



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

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

**“VALORACIÓN DE INTERACCIONES ECOLÓGICAS DEL *Juglans neotropica*
Diels., EN DOS ECOSISTEMAS DE LA PROVINCIA DE IMBABURA”.**

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

Línea de investigación: Desarrollo agropecuario y forestal sostenible.

Autor: Ariagna Jose Gonzalon Linto

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

Ibarra, 2024



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003258090		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Gonzalon Linto Ariagna Jose		
DIRECCIÓN:	Ibarra		
EMAIL:	ajgonzalonl@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	950503	TELF. MOVIL	0979683943

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“VALORACIÓN DE INTERACCIONES ECOLÓGICAS DEL <i>Juglans neotropica</i> Diels., EN DOS ECOSISTEMAS DE LA PROVINCIA DE IMBABURA.”
AUTOR (ES):	Ariagna Jose Gonzalon Linto
FECHA:	06-05-2024
SOLO PARA TRABAJOS DE TITULACIÓN	
CARRERA/PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> GRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniería forestal
DIRECTOR:	Ing. Mario José Añazco Romero, Ph. D

CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) 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 (son) el (los) titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 16 días, del mes de mayo de 2024

EL AUTOR:



Firma

Ariagna Jose Gonzalon Linto

**CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE
INTERGRACIÓN CURRICULAR**

Ibarra, 6 de mayo de 2024

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.


①

Ing. Mario José Añazco Romero, Ph.D.

C.C: 0701574329

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificado del trabajo de Integración Curricular “VALORACIÓN DE INTERACCIONES ECOLÓGICAS DEL *Juglans neotropica* Diels., EN DOS ECOSISTEMAS DE LA PROVINCIA DE IMBABURA.” elaborado por Ariagna Jose Gonzalon Linto, previo a la obtención del título del Ingeniera Forestal, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

MARIO JOSE
AÑAZCO ROMERO

Firmado digitalmente por
MARIO JOSE AÑAZCO ROMERO
Fecha: 2024.05.15 09:36:31
05:06

(f):

Ing. Mario José Añazco Romero, Ph.D.

C.C: 0701574329

HUGO VINICIO
VALLEJOS
ALVAREZ

Firmado digitalmente
por HUGO VINICIO
VALLEJOS ALVAREZ
Fecha: 2024.05.14

17:27:40 02:04

(f):

Ing. Hugo Vinicio Vallejos Alvarez, Mgs.

C.C: 1002018941

DEDICATORIA

Dedico el presente estudio que me proporcionó buenos conocimientos, principalmente a mis padres y hermanos por el apoyo incondicional que me brindaron siempre, y por los buenos valores que me supieron dar a lo largo de mi vida, y por la motivación que siempre me dieron para seguir adelante en todos los aspectos de la vida.

Para las personas más importantes que tengo en mi vida, mi madre Sonia, mi querido papá Daurin, hermano menor Aarón y mi hermano mayor Abraham.

¡Con mucho amor, ya que todo se puede lograr con esfuerzo, y dedicación!

AGRADECIMIENTO

Quiero iniciar agradeciéndole a Dios por las fuerzas y la inteligencia necesaria que me dio para lograr realizar este estudio me dio muchas ganas de seguir siempre, y no solo en este momento, más bien en toda mi vida.

Agradecer inmensamente a mis padres que fueron el objetivo principal para yo lograr este suceso en mi vida, ya que gracias a su apoyo hoy estoy culminando una etapa, fueron el pilar principal de este sueño, sin ellos no lo hubiera podido lograr fueron mi apoyo emocional en todo momento, ellos siempre estuvieron para aconsejarme y sobre todo motivarme.

A mi hermano menor Aarón porque con su corta edad él siempre me apoyaba y siempre creyó en mí, ya que yo soy su ejemplo a seguir y quería enorgullecerle y lo estoy logrando dándole el mejor ejemplo de mí y demostrándole que si se puede llegar al éxito siempre que se proponga.

