 órdenes, 23 familias, 31 géneros y 31 especies diferentes (Anexo 3). Referente a los órdenes se tiene: Coleópteros, Dípteros, Colémbolos, Hemípteros, Hymenopteros, Trysanopteros, Lepidópteros, Orthopteros y Blattodea. Las familias con mayor número de especies son Drosophilidae, Entomobryidae y Hypogastridae. En cuanto a nivel de especies *Drosophila melanogaster* con el 9,19%, *Entomobrya sp* al 24% y *Hypogastrura nivivola* con un valor de 57,19% (Figura 10). También, se encontraron otros individuos que no pertenecen a la clase insecta como Julida, Isópodos y Araneae.

#### Figura 10

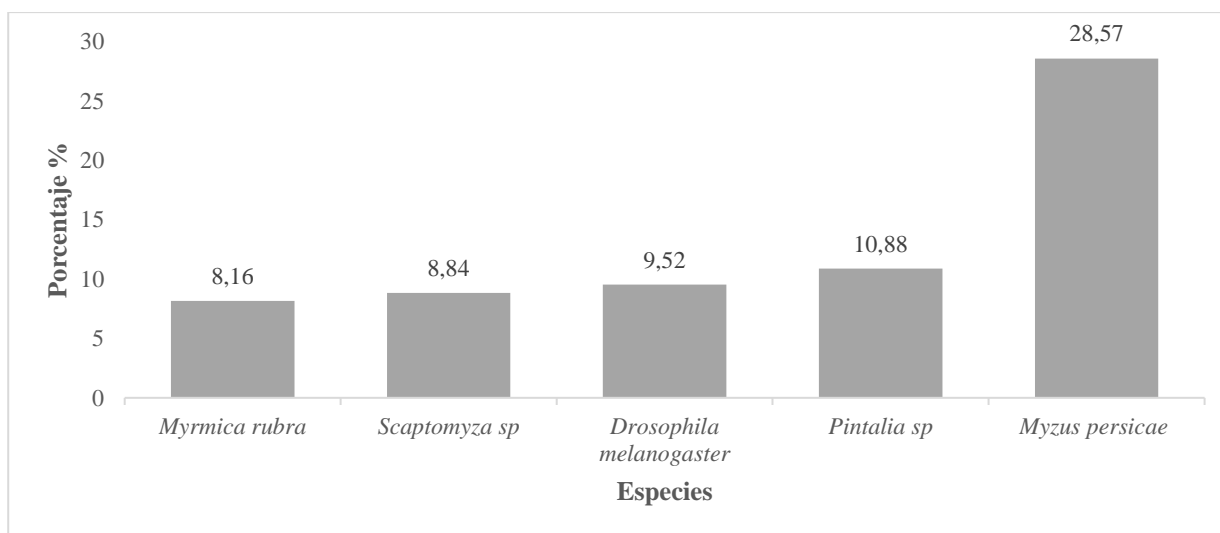
*Individuos por especies más representativos en árboles de lindero de Juglans neotropica en la clase de insecta*



El estudio del agroecosistema de plantaciones registró un total de 147 individuos, que corresponden a 6 órdenes, 16 familias, 24 géneros y 24 especies diferentes (Anexo 4). Con relación a los órdenes se tiene: Coleópteros, Dípteros, Colémbolos, Hemípteros, Hymenopteros, Trysanopteros, entre los más desacatados son Dípteros, Hymenópteros y Hemípteros. Las familias más representativas según el mayor número de individuos son Formicidae, Drosophilidae, Cixiidae y Aphididae. Las especies distintivas en el agroecosistema son *Myrmica rubra* con el 8,16%, *Scaptomyza sp* con 8,84%, *Drosophila melanogaster* con un valor de 9,52%, *Pintalia sp* representa el 10,88% y *Myzus persicae* al 28,57% (Figura 11). También, se encontraron otros individuos que no pertenecen a la clase insecta como Anura, Araneae, Julida, Opiliones y Polydesmida.

### Figura 11

*Individuos por especies más representativos en la plantación de Juglans neotropica en la clase insecta*



En la presente investigación los árboles en lindero de nogal proporcionaron una mayor diversidad de hábitats y recursos para los insectos al encontrarse relacionados con otras especies tales como: frejol, maíz, habas, plátano, café, frutales entre otros; ya que posiblemente, ofrecieron una variedad de alimentos, refugio y sitios de reproducción. En cambio, la plantación de nogal

representó un ambiente aislado que limita la conectividad con otros ecosistemas, lo que puede reducir la movilidad y la diversidad de insectos.

Según Yamberla (2017) indica que el orden Colémbolo se presenta en mayor cantidad bajo linderos. En el estudio realizado se comprobó que el lindero muestra mayor abundancia. Asimismo, indica que la presencia de individuos está ligados al contenido de materia orgánica. También, lo confirma Navarro-García (2003) al manifestar que la macrofauna edáfica está relacionada al contenido de MO. Cabrera (2012) señalan que, la abundancia de los colémbolos muestra la calidad de suelo, es decir, la presencia de estos aumenta la fertilidad y estabilidad nutricional biológica. En el estudio realizado se encuentra que la materia orgánica es alta, el cual es un indicador que son suelos para el crecimiento y desarrollo del nogal.

Bajo este contexto, de acuerdo con los resultados obtenidos, el pulgón verde, *Myzus persicae* representa mayor número de especies en plantaciones a nivel de diversidad biológica en el agroecosistema. Por otro lado, según el estudio de Lee et al. (2018) los áfidos se convierten en plagas para el nogal ya que causan daños en el rendimiento al reducir la calidad de la nuez, inhiben el crecimiento de las plántulas y causan mohos de hollín.

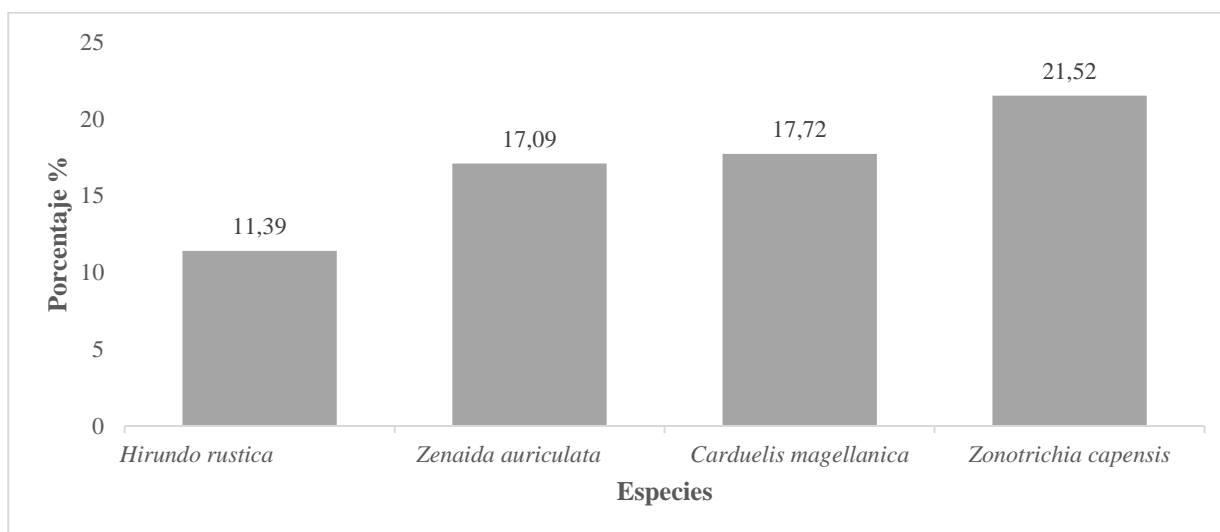
Oliveros (1999) en su investigación menciona que la mosca patona del género *Condylostilus sp* y la hormiga terciopelo aplican como controladores biológicos en plántulas de *J. neotropica*. En cuanto a los árboles adultos de nogal se encontró susceptibilidad del fruto maduro al ataque de *Drosophila melanogaster* conocida como la mosca de la fruta, cuyos huevos son depositados sobre el epicarpio del fruto permitiendo que las fases larvadas de la mosca se desarrollen dentro del fruto, con lo cual, se forman galerías que aceleran la pudrición del fruto y favorecen la acción de organismos saprófitos.

### 3.2.2. Aves

En el estudio de aves se registró un total de 158 individuos en el agroecosistema árboles de lindero, que corresponden a 3 órdenes, 8 familias, 9 géneros y 9 especies diferentes (Anexo 5). Respecto a los órdenes se encontró Passeriformes, Trochiiformes, Columbiformes. Las familias más relevantes son Hirudinidae, Columbidae, Fringilidae y Emberizidae. En cuanto a las especies se manifestaron las siguientes: *Hirundo rustica* con el 11,39%, *Zenaida auriculata* con 17,09%, *Carduelis magellanica* al 17,72% y *Zonotrichia capensis* con un valor de 21,52 % las cuales se consideran una mayor riqueza avifaunística (Figura 12).

**Figura 12**

*Especies de aves más representativas en árboles de lindero de Juglans neotropica*

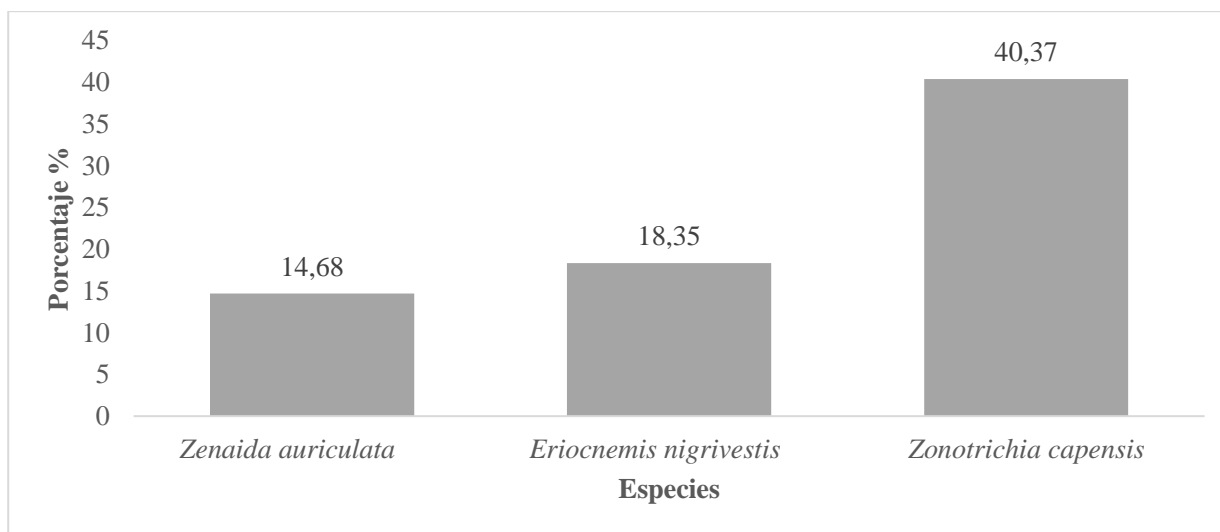


En el agroecosistema de plantación registró 109 individuos, entre ellas 4 órdenes, 9 familias, 10 géneros y 10 especies diferentes (Anexo 6). En cuanto a los órdenes se tiene Trochiiformes, Passeriformes, Columbiformes y Falconiformes. Las familias con el mayor número de individuos son Emberizidae, Columbidae y Trochilidae. Para el caso de especies las más

representativas fueron *Zenaida auriculata* con el 14,68%, *Eriocnemis nigrivestis* al 18,35% y *Zonotrichia capensis* con 40,37% (Figura 13).