A mi primo Abraham que es considerado como mi hermano mayor ya que me crie con él, le agradezco por cada consejo que me dio y sobre todo la fe que me tuvo, este caso él fue mi ejemplo a seguir, no hay nada que nos pueda detener si existe las ganas y dedicación, nunca hay que parar por más duro que sea el camino.

A el Sr. Fabian Cerón que hizo posible este estudio, estoy eternamente agradecida con él ya que hizo que ame mi estudio, sus palabras siempre me alentaron a seguir adelante y su forma de ser fue excepcional, en mi experiencia, hasta la fecha, no he encontrado a ninguna persona que exhiba un nivel tan destacado de ética y moral.

Por otro lado, quiero agradecer inmensamente a la UTN, por hacer posible uno de mis sueños más grandes, y dentro de esto destaca a mi director Ing. Mario Añazco. PhD por su dedicación al enseñar y por compartir su conocimiento de manera tan efectiva, he aprendido no solo conceptos, sino también valores fundamentales, y por otro lado al Ing. Hugo Vallejos por el tiempo dedicado y el apoyo incondicional.

A mi grupo de amigos que me hicieron realmente feliz mi estancia en la universidad, por su apoyo y el valor tan grande de una amistad que está en las buenas y en las malas, días alegres y días duros, pero con nuestro lazo de amistad siempre calmaba cualquier momento.

RESUMEN EJECUTIVO

Esta investigación se basa en la interacción del *Juglans neotropica* Diels, en la provincia de Imbabura, donde la carencia de conocimiento técnico-científico motivó la necesidad de realizar un análisis para adquirir mejores conocimientos sobre el tema, el que se llevó a cabo en dos predios como fue en Natabuela con una plantación pura y Bellavista con árboles en lindero. El objetivo general fue evaluar las interacciones del nogal con la flora, fauna, condiciones ambientales y la composición edáfica de los dos lugares estudiados, llevando a cabo una metodología que implicó un seguimiento micro climático durante seis meses con la recopilación de datos tanto dentro como fuera de los sistemas, además se realizó un análisis de composición química del suelo. Se estudió la flora mediante parcelas y transectos, realizando un censo muestral para la diversidad de flora encontrando 1 071 individuos asociadas a los árboles en linderos y un índice de Shannon de 0,85 con diversidad baja y en la plantación pura con 1,01 estos resultados debido a las condiciones climáticas de la época del año. En cuanto a la diversidad de fauna en Natabuela, se registraron 42 insectos y 50 aves, mientras que en Bellavista se observaron 230 insectos y 29 aves. En términos climáticos la temperatura ambiental en la plantación de árboles en linderos fue de 19.75 °C, y en la plantación pura de *Juglans neotropica* fue de 19.70°C, por ello estas interacciones benefician tanto al objeto de estudio como a su ecosistema que le rodea resaltando la importancia del estudio.

Palabras clave: Interacción, *Juglans neotropica*, microclima, suelos, flora, fauna.

ABSTRACT

This research is based on the interaction of *Juglans neotropica* Diels, in the province of Imbabura, where the lack of technical-scientific knowledge motivated the need to conduct an analysis to acquire better knowledge on the subject, which was carried out in two properties such as Natabuela with a pure plantation and Bellavista with trees in bordering. The general objective was to evaluate the interactions of the walnut tree with the flora, fauna, environmental conditions and edaphic composition of the two sites studied, carrying out a methodology that involved a micro-climatic monitoring for six months with the collection of data both inside and outside the systems, in addition to an analysis of the chemical composition of the soil. The flora was studied by means of plots and transects, carrying out a sample census for the diversity of flora, finding 1,071 individuals associated with the trees on the boundaries and a Shannon index of 0.85 with low diversity and in the pure plantation with 1.01, these results due to the climatic conditions of the time of the year. In terms of fauna diversity in Natabuela, 42 insects and 50 birds were recorded, while in Bellavista 230 insects and 29 birds were observed. In climatic terms, the environmental temperature in the border tree plantation was 19.75 °C, and in the pure plantation of *Juglans neotropica* it was 19.70°C, therefore these interactions benefit both the object of study and its ecosystem.

Keywords: Interaction, *Juglans neotropica*, microclimate, soils, flora, fauna.

LISTA DE SIGLAS

GAD: Gobiernos Autónomos Descentralizados

SIN: Sistema Nacional de Información

INAMHI: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología

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

DAP: Diámetro a la altura del pecho

MO: Materia orgánica

Ec: Ecuación

Ppm: Partes por millón

ALD: Árboles en lindero dentro

ALF: Árboles en lindero fuera

PPD: Plantación pura dentro

PPF: Plantación pura fuera

CATIE: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

SAF: Sistema agroforestal

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	17
Problema de investigación	17
Formulación del problema a investigar.....	18
Objetivos	19
Objetivo General.....	19
Objetivos Específicos.....	20
Preguntas de investigación.....	20
CAPÍTULO I	21
MARCO TEÓRICO.....	21
1.1. Ecología.....	21
1.2. Ecología forestal.....	21
1.2.1. Niveles de organización ecológica.....	21
1.2.2. Nivel de Población	21
1.2.3. Nivel de Comunidad	22
1.2.4. Nivel de ecosistema.....	22
1.2.5. Nivel de bioma	22
1.3. Agroecosistema	22
1.3.1. Sistema agroforestal	23
1.3.2. Clasificación de los sistemas agroforestales	23
1.3.3. Técnicas de manejo agroforestal	24
1.3.4. Árboles en linderos.	25
1.4. Plantación Pura.....	25
1.5. Características generalidades del Junglas neotropica Diels.....	25
1.5.1. Taxonomía.....	25
1.5.2. Distribución natural.....	26
1.5.3. Generalidades del nogal	27
1.5.4. Ámbito de crecimiento.....	27
1.5.5. Condiciones climáticas.....	27
1.5.6. Microclima	28

1.6.	Interacciones ecológicas.....	28
1.6.1.	Interacciones clima-flora.....	28
1.6.2.	Interacciones flora-flora	29
1.6.3.	Interacciones flora-fauna (Polinizadores)	29
1.6.4.	Interacciones flora-fauna (Herbívoros).....	30
1.6.5.	Interacciones edafo-microclimáticas.....	31
1.7.	Suelo.....	31
1.7.1.	Componentes del suelo	32
1.7.2.	Materia orgánica del suelo	32
1.7.3.	Características físicas y químicas del suelo	32
1.8.	Otros estudios.....	33
CAPITULO II.....		34
MATERIALES Y MÉTODOS		34
2.1.	Ubicación del lugar	34
2.1.1.	Política	34
2.1.2.	Geografía de sitio de investigación Coordenadas Sitio	34
2.2.	Caracterización edafoclimática del lugar	36
2.3.	Materiales, equipos y software.....	37
2.4.	Métodos, técnicas e instrumentos.	38
2.4.1.	Universo-población	38
2.4.2.	Tamaño de la muestra	38
2.4.3.	Muestreo.....	38
2.4.4.	Instalación de las parcelas de campo	38
2.5.	Explicar el trabajo a desarrollar en gabinete y campo	39
2.5.1.	Condiciones Microclimáticas.....	39
2.5.2.	Condiciones edáficas.....	39
2.5.3.	Flora asociada al Juglans neotropica Diels a nivel de una plantación pura	40
2.5.4.	Flora asociada al Juglans neotropica Diels a nivel de una práctica agroforestal árboles linderos.....	41
2.5.5.	Recolección de muestras botánicas.....	42
2.5.6.	Identificación de especímenes en Herbario	42