### Figura 13

*Especies de aves más representativas en la plantación de Juglans neotropica*



En el presente estudio los árboles en linderos de nogal se encuentran en áreas que conectan a diferentes hábitats, el cual proporciona corredores verdes que permiten a las aves moverse en busca de alimento, reproducción, anidación y refugio. En contraste, la plantación mostró ser un hábitat más aislado lo cual limitó posiblemente la conectividad para las aves.

Es importante mencionar que existe beneficio ecológico mayor en el lindero, puesto que sus nueces sirven como recurso alimenticio. Según Yamberla (2017) “esta característica también permite establecer el medio idóneo para refugios de aves”.

Hurrell et al. (2011), manifiesta en su investigación sobre *Carya illinoensis* (Juglandaceae), que la presencia de aves ayuda a los procesos biológicos reproductivos como la polinización, dispersión de semillas, control de plagas, que favorecen a mantener el equilibrio biológico de la especie. Además, indica que otros córvidos consumen las nueces de distintas Juglandaceae (Kallahan, 2008; Moore y Swihart, 2006).



### 3.3. Diversidad alfa ( $\alpha$ )

La diversidad alfa se encuentra “dentro un área o ecosistema en particular y generalmente se expresa por el número de especies” (Whittaker, 1972); bajo esta consideración se presentan los índices que se hacen referencia en las tablas 9, 10 y 11.

#### 3.3.1. Índice de diversidad para la flora

El análisis de diversidad tanto para al índice de Shannon Wiener ( $H'$ ) como para Simpson ( $1-D$ ) determinan una diversidad media para el primer caso y alta para el segundo caso (Tabla 9).

**Tabla 9**

*Índices de diversidad - Shannon Wiener ( $H'$ ) y Simpson ( $1-D$ )- Flora*

<b>Agroecosistemas</b>	<b>Shannon Wiener (<math>H'</math>)</b>	<b>Diversidad</b>	<b>Simpson (<math>1-D</math>)</b>	<b>Diversidad</b>
Árboles de lindero	2,28	Media	0,84	Alta
Plantación pura	2,45	Media	0,83	Alta

Los resultados encontrados en la plantación como en árboles de lindero de nogal indicaron una diversidad media en Shannon. Es decir, los dos agroecosistemas mantienen una cantidad moderada de especies y que la distribución de abundancias entre ellas está relativamente equilibrada. Mientras que, el índice de Simpson fue alto debido a presencia dominante de una sola especie en el área, lo que determina, cuanto mayor sea la proporción de una especie dominante en relación con otras especies, mayor será su diversidad.

#### 3.3.2. Índice de diversidad para la fauna a nivel de insectos

El análisis de diversidad de acuerdo con los índices de Shannon Wiener ( $H'$ ) y Simpson (1-D) determinan una diversidad media para el primer caso y para el segundo caso presenta una diversidad media en árboles en lindero y alta en la plantación pura (Tabla 10).

**Tabla 10**

*Índices de diversidad - Shannon Wiener ( $H'$ ) y Simpson (1-D)- Fauna, Insectos*

<b>Agroecosistemas</b>	<b>Shannon Wiener (<math>H'</math>)</b>	<b>Diversidad</b>	<b>Simpson (1-D)</b>	<b>Diversidad</b>
Árboles de lindero	1,40	Media	0,61	Media
Plantación pura	2,51	Media	0,87	Alta

En la presente investigación los árboles de lindero y la plantación pura se encuentran en áreas de transición entre diferentes hábitats, pueden proporcionar una variedad de microhábitats y recursos que atraen a diferentes especies de insectos. Estas condiciones ambientales pueden ofrecer una mezcla de luz, temperatura, humedad y vegetación que favorecen a la presencia de insectos, en función a diversidad media de Shannon y al índice de diversidad alto de Simpson.

### 3.3.3. *Índice de diversidad para la fauna a nivel de aves*

Los resultados de acuerdo con los índices de Shannon Wiener ( $H'$ ) y Simpson (1-D) indica una diversidad media para el primer caso y una diversidad alta para el segundo caso (Tabla 11). Estos valores nos muestran que *J. neotropica* genera un impacto positivo a la diversidad en AL y PP.

**Tabla 11**

*Índices de diversidad - Shannon Wiener ( $H'$ ) y Simpson (1-D)- Fauna, Aves*

<b>Agroecosistemas</b>	<b>Shannon Wiener (<math>H'</math>)</b>	<b>Diversidad</b>	<b>Simpson (1-D)</b>	<b>Diversidad</b>
Árboles de lindero	2,03	Media	0,85	Alta
Plantación pura	1,8	Media	0,77	Alta

En el presente estudio se encontró un número de aves más alto en los árboles de lindero en tanto que en plantaciones se encontró un menor número; una vez calculado los índices de diversidad Shannon y Simpson se tiene una cantidad moderada de especies y que la distribución de abundancias entre ellas sean similares. Esto sugiere que hay una cierta variedad de especies de aves en presencia de *J. neotropica*, en tanto que, el índice Shannon presenta una diversidad media. La diversidad de las especies encontradas bajo el índice de Simpson (1-D) en los dos agroecosistemas presenta similitud en todos los casos al mantener una diversidad alta por el hecho de contar con la influencia del nogal, este posiblemente se deba a que en sus alrededores mantienen una diversidad de flora, generando refugio, alimento, reproducción y sitios de descanso para aves, lo que proporciona mayor avifauna en la plantación y árboles en linderos.

Con respecto al análisis de diversidad que se indican en las tablas 9, 10 y 11 y en vista que la presente investigación es inédita no se encontró elementos de comparación que facilite su discusión.

### **3.4. Condiciones microclimáticas**

Para el análisis de temperatura se obtuvo datos relativos en presencia y ausencia de *J. neotropica* en los agroecosistemas, tomando referencia al lindero presenta valores de 25,26°C fuera y 20,81°C dentro, el cual indica que su influencia permite bajar o conservar una temperatura adecuada para los distintos cultivos en asocio al nogal. De igual manera en plantaciones puras, el promedio mensual refleja valores semejantes entre rangos de 24,20°C fuera y 19,87 dentro (Tabla 12), es decir, muestra un clima favorable para el crecimiento y desarrollo de *J. neotropica* y otras especies.

#### **Tabla 12**

*Temperatura promedio mensual para los dos agroecosistemas de Juglans neotropica*

<b>Agroecosistema</b>	<b>Referencia</b>	<b>Promedio mensual</b>
Arboles lindero	ALF	25,26
	ALD	20,81
Plantación pura	PPF	24,20
	PPD	19,87

Para la humedad relativa se registró los promedios porcentuales para árboles de lindero, con la presencia y ausencia de *J. neotropica*, donde se evidencia que su influencia aporta significativamente al aumento de humedad entre rangos de 61,43% fuera y 69,66% dentro. Para el caso de plantaciones fuera y dentro presenta rangos óptimos entre 57,87% y 72,65% (Tabla 13), el cual proporciona condiciones favorables para el crecimiento saludable de la planta y el desarrollo adecuado de las nueces.

**Tabla 13**

*Humedad relativa de los dos agroecosistemas de Juglans neotropica*

<b>Agroecosistema</b>	<b>Referencia</b>	<b>H %</b>
Arboles lindero	ALF	61,43
	ALD	69,66
Plantación pura	PPF	57,86
	PPD	72,65

Los árboles de lindero y la plantación de nogal crean un microclima favorable, debido a la sombra y la estructura de sus copas. La sombra proporcionada por incidencia de *J. neotropica* puede mejorar el microclima del lugar, la exposición del sol en el suelo y en las plantas circundantes. Los árboles de nogal ayudan a retener la humedad en el suelo, al reducir la evaporación y la evapotranspiración debido a la sombra que proporciona, mitigan la velocidad del viento y otros factores de incidencia.

Barreto-Ávila et al. (1990) en su investigación mencionan que los individuos *J. neotropica* presenta una temperatura promedio de 14 a 21,5°C en su etapa de desarrollo. En la presente

investigación, ya sea en árboles de lindero como en la plantación pura se obtienen temperaturas de 20,81 y 19,87 °C; lo que corrobora con la investigación realizada por el autor antes citado. No así, la temperatura fuera de los agroecosistemas va de 25,26 hasta 24,20 °C.

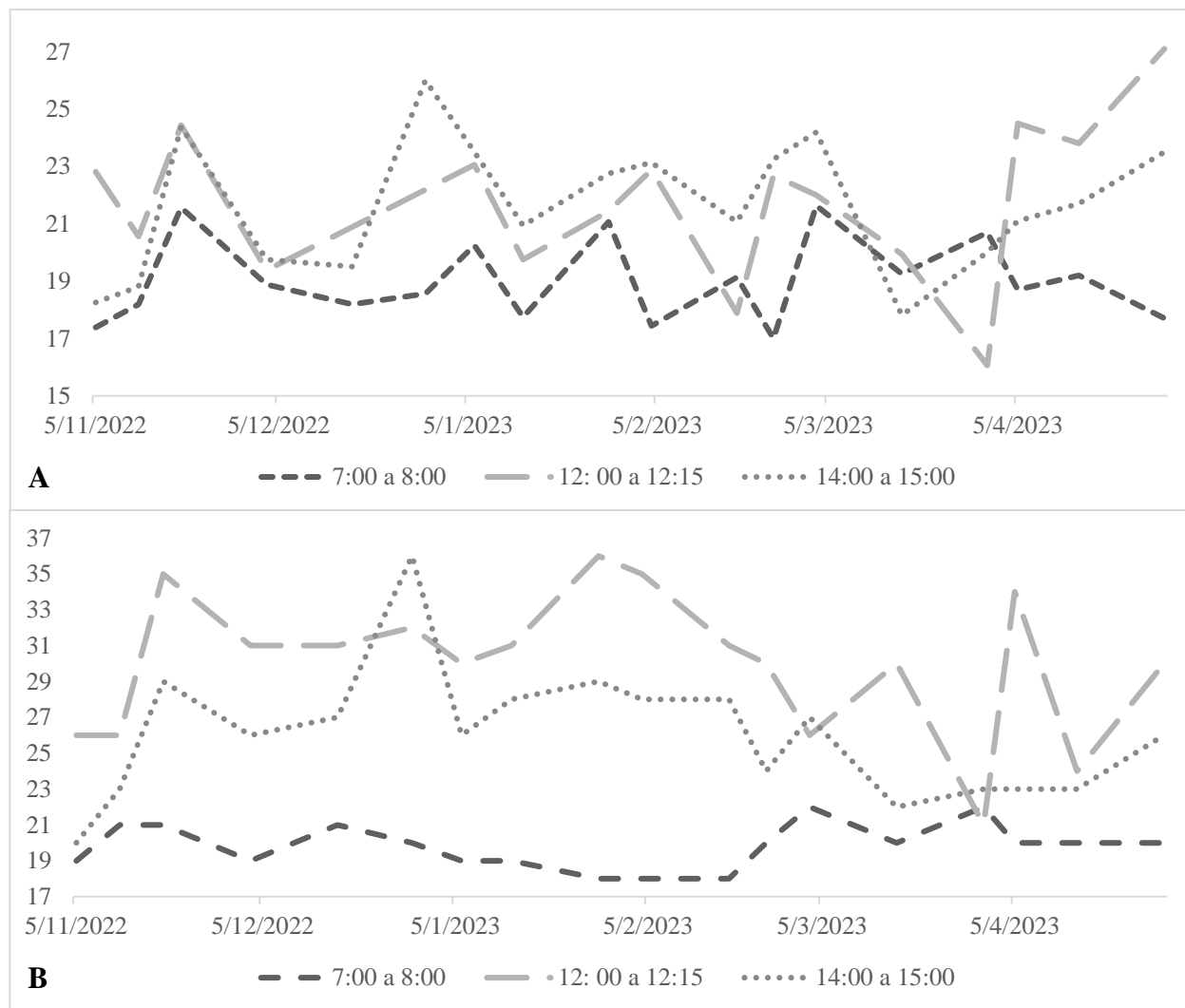
Proaño (2018) en su investigación con *Alnus nepalensis* en linderos obtienen una humedad relativa en tres periodos de tiempo de 76%, 78% y 82%. En lo referente al presente estudio, se obtuvo una humedad relativa de 69,66% y 72,65% dentro de los agroecosistemas y fuera valores de 61,43% y 57,86 %. Sin embargo, que se trata de especies diferentes la humedad relativa es concordante con el ambiente favorables de las especies.

#### **3.4.1. Comportamiento de temperatura y humedad relativa**

El comportamiento de la temperatura con o sin la presencia de *J. neotropica* en el agroecosistema lindero (Figura 14), se puede apreciar una mayor estabilidad (dentro del lindero) ya que existe una variación de 11,04°C y para el caso (fuera del lindero) del agroecosistema se evidenció picos superiores como inferiores de temperatura, el cual presentó una mayor variación de 18°C. Cabe mencionar que en el caso B se encontró menores temperaturas en horas de la mañana y mayores al mediodía, y en el caso A existe una alternancia entre las horas del mediodía y de la tarde, esto se debe a una combinación de factores meteorológicos y geográficos. En cuanto a los valores máximos fue 27,1 y mínimos de 16,06°C dentro del lindero, mientras fuera del lindero los valores alcanzaron la máxima de 36 y la mínima de 18°C.

#### **Figura 14**

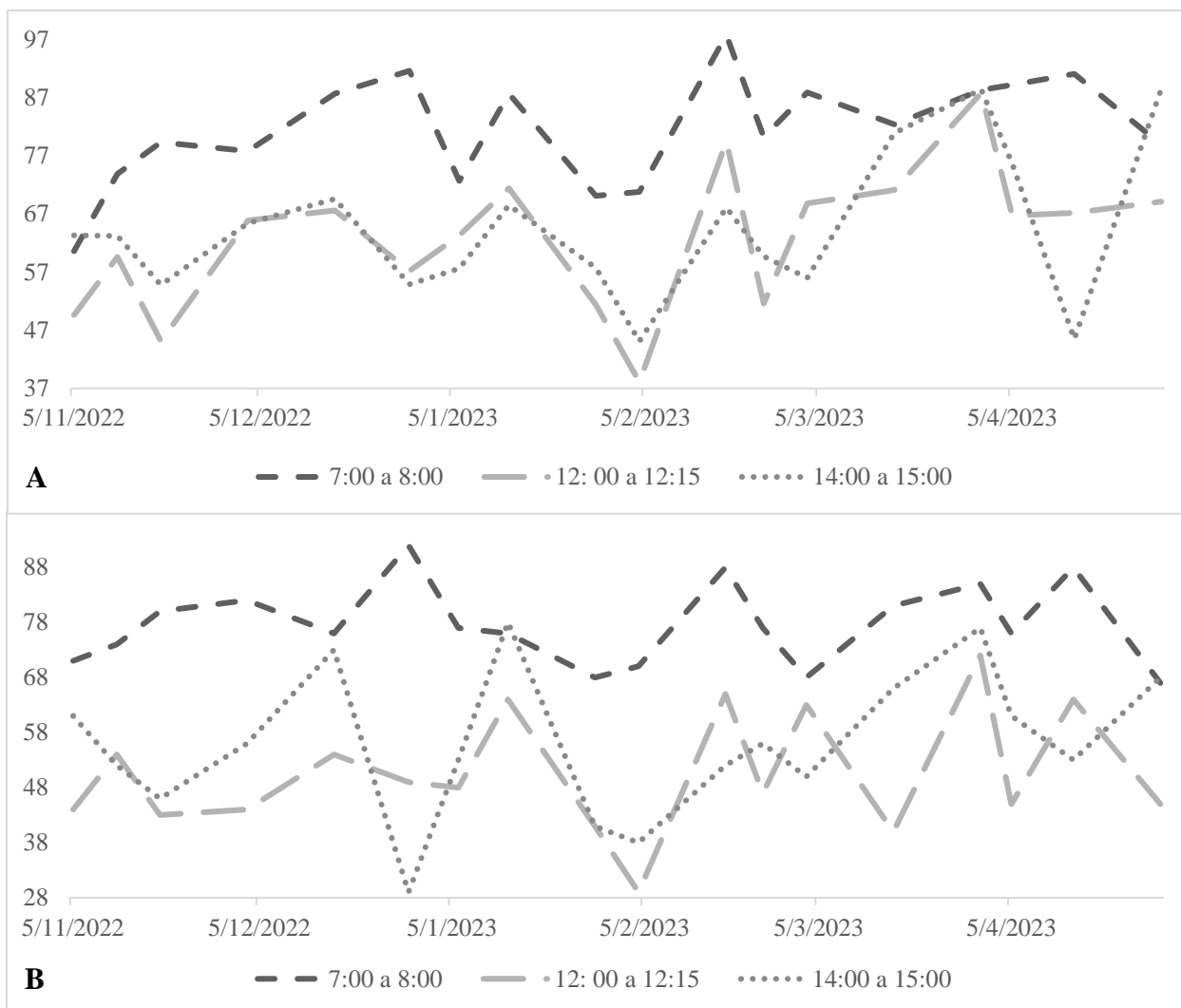
*Comportamiento de temperaturas en arboles de lindero de Juglans neotropica*



En el agroecosistema lindero el comportamiento de la humedad relativa con o sin la presencia de *J. neotropica* (Figura 15), se puede evidenciar que la cantidad de vapor de agua presente en el aire se mantiene en un rango constante de 59,7% dentro del agroecosistema, mientras fuera del lindero los rangos variaron según las condiciones ambientales del entorno dando un valor de 63%. Para el caso de los valores máximos y mínimos dentro del lindero fueron 97,8 y 38,1 % y fuera del agroecosistema con valores que oscilan entre 92 y 29%.

### Figura 15

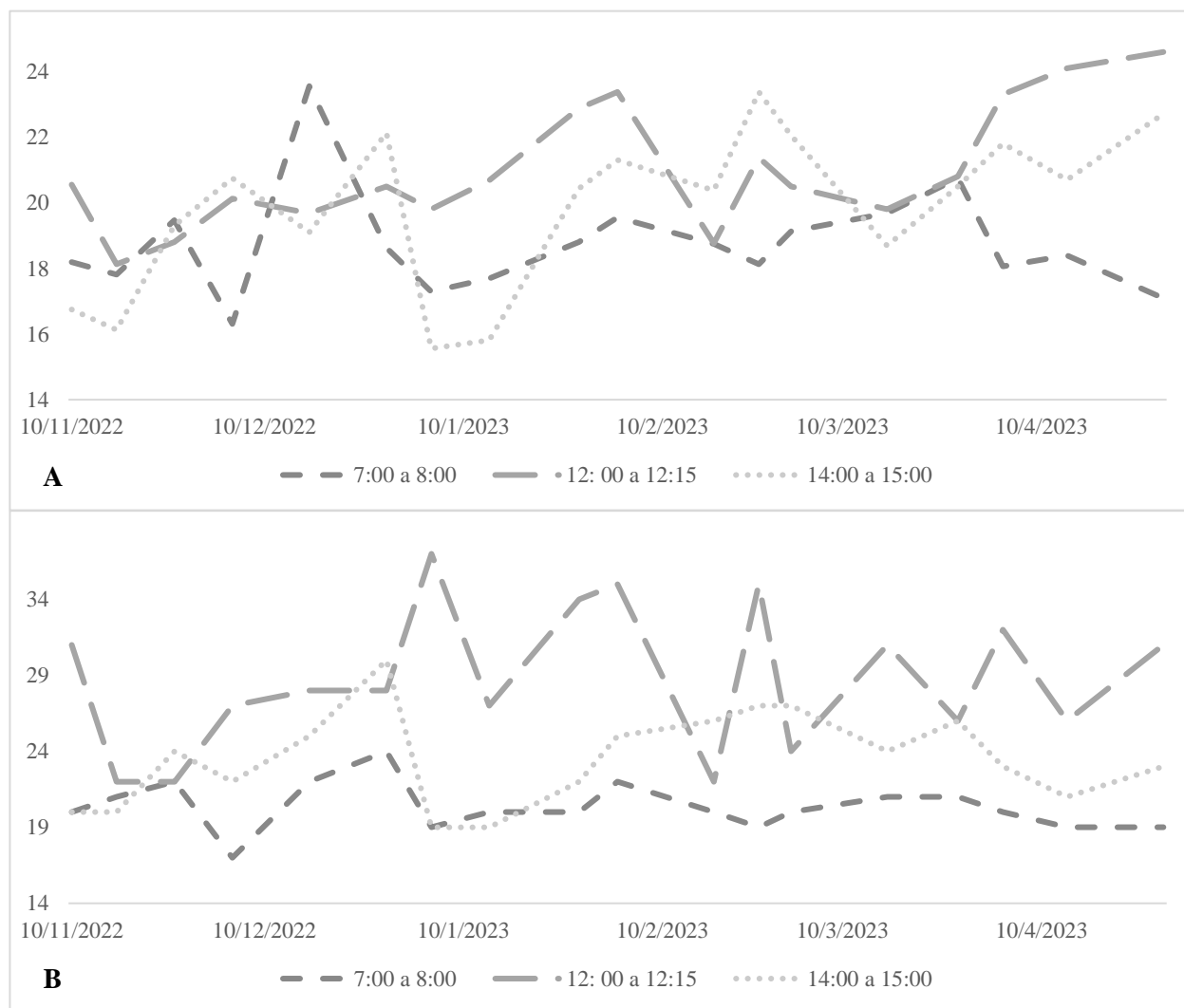
*Comportamiento de la humedad relativa en árboles de lindero de Juglans neotropica*



El comportamiento de la temperatura con o sin presencia de *J. neotropica* en el agroecosistema de plantaciones puras (Figura 16), mantiene una temperatura estable dentro de la plantación del nogal con  $10^{\circ}\text{C}$ , en cambio, los rangos fuera del agroecosistema evidenciaron puntos altos de temperatura el cual indica  $20^{\circ}\text{C}$ . Es decir, existe una mayor variación entre los valores bajos y altos registrados durante todo el periodo investigado, los valores máximos fueron de  $24,6$  y mínimos de  $15,56^{\circ}\text{C}$  dentro del agroecosistema. En tanto que, fuera de la plantación los valores correspondieron a un valor máximo de  $37$  y mínima de  $17^{\circ}\text{C}$ .