2.5.7. Fauna para los dos sistemas de plantación	43
2.6. Procedimiento y análisis de datos	45
2.6.1. Análisis de diversidad – flora y fauna.....	45
2.6.2. Índice de diversidad de Shannon.....	45
2.6.3. Índice de dominancia de Simpson.....	46
CAPÍTULO III.....	48
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
3.1. Condiciones edáficas.....	48
3.1.1. Árboles en lindero.....	48
3.1.2. Plantación pura.....	49
3.1.3. Correlación edáfica de árboles en lindero y plantación pura.....	51
3.2. Condiciones microclimáticas	53
3.2.1. Comportamiento en la plantación pura	53
3.2.1.1. Temperatura	53
3.2.1.2. Humedad relativa	55
3.2.1.3. Precipitación	57
3.2.2. Comportamiento climático de árboles en linderos.....	59
3.2.2.1. Temperatura	59
3.2.2.2. Humedad relativa.....	61
3.2.2.3. Precipitación	64
3.3. Flora asociada con <i>Juglans neotropica</i> Diels	66
3.3.1. Diversidad de Flora en árboles en lindero (Bellavista).....	66
3.3.2. Diversidad de Flora en una plantación pura (Natabuela).....	68
3.4. Fauna asociada con <i>Juglans neotropica</i> Diels.	69
3.5. Diversidad de fauna en árboles en linderos (Bellavista).....	69
3.5.1. Insectos.....	69
3.5.2. Aves	71
3.6. Diversidad de fauna en una plantación pura (Natabuela)	73
3.6.1. Insectos.....	73
3.6.2. Aves	74
3.7. Índice de diversidad de Flora.	76

3.7.1. Índice de diversidad para la fauna a nivel de insectos	77
3.7.2. Índice de diversidad para la fauna a nivel de aves	79
CAPÍTULO IV	81
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	81
4.1. Conclusiones	81
4.2. Recomendaciones.....	81
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82
ANEXOS	97

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Categorías de sistemas agroforestales basadas en los aspectos de su estructura y función	24
Tabla 2 Representación taxonómica del <i>Juglans neotropica</i> Diels.	26
Tabla 3 Materiales, equipos y software a emplear en la investigación.	37
Tabla 4 Parámetros descriptivos para identificación de aves	44
Tabla 5 Interpretación de valores obtenidos por el índice de Shannon	46
Tabla 6 Interpretación de valores obtenidos del índice de Simpson.....	47
Tabla 7 Análisis de coeficiente de correlaciones de los nutrientes del suelo por el método de Person.	52
Tabla 8 Resultados de la precipitación de la plantación pura (Natabuela)	58
Tabla 9 Promedio total de precipitación registrada en Bellavista (Árboles en linero)	65
Tabla 10 Índice de diversidad - Shannon Wiener (H') y Simpson (1-D)- Flora	76
Tabla 11 Índices de diversidad - Shannon Wiener (H') y Simpson (1-D)- Fauna, Insectos	78
Tabla 12 Índices de diversidad - Shannon Wiener (H') y Simpson (1-D)- Fauna, Aves	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de Ubicación.....	35
Figura 2 Parcelas en plantación pura	41
Figura 3 Transectos de árboles en lindero.	42
Figura 4 Análisis químico del suelo en árboles en lindero.	48
Figura 5 Análisis químico del suelo en plantación pura.	50
Figura 6 Análisis de temperatura dentro de la plantación pura (Natabuela).	54
Figura 7 Análisis de temperatura fuera de la plantación pura (Natabuela)	54
Figura 8 Análisis de humedad relativa dentro de la plantación pura (Natabuela).....	56
Figura 9 Análisis de la humedad relativa fuera de la plantación pura (Natabuela).	56
Figura 10 Análisis de la precipitación de la plantación pura (Natabuela).....	58
Figura 11 Análisis de temperatura dentro de los árboles en lindero (Bellavista).	59
Figura 12 Análisis de temperatura fuera de los árboles en lindero (Bellavista).	60
Figura 13 Análisis de humedad relativa dentro de los árboles en lindero (Bellavista).	62
Figura 14 Análisis de humedad relativa fuera de los árboles en lindero (Bellavista).....	62
Figura 15 Resultados de la precipitación de los árboles en linderos (Bellavista).....	64
Figura 16 Especies que presentan una cantidad de individuos en los árboles en linderos con respecto al <i>Juglans neotropica</i>	67
Figura 17 Especies que presentan una cantidad de individuos en una plantación pura con respecto al <i>Juglans neotropica</i>	69
Figura 18 Individuos por especies presentes en el ecosistema de árboles de lindero de <i>Juglans neotropica</i> en la clase de insecta.....	70
Figura 19 Especies de aves representativas en árboles de lindero de <i>Juglans neotropica</i>	72
Figura 20 Individuos por especies presentes en el ecosistema de plantación pura de <i>Juglans neotropica</i> en la clase de insecta.	73
Figura 21 Especies de aves representativas en plantación pura de <i>Juglans neotropica</i>	75