**Figura 16**

*Comportamiento de temperaturas en la plantación de Juglans neotropica*



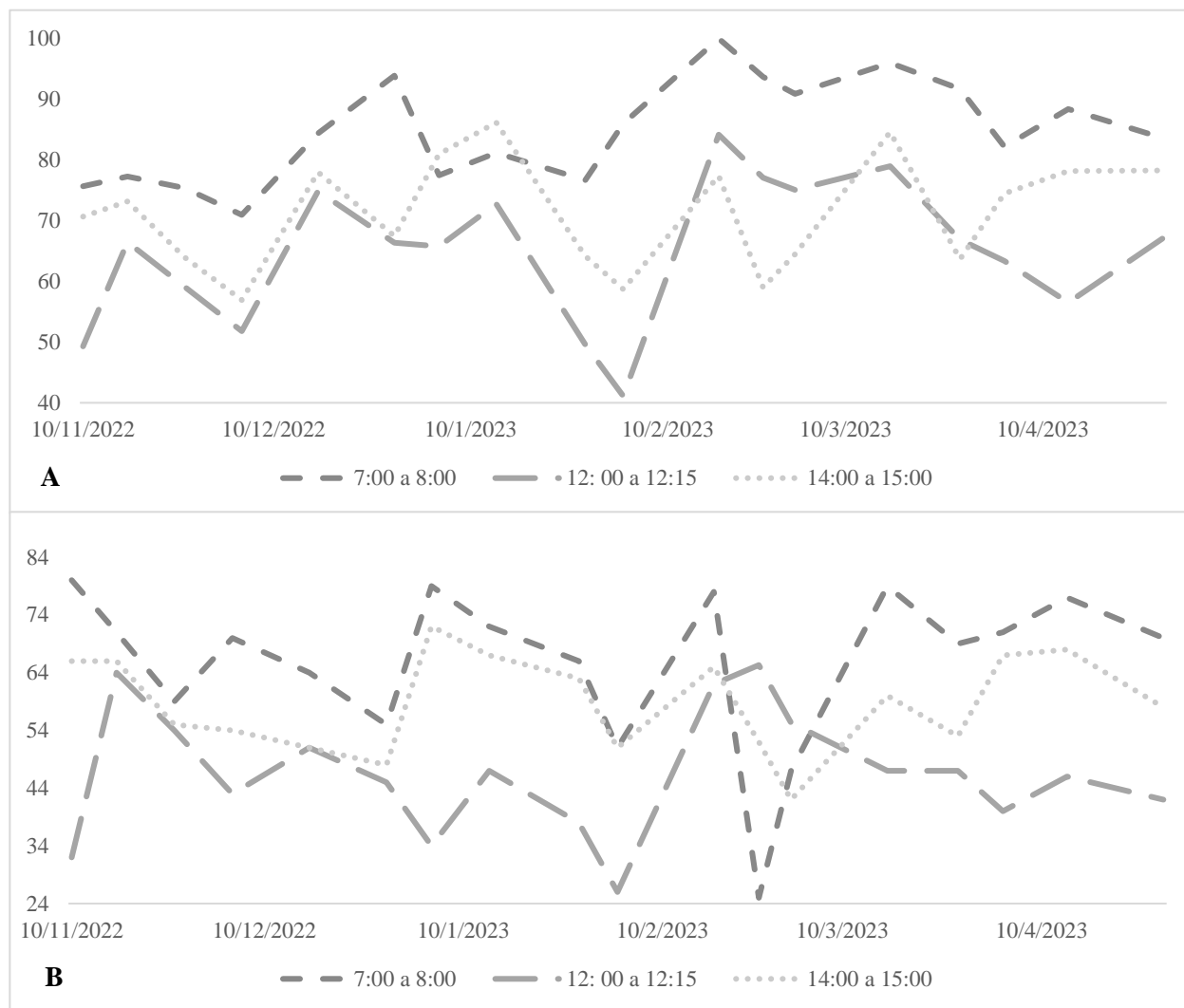
El análisis de humedad relativa en el agroecosistema de plantación pura (Figura 17), se evidenció datos muy variados; esto es, 58,80 % debido al comportamiento del microclima dentro del agroecosistema, para fuera del agroecosistema se mantiene una humedad relativa de 55%. Posiblemente se deba a la exposición al viento, mayor insolación, menor capacidad de retención de agua del suelo y menor transpiración vegetal en comparación con el interior de la plantación. En cuanto a los valores máximos, estos fueron de 99,9% y mínimos de 41,10% dentro de la plantación. Mientras fuera, los valores correspondieron como máximo de 80% y mínimo de 25%.



Estos factores contribuyen a una mayor evaporación y reducción de la humedad relativa en el entorno circundante a la plantación.

**Figura 17**

*Comportamiento de la humedad relativa en la plantación de Juglans neotropica*



En el presente estudio el comportamiento de temperatura y humedad relativa dentro de los agroecosistemas denotan variaciones que dependen de ciertos factores, como el clima local, la densidad de la vegetación y la época del año.

El comportamiento de la temperatura y humedad en plantaciones de *J. neotropica* actúan de la misma manera como reguladores ambientales que pueden facilitar el desarrollo de la especie, pero

si la humedad es alta puede promover enfermedades. En este sentido Lee et al. (2018), en su investigación muestra resultados en donde indican que las temperaturas más altas y la humedad relativa más baja son más adecuadas para el desarrollo y reproducción del pulgón de la nuez

### **3.5. Condiciones edáficas**

El análisis de los resultados tomados de las muestras de suelo dentro del lindero, indican valores de pH ligeramente alcalino, materia orgánica alta, lo cual indica que son suelos aptos para el crecimiento y desarrollo del nogal y fuera muestra un pH neutro y materia orgánica alta. Los contenidos de macronutrientes de N, P, K, Ca y Mg abarcan rangos altos dentro del agroecosistema y N presenta un contenido bajo fuera del lindero. Por otra parte, los micronutrientes de Fe, Mn y Cu son medios con o sin presencia del nogal, además, Zn obtuvo un contenido bajo para los dos casos, el cual se debe a la interacción con otros nutrientes.

En el caso de la plantación pura, el pH muestra parámetros neutros, la materia orgánica alta en el agroecosistema, en tanto que, fuera presenta un pH ligeramente alcalino y alta en materia orgánica. Los contenidos nutricionales de N, P, K, Ca y Mg dentro y fuera de plantaciones puras presentan valores similares como macronutrientes y micronutrientes Fe, Mn, Cu con un contenido medio; Zn muestra rangos bajos debido a los altos contenidos de Fe y P. Los datos obtenidos fuera del agroecosistema presentaron similitud, esto se debe al uso del suelo que los propietarios implementan en diferentes actividades agrícolas. Por consiguiente, los micro-macronutrientes en presencia de *J. neotropica* son favorables.

Los análisis de correlación determinaron relaciones inversas en cuatro elementos altamente significativos y seis significativos (Tabla 14) que contribuye al análisis de suelo; se enfatiza que los macronutrientes de N, P, Mg, Mn y Ca se presenta con valores inferiores al ser inversamente proporcionales a otros nutrientes.

**Tabla 14**

*Coeficiente de correlaciones de Pearson de los micro-macronutrientes del suelo*

Correlaciones		Coeficiente de correlación de Pearson	Significancia	1%	5%
M.O	N	0,9998	**	0,959	0,878
M.O	K	0,9789	**	0,959	0,878
M.O	Ca	0,9652	**	0,959	0,878
M.O	Mg	0,9281	*	0,959	0,878
N	K	0,9823	**	0,959	0,878
N	Ca	0,9649	**	0,959	0,878
N	Mg	0,9211	*	0,959	0,878
Zn	P	-0,3949	**	0,959	0,878
Zn	Mg	0,9493	*	0,959	0,878
Zn	Mn	0,8914	*	0,959	0,878
Ca	Mg	0,9099	*	0,959	0,878
Ca	Co	-0,9265	*	0,959	0,878

Barreto-Ávila et al. (1990) menciona que “*J. neotropica* se define como una especie preferente hacia suelo profundos y bien drenados, además de suelos y arenosos medio limosos, razonablemente fértiles, preferiblemente con pH neutro a un poco ácido”. Esto concuerda con Ospina et al. (2003), al señalar que el mejor desarrollo del nogal se produce cuando el pH es ácido a ligeramente ácido (5,0 – 5,8); también con Palomino y Barra (2003), en donde se establece que para el desarrollo de esta especie, el suelo debe tener un pH de ácido a neutro (4 – 7,3).

*J. neotropica* es una especie muy exigente en nitrógeno y más moderado en cuanto a fósforo según plantean Casas (2015) y Drossopoulos et al. (1996). Lo señalado por los autores corroboran con los resultados obtenidos en la presente investigación ya que el contenido de ambos macronutrientes de nitrógeno y fósforo presente en el suelo es mayor dentro de los dos agroecosistemas; esto corresponde con el estudio realizado por (Amiri y Gharati, 2012) en donde

explican que los niveles más altos de macronutrientes mejoran la reproducción y crecimiento de *Juglans*.

De acuerdo con Bonilla (1971), Clark y Richardson (2002) existe una influencia de los factores edafológicos sobre el desarrollo de los árboles, siendo los macronutrientes (N y P) los que presentan mayor demanda a través del tiempo en las plantas; lo que se evidencia en el estudio de (Valverde-Rodríguez et al., 2020); los componentes químicos de la madera de árboles de *J. neotropica*, poseen una relación con los macronutrientes disponibles en el suelo donde se han desarrollado los individuos arbóreos. Además, Fassbender y Bornemisza (1987) en su estudio indican que la presencia de P, está asociada directamente al contenido de materia orgánica, los residuos plantas y presencia de edafofauna. “El nitrógeno es importante para la actividad fotosintética, para la formación de biomasa y el crecimiento de los árboles ya que favorece el desarrollo del tallo” (Ypushima-Pinedo et al., 2014).

## CAPÍTULO IV

### Conclusiones

- La especie *Juglans neotropica* en lindero y la plantación ejerce un impacto positivo en el agroecosistema y desempeña un papel vital donde se encuentran. El nogal interactúa de diferentes formas con diversas especies vegetales, como árboles, arbustos, hierbas, bejucos y regeneración natural, además, la interacción con la fauna está ligada con la interdependencia de las especies para mantener la biodiversidad y la salud del ecosistema.
- Los agroecosistemas árboles de lindero y la plantación en presencia de *Juglans neotropica* desempeña un papel crucial en su crecimiento, desarrollo, la distribución y la producción de la especie ante los diferentes indicadores ambientales, los cuales aportan nutrientes esenciales al suelo y por ende mantienen un microclima viable.

## Recomendaciones

- Continuar con el monitoreo de las especies presentes en las parcela y transectos asociados *Juglans neotropica* para el desarrollo de estudios acerca de la dinámica de los agroecosistemas.
- Para futuras investigaciones se recomienda generar una base de datos para caracterizar las variables microclimáticas para conocer el comportamiento de *Juglans neotropica* en los agroecosistemas en temporadas secas.
- Realizar investigaciones del indicador luminosidad con el objetivo de complementar los servicios ecosistémicos de *Juglans neotropica* debido a su influencia directa en los procesos biológicos de las plantas y otros organismos presentes en los agroecosistemas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aber, J. D. y Melillo, J. M. (1991). *Terrestrial ecosystems*. Philadelphia (U. S. A.). Saunders College.
- Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario. (2018). Laboratorio de suelos, foliares y aguas, Instructivo INF/SFA/10 – muestreo para análisis de suelos.
- Aguirre, M. Z. (2013). *Guía de métodos para medir la biodiversidad*. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables.
- Almeida-Bezerra, J. W., Viana, J. W. M., da Silva, V. B., Costa, A. R., da Costa, M. H. N., dos Santos, M. A. F., y Correia, D. B. (2020). Alelopatia? Não sei! ¡Nunca Vi! Eu só ouço falar!. *Research, Society and Development*, 9(12).
- Alonso, C. C., y Penella, M. J. M. (2013). Análisis del concepto de biodiversidad en los libros de texto de segundo ciclo de primaria en la Comunidad Valenciana (España). *Perfiles educativos*, 35(141), 97-114.
- Altieri, M. A., y Nicholls, C. I. (2019). Agroecología y diversidad. *Agrobiodiversidad y semillas en la agricultura familiar campesina*, 35(2), 22.
- Amiri, M., y Gharati, S. (2012). Influence of medium composition on multiplication of walnut (*Juglans regia* L.) growth. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(8), 1482-1485.
- Añazco, M., Sánchez, D., Castro, E. y Mosquera, R. (2014). Conocimientos ancestrales para el Manejo Forestal Sustentable. Instituto de Montaña, *Ecopar*.
- Aponte, R., y Sanmartín, J. (2011). *Fenología y ensayos de germinación de diez especies forestales nativas, con potencial productivo maderable y no maderable del bosque protector el bosque de la parroquia San Pedro de Vilcabamba, Loja*. Universidad Nacional de Loja.

- Arévalo, C. (2012). Técnicas y prácticas agroforestales validados para el Ecuador. *Universidad de Cuenca. Ecuador.*
- Armbrecht, I. (2016). *Agroecología y biodiversidad*. Universidad del Valle.
- Armijos, A. A., y Sinche, M. G. (2013). *Distribución y propagación asexual de cuatro especies forestales nativas en vivero utilizando dos tipos de sustratos, en la Hoya de Loja. Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.*
- Arroyave-Maya, M. D. P., Posada-Posada, M. I., Nowak, D. J., y Hoehn, R. E. (2019). Remoción de contaminantes atmosféricos por el bosque urbano en el valle de Aburrá. *Colombia forestal*, 22(1), 516. <https://doi.org/10.14483/2256201X.13695>
- Avendaño-Yáñez, M. L., Sánchez-Velázquez, R. L., Meave, J. A., y Pineda-López, M. R. (2014). Is facilitation a promising strategy for cloud forest restoration? *Forest Ecology and Management*, 329(8), 328-333.
- Azas, R. D. (2016). *Evaluación del efecto de los tratamientos pre-germinativos en semillas de nogal (Juglans neotropica Diels) en el recinto Pumin provincia de Bolívar. Universidad de las Fuerzas Armadas, Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador.*
- Barreto-Ávila, G., Herrera, J. D., y Trujillo-Navarrete, E. (1990). *Juglans neotropica*.
- Baselga, A., y Rodríguez, C. G. (2019). Diversidad alfa, beta y gamma: ¿cómo medimos diferencias entre comunidades biológicas?. *Nova acta científica compostelana*, 26.
- Berg, B. y McClaugherty, C. (2008). *Plant litter: Decomposition, humus formation, carbon sequestration*. Berlín (Alemania): Springer-Verlag. p. 338.
- Bonilla, J. (1971). La influencia del suelo y el clima en el crecimiento de los árboles en las regiones templadas. Recuperado de <https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr02-03/cap05.pdf>



- Bonilla, R., Roncallo, B., Jimeno, J. y García, R. (2008). Producción y descomposición de hojarasca en bosques nativos y de *Leucaena sp.* *Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología*, 9 (2), 5-1.
- Bosch-Rodríguez, C. A., y Ugarte-Pollio, J. M. (2012). *Estudio del potencial alelopático e interferencia de 5 cultivares de trigo (Triticum aestivum) sobre raigrás anual (Lolium multiflorum).*
- Bravo, D. N., y Cabello, F. P. (2001). Cartografía y análisis espacial de la diversidad del paisaje vegetal en la montaña riojana y su papel como herramienta de gestión. *Zubía*, (13), 177-192.
- Cabascango, M. V. (2011). *Evaluación de cuatro tipos de sustratos y tres niveles de humus en la obtención de plántulas de nogal (Juglans neotrópica) en la zona de Otavalo, Provincia de Imbabura.*
- Cabrera, G. (2012). La macrofauna edáfica como indicador biológico del estado de conservación/perturbación del suelo. Resultados obtenidos en Cuba. *Pastos y Forrajes*, 35(4), 346-363.
- Cabrera, G., Robaina, N., y Ponce de León, D. (2011). Riqueza y abundancia de la macrofauna edáfica en cuatro usos de la tierra en las provincias de Artemisa y Mayabeque, Cuba. *Pastos y Forrajes*, 34(3), 313-330
- Carabias, J., Meave, J. A., Valverde, T., y Canón Santana, Z. (2009). *Ecología y medio ambiente en el siglo XXI.* Pearson Educación.
- Cárdenas. I., M. Martínez, J., Iglesias, A. Barrizonte., y R. Caballero. (2008). *Manejemos el bosque. Biblioteca ACTAF.* La Habana, Cuba. 66 p.

- Casas, M. (2015). Producción de madera de nogal. Cultivos forestales y micológicos. Recuperado de <http://www.cultivosforestales.com/es/preguntas-frecuentes/informacion-de-producto/produccion-de-maderade-nogal>
- Chanatásig, C. I. (2014). *Estudio comparativo de la macrofauna edáfica en huertos caseros y plantaciones monoespecíficas de cedro (Cedrela odorata L.) en Tikinmul, Campeche*
- Chusquillo, L. A. (2014). *Diseño de un proceso para la obtención de compuestos fenólicos del pericarpio de la semilla del nogal (Juglans neotropica Diels) y extracción del aceite de la nuez. Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.*
- Chusquillo, L. A. (2014). *Diseño de un proceso para la obtención de compuestos fenólicos del pericarpio de la semilla del nogal (Juglans neotropica Diels) y extracción del aceite de la nuez. Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.*
- Clark, C., y Richardson, A. (2002). Biomass and mineral nutrient partitioning in a developing tamarillo (*Solanum betaceum*) crop. *Sci. Hort.* 94, 41-51.
- CORMADERA-OIMT. (1997). *Manual para la producción de Nogal - Juglans neotropica Diels. Quito, Ecuador. 18-19 p.*
- Couˆteaux, M. M., Bottner, P., y Berg, B. (1995). Litter decomposition, climate and litter quality. *Trends in ecology & evolution*, 10(2), 63-66.
- Dobbs, C., Eleuterio, A. A., Amaya, J. D., Montoya, J., y Kendal, D. (2018). Beneficios de la silvicultura urbana y periurbana. *Unasylya: revista internacional de silvicultura e industrias forestales*, 69(250), 22-29.
- Drossopoulos, J., Kouchaji, G., y Bouranis, D. (1996). Seasonal dynamics of mineral nutrients by walnut tree fruits. *Journal of Plant Nutrition*, 19(2), 435-455.

- Enríquez, M. L., Sáenz, J. C., y Ibrahim, M. A. (2013). Riqueza, abundancia y diversidad de aves y su relación con la cobertura arbórea en un agropaisaje dominado por la ganadería en el trópico subhúmedo de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*.
- FAO. (2002). *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2000; Informe principal. Estudio FAO-Montes*. Roma, Italia. 468p.
- Farfán, F. P. (2018). *Agroclimatología del Ecuador*. Editorial Abya-Yala.
- Fassbender, H. (1987). *Modelos edafológicos de sistemas agroforestales*. <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/3162>.
- Fassbender, H., y Bornemisza, E. (1987). *Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina*. Iica.
- Fjellstrom, R. G., y Parfitt, D. E. (1995). Phylogenetic analysis and evolution of the genus *Juglans* (*Juglandaceae*) as determined from nuclear genome RFLPs. P1. *Plant Systematics and Evolution*, 197, 19-32. <http://doi:10.1007/BF00984629>
- Flores, C. C., y Sarandón, S. J. (2014). Agroecología. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP). 342-373 pp.
- Franco, W., Peñafiel, M., Cerón, C., y Freire, E. (2016). Biodiversidad productiva y asociada en el Valle Interandino Norte del Ecuador. *Bioagro*, 28(3), 181-192.
- García, N., Galeano, G., Salinas, N. R., Cárdenas, D., y Sáenz, E. C. (2007). *Libro rojo de plantas de Colombia* (Vol. 5, p. 236). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt.
- Garda, A. A., de Medeiros, P. H., Lion, M. B., de Brito, M. R., Vieira, G. H., y Mesquita, D. O. (2014). Autoecology of *Dryadosaura nordestina* (Squamata: Gymnophthalmidae) from Atlantic forest fragments in northeastern Brazil. *Zoologia (Curitiba)*, 31, 418-425.

- Gentry, A. H. (1982). Patterns of Neotropical plant diversity. *Evolutionary Biology* 15: 1-84.
- Gobierno Autónomo Descentralizado San Antonio. (2019). *Plan de Ordenamiento Territorial de la Parroquia San Antonio*.
- Gobierno Autónomo Descentralizado San Francisco de Natabuela. (2019). *Plan de Ordenamiento territorial de la Parroquia San Francisco de Natabuela*.
- Gómez, M. L., y Toro, J. L. (2007). *Manejo de las semillas y la propagación de diez especies forestales del bosque*. Medellín, Colombia: Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia -CORANTIOQUIA.
- Gonzaga, L., Moncayo, M., Eras, V., y Aguirre, N. (2012). *Fenología, producción de hojarasca y ensayos de germinación de las principales especies nativas del bosque protector "El Bosque" parroquia San Pedro de Vilcabamba, Loja, Ecuador: Universidad Nacional de Loja*.
- Gunter, L. E., Kochert, G., y Giannasi, D. E. (1994). Phylogenetic relationships of the Juglandaceae. *Plant systematics and Evolution*, 192, 11-29.
- Günter, S., Stimm, B., Cabrera, M., Diaz, M. L., Lojan, M., Ordoñez, E., Richter, M., y Weber, M. (2008). Tree phenology in montane forests of southern Ecuador can be explained by precipitation, radiation and photoperiodic control. *Journal of Tropical Ecology*, 24(3), 247-258. <http://doi:10.1017/S0266467408005063>
- Haug, I., Wubet, T., Weib, M., Aguirre, N., Weber, M., Günter, S., y Kottke, I. (2010). Species-rich but distinct arbuscular mycorrhizal communities in reforestation plots on degraded pastures and in neighboring pristine tropical mountain rain forest. *Tropical Ecology*, 51(2), 125-148.