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Datos de interacción flora de los árboles en linderos ubicados en Bellavista.....	97
Anexo 2. Datos de interacción flora de la plantación pura ubicada en Natabuela	98
Anexo 3 Interacción fauna-Insectos en la plantación pura ubicado en Natabuela	99
Anexo 4 Interacción fauna-Insectos en árboles en lindero pura ubicado en Bellavistas.....	100
Anexo 5 Interacción fauna-Aves en la plantación pura ubicado en Natabuela	101
Anexo 6 Interacción fauna-Aves en árboles en lindero pura ubicado en Bellavistas.....	102
Anexo 7 Toma de datos Microclimáticas de temperatura-humedad relativa fuera y dentro del predio de Bellavista (Árboles en linderos).....	103
Anexo 8 Toma de datos Microclimáticas de temperatura-humedad relativa fuera y dentro del predio de Natabuela (Plantación pura).....	103
Anexo 9 Elaboración de transectos en el sistema de árboles en lindero (Bellavista).....	104
Anexo 10 Elaboración de parcelas en el sistema de plantación pura (Natabuela)	104
Anexo 11 Avistamiento de aves en el sistema de Plantación pura (Natabuela) y de árboles en linderos en (Bellavista)	105
Anexo 12 Instalación de trampas Pitfall en los dos sistemas de estudio (plantación pura) y (árboles en lindero).	105
Anexo 13 Análisis de especies de insectos en el laboratorio de entomología de la UTN	106
Anexo 14 Recolección y almacenaje de las muestras de tierra dentro y fuera de los sistemas de plantación pura (Natabuela) y árboles en lindero (Bellavista).....	106
Anexo 15 Resultados de laboratorio de las muestras de tierras del sistema de plantación pura dentro y fuera del lugar. Predio de Bellavista dentro de (árboles en lindero).	107
Anexo 16 Resultados laboratorio Bellavista fuera del predio de árboles en lindero.....	108
Anexo 17 Resultados laboratorio Predio de Natabuela dentro de la (Plantación pura).....	109
Anexo 18 Resultados laboratorio Natabuela fuera del predio de plantación pura	110

INTRODUCCIÓN

Problema de investigación

La especie *Juglans neotropica* Diels es de gran importancia económica y ecológica en la provincia de Imbabura, sin embargo, los sistemas agroforestales en los que se encuentra esta especie presentan desafíos significativos debido a la falta de conocimiento sobre las interacciones ecológicas clave que influyen en su desarrollo y supervivencia.

Las interacciones ecológicas del *Juglans neotropica* son fundamentales para mantener el bienestar de los ecosistemas donde se encuentra, para garantizar la supervivencia de otras especies que dependen de él (Esparza, 2023). Estas interacciones pueden incluir la polinización por parte de insectos o aves, la dispersión de semillas por animales, la competencia con otras especies vegetales, para el estudio de (García & Guzman, 2022).

Las interacciones bióticas, como la presencia de fauna, así como las interacciones abióticas, como la calidad del suelo, el régimen de temperaturas y la disponibilidad de humedad, son factores fundamentales que influyen en el desempeño de las plantaciones de *Juglans neotropica*. Sin embargo, la información técnico-científica actualmente disponible es insuficiente y fragmentada, lo que dificulta la implementación de estrategias de manejo silvícola sostenible (Ramírez et al., 2019).