- Hernández, R., Aristizabal, F., Patiño, J., y Salazar, J. (2003). *El Cedro negro: Una especie promisoría en la zona cafetera*.
- Hurrell, J. A., Delucchi, G., y Keller, H. A. (2011). *Carya illinoensis* (Juglandaceae) adventicia en la Argentina. *Bonplandia*, 47-54.
- Hurtado, E. (2014). *Evaluación de la actividad gastroprotectora del extracto hidroalcohólico de las hojas de Juglans neotropica* Diels “Nogal peruano”. *Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú*.
- Iglesias, J. (2015). Sistemas de producción agroforestales. Conceptos y definiciones. *Pastos y Forrajes*, 22(4), 287
- Iglesias, V., Barrero Medel, H., y Rivera Calvo, C. (2021). Efecto de variables edáficas y microclimáticas en el bosque semidecíduo sobre arenas de la Llanura Sur occidental de Pinar del Río, Cuba. *Quebracho (Santiago del Estero)*, 29(1), 59-70.
- Inga, Janet G., y del Valle, Jorge I. (2017). Log-relative growth: A new dendrochronological approach to study diameter growth in *Cedrela odorata* and *Juglans neotropica*, Central Forest, Perú. *Dendrochronologia*, 44(), 117–129. <https://doi:10.1016/j.dendro.2017.03.009>
- Jaskiewicz B, y Kmiev K. (2007). The occurrence of *Panaphis juglandis* (Goetze) and *Chromaphis juglandicola* (Kalt.) on walnut under the urban conditions of Lublin. *Acta Scientiarum Polonorum. Hortorum Cultus* 6 (3):15-26.
- Jiménez, A., Gabriel, J., y Tapia, M. (2020). *Ecología forestal*.
- Kallahan, F. (2008). Hinds walnut (*Juglans hindsii*) in Oregon. *Kalmiopsis* 15, 42-52

- Laossi, K. R., Barot, S., Carvalho, D., Desjardins, T., Lavelle, P., Martins, M., y Grimaldi, M. (2008). Effects of plant diversity on plant biomass production and soil macrofauna in Amazonian pastures. *Pedobiologia*, 51(5-6), 397-407.
- Lee, Yerim; Kim, Sora; Lee, Seunghwan (2018). A first record of three aphid pests (Aphididae: Calaphidinae) on walnut in Korea. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*, <http://doi:10.1016/j.japb.2018.06.009>
- Lojan, L. (1992). El verdor de los Andes, Proyecto Desarrollo Forestal Participativo en los Andes, Quito-Ecuador. Página 85-82.
- López, J., y Piedrahíta, E. (1998). Respuesta de la semilla de cedro negro (*Juglans neotropica* Diels) a la aplicación de tratamientos pre-germinativos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 51(1), 217-235
- Manning, W. E. (1978). The classification within the Juglandaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 65(4), 1058-1087. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/2398782>
- Manos, P. S., y Stone, D. E. (2001). Evolution, phylogeny, and systematics of the Juglandaceae. *Annals of Missouri Botanical Garden*, 88(2), 231-269. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/2666226>
- Martínez, E. A. (2014). *Manual Curso Básico Observación de Aves: Estación de Campo Navopatia*. Obtenido de [https://ruffordorg.s3.amazonaws.com/media/project\\_reports/13886-1%20Manual.pdf](https://ruffordorg.s3.amazonaws.com/media/project_reports/13886-1%20Manual.pdf)
- Martínez-Dávila, J. P. y Casanova-Pérez, L. (2018). Epistemic and conceptual orphanhood in the sustainability of agroecosystems. *Sustainability of Agroecosystems*. 1(1),1-16.

- Martínez-Yrizar, A., Álvarez-Sánchez, J., y Maass, M. (2017). Análisis y perspectivas del estudio de los ecosistemas terrestres de México: dinámica hidrológica y flujos de nitrógeno y fósforo. *Revista mexicana de biodiversidad*, 88, 27-41.
- Masías, K. (2007). *Caracterización de las propiedades tintóreas del extracto de nogal (Juglans neotropica Diels) proveniente de la cuenca alta del río Zaña. Tesis de licenciatura no publicada, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú*
- Mata-Anchundia, D., Rivero Herrada, M., y 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.
- Meybeck, A., Gitz, V., Wolf, J., y Wong, T. (2021). *Cómo abordar la silvicultura y la agroforestería en los Planes Nacionales de Adaptación: Directrices complementarias*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Moore, J. y Swihart, R. K. (2006). Nut selection by captive blue jays: importance of availability and implications for seed dispersal. *The Condor*, 108, 377-388.
- Morláns, C., y María, B. (2014). *Introducción a la ecología de poblaciones*.
- Muñoz, D. (1993). *Análisis del mercado internacional de la nuez. Situación actual y perspectivas. Memoria Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales*.
- Mustelier, L. R. J. (2022). *Integridad biótica: Una explicación holística de la vida en sus diversos niveles de organización*. RUTH.
- Navarro-García, G. I. (2003). *Química agrícola: el suelo y los elementos químicos: el suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal*. Ediciones Mundi-Prensa.

- Oliveros, D. (1999). *Reconocimiento de insectos y arácnidos asociado a siete especies forestales durante la fase de vivero. Pasto, Universidad de Nariño-Facultad de Ciencias Agrícolas*, 138 p.
- 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. Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.*
- Ospina, C. M., Hernández, R. J., Aristizabal, F. A., Patiño, J. N., y Salazar, J. W. (2003). *El cedro negro una especie promisoría de la zona cafetera. Chinchiná, Colombia: Federación Nacional de Cafeteros de Colombia*
- Ospina, C., Hernández, R., Aristizabal, F., Patiño, J., y Salazar, J. (2003). El cedro negro: una especie promisoría de la zona cafetera. Chinchiná, Colombia. Recuperado de <https://www.cenicafe.org/es/publicaciones/bot025.pdf>
- Ospina-Sánchez, A. y Morales-Morales, P. A. (2018). *Bosque Andino: flora de la media y alta montaña en la cuenca del río Claro, Caldas. Medellín, Colombia: Fondo Editorial EIA.*
- Ospino-Araya, M., Badilla-Valverde, Y., Paniagua-Madrigal, W., Campos-Granados, C., y Murillo-Gamboa, O. (2020). Costos de producción de teca (*Tectona grandis*) y melina (*Gmelina arborea*) en sistemas silvopastoriles de la zona Norte de Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 44(2), 155-173.
- Palacios, W. (2016). *Árboles del Ecuador: Familias y Géneros. Ibarra, Ecuador: Universidad Técnica del Norte.*
- Palacios, W. (2016). *Árboles del Ecuador: Familias y Géneros. Ibarra, Ecuador: Universidad Técnica del Norte.*



- Palacios, W. A. (2002). *Guía para estudios de flora y vegetación: Fundación Jatun Sacha/Programa SUR*.
- Palomeque, F. J. (2012). *Natural succession and tree plantation as alternatives for restoring abandoned lands in the Andes of Southern Ecuador: Aspects of facilitation and competition*. Universität München, Munchen, Alemania.
- Palomino, J., y Barra, M. (2003). Especies forestales nativas con potencial para reforestación en la provincia Oxapampa y fichas técnicas de las especies de mayor prioridad. Programa Selva Central Oxapampa. Recuperado de <http://www.infobosques.com/descargas/biblioteca/70.pdf>
- Pereyra, L. E. (Ed.). (2022). *Ecología y medio ambiente*.
- Pérez-Vázquez, A., y Leyva-Trinidad D. A. (2019). Análisis comparativo de los principales enfoques de investigación de los sistemas agrícolas. *Agro Productividad*. 12(6).
- Peterson, F.P., y FairBrothers, D.E. (1979). Serological investigations of selected Amentifera-taxones fértiles. *Syst. Bot.* 4, 230-241.
- Poblete, A. G. (2016). Agroclimatología de los Valles de Tulúm y Ullúm-Zonda de la Provincia de San Juan-Argentina-. *Revista de Geografía*.
- Polechko, M. A., y Clarkson, R. B. (1986). Estudio serológico de la sistemática de Juglandaceae. *Biochem. Syst. Ecol.* 14, 33-39.
- Proaño, B. M. (2021). *Sostenibilidad de la práctica agroforestal (linderos), en la zona de Intag, noroccidente del Ecuador, Universidad Técnica del Norte, Ecuador*.
- Quezada, A. P. P., Lalvay, X. A. L., Rivera, M. A. O., Costales, J. H. N., y Barahona, W. E. C. (2020). Ecología de poblaciones y comunidades. *Dominio de las Ciencias*, 6(2), 474-502.

- Quinto, L. (2022). Sistemas agroforestales a partir de técnicas de forestación en zonas agrícolas degradadas bajo el contexto de cambio climático.
- Ramírez, M., y Enríquez, M. (2003). Riqueza y diversidad de hormigas en sistemas silvopastoriles del Valle del Cauca, Colombia. *Livestock Research for Rural Development*, 15(1).
- Ramírez-Viena, L., Mostacero León, J., López Medina, E., De La Cruz Castillo, A. J., y Gil-Rivero, A. E. (2020). Aspectos etnobotánicos de Cuspón, Perú: Una comunidad campesina que utiliza 57 especies de plantas en sus diversas necesidades. *Scientia Agropecuaria*, 11(1), 7-14.
- Rangel, O. (2018). *Colombia Diversidad Biótica XV: Los bosques de robles (Fagaceae) en Colombia. Composición florística, estructura, diversidad y conservación. Universidad Nacional de Colombia.*
- Rave-Oviedo, S. Y., Montenegro-Ríos, M., y Molina-Rico, L. J. (2013). Caída y descomposición de hojarasca de *Juglans neotropica* Diels (1906) (Juglandaceae) en un bosque montano andino, Pijao (Quindío), Colombia. *Actualidades Biológicas*, 35(98), 33-43.
- Reynel, C., y Marcelo, J. (2009). Árboles de los Ecosistemas Forestales Andinos: Manual de identificación de especies. Programa Regional ECOBONA-INTERCOOPERATION.
- Roel, A., y Terra, J. (2006). *Muestreo de suelos y factores limitantes del rendimiento. Agricultura de precisión: integrando conocimientos para una agricultura moderna y sustentable.*
- Ruiz-Blandon, B. A., Hernández-Álvarez, E., Rodríguez-Macias, R., y Salcedo-Pérez, E. (2020). Valoración dasométrica y producción de biomasa en *Gmelina arborea* Roxb. ex Sm. establecida en plantaciones puras y mixtas. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 11(59), 94-117.