En el contexto de las plantaciones puras de *Juglans neotrópico*, se ha constatado que la falta de diversidad en el sistema puede aumentar la susceptibilidad a plagas y enfermedades específicas de la especie, como el barrenador. Además, la competencia intraespecífica por recursos limitados, como nutrientes y luz, puede afectar negativamente el desarrollo y el rendimiento de las plantaciones (Calix et al., 2023).

Por otro lado, en las plantaciones en hileras de *Juglans neotropica*, se ha observado que la presencia de árboles de especies acompañantes puede generar interacciones positivas o negativas, como puede ser en la introducción de árboles de sombra puede reducir la competencia por luz y mejorar el desarrollo de *Juglans neotropica*, pero también puede aumentar la competencia por nutrientes y agua (Caivano, 2011).

Formulación del problema a investigar

La interacción de factores bióticos y abióticos en sistemas de plantación de la especie *Juglans neotropica* Diels no registra suficiente información técnico-científica que permita tomar decisiones para un manejo silvicultural sostenible en el tiempo, ya que impide comprender cómo estos factores impulsaron el crecimiento, la productividad y la salud de las plantaciones de *Juglans neotropica* Diels.

El estudio se llevará a cabo en áreas donde el *Juglans neotropica* es abundante y representativo de su hábitat natural. Se realizarán observaciones directas de las interacciones ecológicas, incluyendo la identificación de los organismos involucrados, con la recopilación de datos. Se utilizarán diversos métodos para recolectar datos en diferentes meses del año y en distintas localidades, a fin de obtener una mejor visión de las interacciones ecológicas del *Juglans neotropica*.

Justificación

La especie *Juglans neotropica*, conocida como nogal andino, es un árbol de gran importancia ecológica en los ecosistemas. Este árbol propio de la zona andina de Sudamérica desempeña un papel fundamental en la estructura y el desempeño de estos ecosistemas, brindando servicios ecosistémicos clave y albergando una alta biodiversidad asociada.

La valoración de las relaciones ecológicas de *Juglans neotropica* Diels en diferentes sistemas de plantación es de gran importancia debido a la creciente demanda de productos forestales no maderables y el requerimiento de conservar la biodiversidad en los sistemas agroforestales. Diversos estudios han demostrado que las plantaciones agroforestales pueden mejorar la calidad del suelo, promover la conservación de la biodiversidad, aumentar la productividad y la resiliencia del sistema ante eventos climáticos extremos, entre otros beneficios (Casanova et al., 2016).

Por otro lado, la valoración de las relaciones ecológicas de *Juglans neotropica* Diels en diferentes sistemas de plantación también es importante para la toma de decisiones de manejo forestal sostenible (Reátegui, 2022). Según Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, menciona que el conocimiento de las interacciones entre las especies en el sistema permitirá identificar las mejores prácticas de manejo para mantener y mejorar la calidad del suelo, así como maximizar la producción de productos forestales no maderables (FAO; MADS, 2018).

En este contexto, la presente investigación busca valorar las relaciones ecológicas de *Juglans neotropica* Diels en dos sistemas de plantación de la provincia de Imbabura. Los resultados obtenidos permitirán mejorar el conocimiento sobre la interacción de esta especie con otros en diferentes factores que se estudian, y proporcionará información valiosa para el manejo forestal y la protección de la biodiversidad en el lugar de estudio.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar las interacciones ecológicas de la especie *Juglans neotropica* Diels en una plantación pura y en linderos pertenecientes a la provincia de Imbabura.

Objetivos Específicos

- Analizar las relaciones edáficas y climáticas en dos ecosistemas que manejan la especie *Juglans neotropica* Diels.
- Determinar los índices de la biodiversidad asociada a la especie de nogal en dos tipos de plantaciones.