- Sampietro, D. A. (2001). *Alelopatía: Concepto, características, metodología de estudio e importancia*. Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes.
- Sandoval, L., y Venegas, O. (2009). *Elaboración de turrón duro con quinua (Chenopodium quinoa L.) y almendra de nogal (Juglans neotropica)*, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- Sarandón, S. J., y Flores, C. C. (2014). *Agroecología*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP).
- Sarheed, M. M., Rajabi, F., Kunert, M., Boland, W., Wetters, S., Miadowitz, K., Kaźmierczak, A., Sahi, V. P., y Nick, P. (2020). Cellular Base of Mint Allelopathy: Menthone Affects Plant Microtubules. *Frontiers in Plant Science*, 11, 1320.  
<https://doi.org/10.3389/fpls.2020.546345>
- Sayas, R., y Huamán, L. (2009). Determinación de la flora polinífera del Valle de Oxapampa (Pasco-Perú) con base en estudios palinológicos. *Ecología Aplicada*, 8(2), 53-59.
- Sharma, R. M., Pandey, M. K., y Shankar, U. (2012). Pest management in walnut: An overview. *Ecologically based integrated pest management*, 765.
- Sistema de Información del Sector Agropecuario. (2009). El cultivo de la nuez. Disponible en: [https://infoagro.com/frutas/frutos\\_secos/nogal.htm](https://infoagro.com/frutas/frutos_secos/nogal.htm)
- Soriano-Robles, R. (2018). Cambio climático y ganadería: El papel de la agroforestería. *Agro Productividad*, 11(2).
- Stone, D. E., Oh, S. H., Tripp, E. A., y Manos, P. S. (2009). Natural history, distribution, phylogenetic relationships, and conservation of Central American black walnuts (*Juglans* sect. *Rhysocaryon*). *The Journal of the Torrey Botanical Society*, 136(1), 1-25.

- Toro-Vanegas, E., y Roldán-Rojas, I. C. (2018). Estado del arte, propagación y conservación de *Juglans neotropica* Diels., en zonas andinas. *Madera y bosques*, 24(1).
- Ulloa, C., y Jorgesen, P. (1995). *Árboles y arbustos de los Andes Ecuatorianos*, 2ed Quito - Ecuador. 78-70pp.
- Ulloa, C., y Jorgesen, P. (1995). *Árboles y arbustos de los Andes Ecuatorianos*, 2ed Quito - Ecuador. Páginas 78-70.
- Vaca, J. A., y Palacios, 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](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.5430)
- Valdés-Velarde, E., Vázquez-Domínguez, L. P., Tinoco-Rueda, J. Á., Sánchez-Hernández, R., Salcedo-Pérez, E., y Lagunes-Fortiz, E. (2022). Servicio ecosistémico de carbono almacenado en cafetales bajo sombra en sistema agroforestal. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 13(SPE28), 287-297.
- Valverde-Rodríguez, J. X., del Carmen Jumbo-Benítez, N., Fernández-Guarnizo, P. V., Rogel, J. B. G., Iñiguez-Ordoñez, D. P., y Pucha-Cofrep, D. A. (2020). Composición química de la madera de *Juglans Neotropica* Diels., y su relación con las propiedades químicas del suelo en la parroquia Valladolid, provincia de Zamora Chinchipe, Ecuador. *Revista Investigación Agraria*, 2(3), 68-82.
- Vásquez, G. (1996). *Análisis de sobrevivencia y crecimiento inicial del nogal (Juglans Neotropica Diels) en dos sistemas de plantación con fertilización empleando dos tipos de plantas*, Universidad Técnica del Norte. Ibarra – Ecuador.

- Veintimilla, R. A. R., Vélez, R. V., Olmedo, J. E. G., y Veintimilla, M. R. R. (2022). Biomasa anhidra en plántulas de *Juglans neotropica* Diels, en la etapa de vivero. *Alfa Publicaciones*, 4(3.2), 97-114.
- Whittaker, R. H. (1972). Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21(2-3), 213-251.
- Wu, H.; Pratley, J., Lemerle, D. y Haig, T. (1999). Crop cultivars with allelopathic capability. *Weed Research*. 39: 171-180.
- Yamamoto, J. P., y Barra, M. (2003). Especies forestales nativas con potencial para reforestación en la provincia de Oxapampa y fichas técnicas de las especies de mayor prioridad. *Oxapampa, Perú. Pronaturaleza*.
- Yamberla, L. J. (2017). *Sostenibilidad del asocio de árboles con cultivos en el cantón Pimampiro, Universidad Técnica del Norte, Ecuador*.
- Ypushima-Pinedo, A. L., Salcedo Pérez, E., Manríquez-González, R., Silva-Guzmán, J. A., Zamora-Nátera, J. F., y Hernández-Álvarez, E. (2014). Propiedades de la madera y relación del estado nutrimental con el crecimiento en teca. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 5(24), 26-39.

## ANEXOS

## Anexo 1

*Flora asociada a J. neotropica en árboles de lindero*

N° especie	N. común	Familia	Especies	Hábito	Total de individuos
1	Chirimoya	Anonacea	<i>Annona cherimola</i>	Árbol	1
2	Amor seco	Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>	Hierba	1
3	Estrellita	Asteraceae	<i>Galinsoga quadriradiata</i>	Hierba	2
4	Canayuyo	Asteraceae	<i>Sonchus asper</i>	Hierba	2
5	Cholán	Bignonacea	<i>Tecoma stand</i>	Árbol	1
6	Hierba de sabiduría	Brassicaceae	<i>Sisymbrium officinale</i>	Hierba	1
7	Casuarina	Casuarinacea	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Árbol	27
8	Churuyuyo	Commelinaceae	<i>Callisia repens</i>	Bejucos	4
9	Lechera	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia peplus</i>	Hierba	13
10	Guarango	Fabaceae	<i>Caesalpinia spinosa</i>	Árbol	4
11	Guaba	Fabaceae	<i>Inga insignis</i>	Árbol	1
12	Alfalfa	Fabaceae	<i>Medicago falcata</i>	Hierba	1
13	Nogal	Juglandaceae	<i>Juglans neotropica</i>	R. natural	73
14	Cardos	Lamiaceae	<i>Leonotis nepetifolia</i>	Hierba	7
15	Aguacate	Lauraceae	<i>Persea americana</i>	Árbol	13
16	Escubillo	Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	Hierba	30
17	Plátano	Musaceae	<i>Musa sp</i>	Hierba	1
18	Llantén	Plantaginaceae	<i>Plantago major</i>	Hierba	2
19	Lengua de vaca	Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i>	Hierba	1
20	Garrachuelo	Poaceae	<i>Digitaria sanguinalis</i>	Hierba	2
21	Pacta	Polygonaceae	<i>Rumex obtusifolius</i>	Hierba	2
22	Mora	Rosaceae	<i>Rubus idaeus</i>	Arbusto	4
23	Limón	Rutaceae	<i>Citrus lemon</i>	Árbol	52

24	Mandarina	Rutaceae	<i>Citrus reticulada</i>	Árbol	1
25	Naranja limón	Rutaceae	<i>Citrus sp</i>	Árbol	1
26	Ruda	Rutaceae	<i>Ruta graveolens</i>	Hierba	2
27	Cerezo	Salicaceae	<i>Dovyalis hebecarpa</i>	Arbusto	1
28	Hierba mora	Solanacea	<i>Solanum chenopodiodes</i>	Hierba	1
<b>TOTAL</b>					<b>251</b>

## Anexo 2

*Flora asociada a Juglans neotropica en una plantación pura*

N° especie	N. común	Familia	Especies	Hábito	Total de individuos
1	Malpica	Amaranthaceae	<i>Achyranthes sp</i>	Hierba	18
2	Chirimoya	Anonaceae	<i>Annona cherimola</i>	Árbol	2
3	Mala madre	Asparagaceae	<i>Chlorophytum comosum</i>	Hierba	10
4	Diente de león	Asteraceae	<i>Taraxacum officinale</i>	Hierba	1
5	Amor seco	Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>	Hierba	1
6	Canayuyo	Asteraceae	<i>Sonchus asper</i>	Hierba	1
8	Achira	Cannaceae	<i>Canna indica</i>	Hierba	1
9	Chigualcan	Caricaceae	<i>Vasconcellea pubescens</i>	Arbusto	1
10	Churuyuyo	Commelinaceae	<i>Callisia repens</i>	Bejucos	3
11	Hierba de pollo	Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Hierba	2
12	Camote	Convolvulaceae	<i>Ipomoea batatas</i>	Bejucos	16
13	Achouchas	Cucurbitaceae	<i>Sechium edule</i>	Bejucos	27
14	Coquillo	Cyperaceae	<i>Cyperus strigosus</i>	Hierba	34
15	Lechera	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia peplus</i>	Hierba	3
16	Arveja	Fabaceae	<i>Vicia sativa</i>	Hierba	67
17	Treinta reales	Fabaceae	<i>Desmodium incanum</i>	Hierba	10

18	Chocho	Fabaceae	<i>Lupinus mutabilis</i>	Arbusto	6
19	Guaba	Fabaceae	<i>Inga insignis</i>	Árbol	1
20	Geranios	Geraniaceae	<i>Geranium wilfordii</i>	Hierba	4
21	Nogal	Juglandaceae	<i>Juglans neotropica</i>	R. natural	103
22	Cadillo	Lamiaceae	<i>Salvia misella</i>	Hierba	6
23	Escubillo	Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	Hierba	2
24	Plátano	Musaceae	<i>Musa sp</i>	Hierba	1
25	Maracuyá de hueso	Passifloraceae	<i>Passiflora edulis</i>	Bejucos	1
26	Taxo	Passifloraceae	<i>Passiflora tripartita</i>	Bejucos	1
27	Verónica (azulejos)	Plantaginaceae	<i>Veronica persica</i>	Hierba	20
28	Kikuyo	Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>	Hierba	225
29	Avena	Poaceae	<i>Avena sativa</i>	Hierba	8
30	Bromelias	Poaceae	<i>Brachiaria villosa</i>	Hierba	1
31	Garrachuelo	Poaceae	<i>Digitaria sanguinalis</i>	Hierba	11
32	Holco	Poaceae	<i>Holcus lanatus</i>	Hierba	37
33	Pasto	Poaceae	<i>Ottochloa nodosa</i>	Hierba	3
34	Raigrás	Poaceae	<i>Lolium perenne</i>	Hierba	19
35	Pacta	Polygonaceae	<i>Rumex obtusifolius</i>	Hierba	2
36	Murajes	Primulaceae	<i>Lysimachia sp</i>	Hierba	2
37	Mora	Rosaceae	<i>Rubus idaeus</i>	Arbusto	11
38	Cerezo	Salicaceae	<i>Dovyalis hebecarpa</i>	Arbusto	3
39	Uvilla	Solanaceae	<i>Physalis peruviana</i>	Arbusto	1
<b>TOTAL</b>					<b>665</b>

### Anexo 3

*Fauna asociada a Juglans neotropica en árboles de lindero en la categoría de insectos*



<b>N°Especies</b>	<b>N. común</b>	<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>Total especie</b>
1	Termitas	Blattodea	Rhinotermitidae	<i>Coptotermes sp</i>	1
2	Escarabajo	Coleóptera	Dynastidae	<i>Oryctes nasicornis</i>	1
3	Escarabajo	Coleóptera	Kateretidae	<i>Brachypterus urticae</i>	1
4	Escarabajo	Coleóptera	Staphylinidae	<i>Anotylus rugosus</i>	5
5	Escarabajo	Coleóptera	Staphylinidae	<i>Lathrobium sp</i>	1
6	Escarabajo	Coleóptera	Staphylinidae	<i>Anotylus rugosus</i>	1
7	Cola de resorte	Collembola	Entomobryidae	<i>Entomobrya sp</i>	162
8	Pulga de nieve	Collembola	Hypogastruridae	<i>Hypogastrura nivicola</i>	386
9	Mosca, mosca de fruta	Díptera	Drosophilidae	<i>Drosophila melanogaster</i>	62
10	Mosquito	Díptera	Chironomidae	<i>Chironomus sp</i>	4
11	Mosca doméstica	Díptera	Muscidae	<i>Thricops semicinereus</i>	1
12	Mosco sp1	Díptera	Lonchopteridae	<i>Lonchopetera bifurcata</i>	6
13	Mosca del vinagre	Díptera	Drosophilidae	<i>Scaptomyza sp</i>	2
14	Mosca soldado	Díptera	Stratiomyidae	<i>Pachygaster sp</i>	2
15	Mosquito de la ventana	Díptera	Anisopodidae	<i>Sylvicola sp</i>	1
16	Zancudo	Díptera	Culicidae	<i>Aedes sp</i>	1
17	Mosca sp1	Díptera	Sepsidae	<i>Nemopoda nitidula</i>	1
18	Mosca sp2	Díptera	Rhinotermitidae	<i>Melanophora sp</i>	1
19	Piojito	Thysanoptera	Phlaeothripidae	<i>Gynaikothrips sp</i>	1
20	Pulgon verde	Hemíptera	Aphididae	<i>Myzus persicae</i>	3
21	Chicharritas	Hemíptera	Cicadellidae	<i>Sophonia sp</i>	1
22	Pariente de la cigarra	Hemíptera	Cixiidae	<i>Pintalia sp</i>	3
23	Chicharritas	Hemíptera	Cicadellidae	<i>Erythroneura sp</i>	1
24	Salta hojas	Hemíptera	Cicadellidae	<i>Orientus sp</i>	1
25	Hormiga Rover oscura	Hymenoptera	Formicidae	<i>Brachymyrmex patagonicus</i>	2
26	Avispa braconidos	Hymenoptera	Braconidae	<i>Cotesia congregata</i>	5
27	Hormiga de fuego	Hymenoptera	Formicidae	<i>Myrmica rubra</i>	2

28	Hormiga olorosa	Hymenoptera	Formicidae	<i>Tapinoma sessile</i>	10
29	Hormiga argentina	Hymenoptera	Formicidae	<i>Linepithema sp</i>	2
30	Avisa escorpion	Hymenoptera	Ichneumonidae	<i>Diplazon sp</i>	1
31	Polilla minadora	Lepidoptera	Gracillariidae	<i>Acrocercops brongniardella</i>	1
32	Salta montes de alas oblongas	Orthoptero	Tettigoniidae	<i>Amblycorpha sp</i>	3
<b>TOTAL</b>					<b>675</b>

#### Anexo 4

*Fauna asociada a Juglans neotropica en plantaciones puras en la categoría de insectos*

NºEspecies	N. común	Orden	Familia	Especie	Total especie
1	Escarabajo	Coleóptera	Staphylinidae	<i>Anotylus rugosus</i>	6
2	Escarabajo de sabia	Coleóptera	Nitidulidae	<i>Glischrochilus sp</i>	1
3	Cola de resorte	Collembola	Entomobryidae	<i>Entomobryas sp</i>	4
4	Mosca de fruta	Díptera	Drosophilidae	<i>Drosophila melanogaster</i>	14
5	Mosca de fruta	Díptera	Tephritidae	<i>Anomoia sp</i>	1
6	Mosquito	Díptera	Chironomidae	<i>Chironomus sp</i>	1
7	Mosca de higo	Díptera	Drosophilidae	<i>Zaprionus sp</i>	1
8	Mosca	Díptera	Shaeroceridae	<i>Leptocera sp</i>	1
9	Mosco	Díptera	Lonchopteridae	<i>Lonchopetera bifurcata</i>	1
10	Mosco	Díptera	Rhinophoridae	<i>Melanophora sp</i>	1
11	Mosca de vinagre	Díptera	Drosophilidae	<i>Scaptomyza sp</i>	13
12	Pulgón verde	Hemíptera	Aphididae	<i>Myzus persicae sp</i>	42
13	Pariente de la cigarra	Hemíptera	Cixiidae	<i>Pintalia sp</i>	16
14	Cigarra salivazo	Hemíptera	Aphrophoridae	<i>Neophilaenus sp</i>	9

15	Cigarras-pulgones	Hemíptera	Aphididae	<i>Macrosiphum sp</i>	1
16	Pulgon verde	Hemíptera	Aphididae	<i>Brachycaudus sp</i>	2
17	Hormiga Rover oscura	Hymenoptera	Formicidae	<i>Brachymyrmex patagonicus</i>	2
18	Avispa braconídeos	Hymenoptera	Braconidae	<i>Cotesia congregata</i>	5
19	Hormiga argentina	Hymenoptera	Formicidae	<i>Linepithema sp</i>	6
20	Hormiga de fuego	Hymenoptera	Formicidae	<i>Myrmica rubra</i>	12
21	Hormiga loca	Hymenoptera	Formicidae	<i>Paratrechina sp</i>	1
22	Hormiga olorosa	Hymenoptera	Formicidae	<i>Tapinoma sessile</i>	3
24	SN Uzeli	Thysanoptera	Phlaeothripidae	<i>Gynaikothrips sp</i>	2
25	Trip de flores	Thysanoptera	Thripidae	<i>Frankliniella sp</i>	2
<b>TOTAL</b>					<b>147</b>

## Anexo 5

*Fauna asociada a Juglans neotropica en árboles de lindero en la categoría de aves*

N° especie	Nombre común	Orden	Familia	Especie	Total de especies
1	Jilgueros	Passeriformes	Fringilidae	<i>Carduelis magellanica</i>	28
2	Colibrí de cola corta	Trochiiformes	Trochilidae	<i>Colibri coruscans</i>	3
3	Zamarrillo Pechinegro (Colibrí)	Trochiiformes	Trochilidae	<i>Eriocnemis nigrivestis</i>	7
4	Golondrina	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	18
5	Huirachuro o Picogrueso	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Pheucticus chrysopheplus</i>	14
6	Pájaro brujo	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	10
7	Cucarachero Común	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	17
8	Tórtolas	Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	27
9	Chingolo	Passeriformes	Emberizidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	34
<b>TOTAL</b>					<b>158</b>

**Anexo 6**

*Fauna asociada a J. neotropica en plantaciones puras en la categoría de aves*

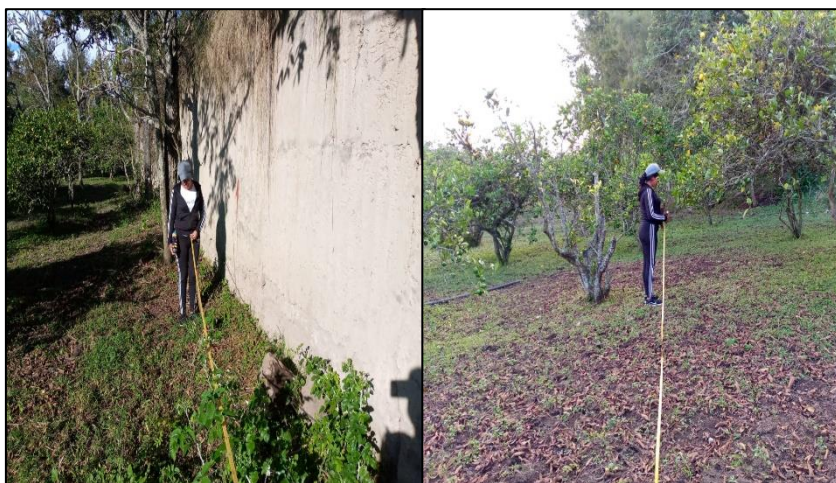
<b>N° especie</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>Total de individuos</b>
1	Zamarrito Pechinegro (Colibrí)	Trochiiformes	Trochilidae	<i>Eriocnemis nigrivestis</i>	20
2	Colibrí de cola corta	Trochiiformes	Trochilidae	<i>Colibri coruscans</i>	6
3	Huirachuro o Picogrueso	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Pheucticus chrysopeplus</i>	4
4	Tórtolas	Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	16
5	Chingolo	Passeriformes	Emberizidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	44
6	Pájaro brujo	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	6
7	Jilgueros	Passeriformes	Fringilidae	<i>Carduelis magellanica</i>	6
8	Mirlos	Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus fuscater</i>	4
9	Alondras	Passeriformes	Alaudidae	<i>Alauda arvensis</i>	2
10	Quiliko	Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	1
<b>TOTAL</b>					<b>109</b>

**Anexo 7**

*Selección y trazado de parcelas al azar en plantaciones puras de Juglans neotropica*

**Anexo 8**

*Trazado de transectos en árboles de lindero de Juglans neotropica*

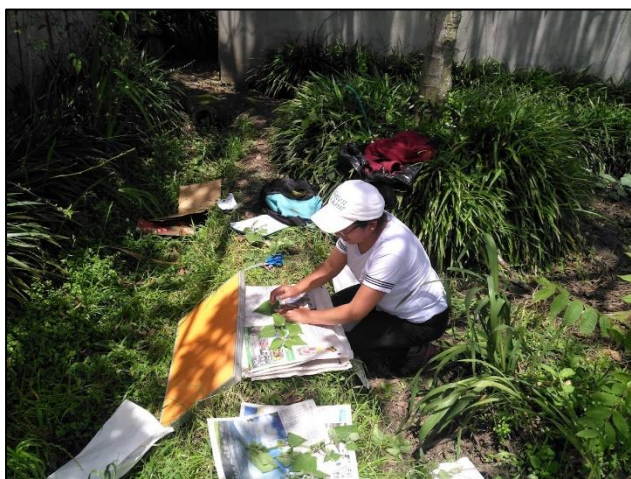
**Anexo 9**

*Toma de datos en campo en árboles de lindero y plantaciones puras de Juglans neotropica*



## Anexo 10

*Toma de muestras botánicas*



## Anexo 11

*Identificación de especímenes en el Herbario de la Universidad Técnica del Norte*



**Anexo 12**

*Instalación de trampas pitfall en árboles de lindero y plantaciones puras de Juglans neotropica*

**Anexo 13**

*Identificación de especímenes en el Laboratorio Entomológico de la Universidad Técnica del*

*Norte*

**Anexo 14**

*Observación de aves en árboles de lindero y plantaciones puras de Juglans neotropica*



### Anexo 15

*Toma de datos de temperatura y humedad dentro y fuera de los dos agroecosistemas*



### Anexo 16

*Toma de muestras de suelo dentro y fuera de los agroecosistemas de Juglans neotropica*