Preguntas de investigación

- ¿Cómo influye las condiciones edáficas y climáticas en las plantaciones donde se encuentra la especie *Juglans neotropica* Diels?
- ¿Cuál es el comportamiento de la biodiversidad en una plantación pura y en linderos en referencia con la especie *Juglans neotropica* Diels?

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Ecología

La ecología, es denominada como una disciplina científica que apareció vinculada con la biología, la cual se basa en investigar las condiciones y las interacciones que constituyen el entorno vital de los seres vivos que habitan en la naturaleza (Reyes, 2007). También comprende cómo los organismos se organizan dentro de un ecosistema, ya que poseen diversos niveles tróficos (Sánchez & Pontes, 2011).

1.2. Ecología forestal

Esta es una ciencia que se encarga de la composición, estructura y funcionamiento que poseen los terrenos forestales, de acuerdo con Jiménez et al. (2017) ya que estudia el comportamiento de las diferentes especies que habitan en los bosques, y la interacción que se genera con los factores físicos del ambiente.

1.2.1. Niveles de organización ecológica

Los niveles de organización ecológica hacen referencia a la clasificación que es utilizada para estudiar y entender las funciones y estructura de los ecosistemas (Garrido & Sidali, 2016). Estos niveles llegan desde las más diminutas hasta las más grandes existentes, comprendiendo desde los organismos individuales hasta la totalidad de la biosfera (Falcón, 2020).

1.2.2. Nivel de Población

De acuerdo con Rodríguez (2019) el nivel de la población son las interacciones que tienen los individuos de una misma especie en un área determinada.

1.2.3. Nivel de Comunidad

Este nivel pone énfasis en las interacciones que existe entre las poblaciones de diferentes especies en un lugar específico (Pazato et al., 2020).

1.2.4. Nivel de ecosistema

Este nivel es considerado a los factores bióticos y abióticos en un área específica y cómo interactúan entre sí, tomando en cuenta que un ecosistema influye los aspectos físicos y químicos del ambiente, como el clima, el suelo, el agua y los nutrientes (Armenteras et al., 2016).

1.2.5. Nivel de bioma

El denominado nivel de bioma hace referencia a extensas áreas geográficas que tiene características semejantes con respecto a factores como el clima, el suelo, la flora, y la fauna (Holdridge, 1978). Teniendo en cuenta la importancia de la biomasa es un indicador de la productividad y el estado ecológico (Espinoza-Bretado & Navar, 2005).

1.3. Agroecosistema

Un agroecosistema abarca al menos una población, que cuenta con cultivos, animales o ambos y estas se relacionan con diversas coberturas vegetales, y tomando en cuenta a las malezas, insectos y enfermedades, para de esta forma poder crear una comunidad biótica (Hart, 1979). Además, se puede denominar como sistemas dinámicos que abarcan no solo los aspectos biológicos y ecológicos, así mismo los socioeconómicos y culturales (Rosado, 2014). Tomando en cuenta que los agroecosistemas tienen un nivel dificultoso de sostenibilidad debido a las relaciones con diversos organismos (Gliessman, 1998).

1.3.1. Sistema agroforestal

El propósito que tienen los (SAF) implica utilizar las tierras donde se unen de manera temporal y espacial, como son especies forestales con especies agrícolas para poder conseguir la sostenibilidad del sistema (ONF, 2013). Esta clase de ecosistemas sirven como una alternativa de restauración ecológica, aunque resulte difícil alcanzar las condiciones originales del ecosistema por causa de las variaciones ambientales (Ceccon, 2013).

Es un método de producción agrícola diversificada que se ajusta a tres criterios, como son la interacción biológica entre al menos dos especies vegetales, con la presencia de una especie leñosa perenne y la introducción de una planta cultivada con fines agrícolas, como pastos (Garro, 2020). La identificación e incorporación precisa de especies es importante en los sistemas agroforestales ya que son de gran importancia para su establecimiento exitoso (Recalde, 2022).

En los sistemas agroforestales se pueden usar prácticas que sirven para aprovechar la biodiversidad beneficiando a los ecosistemas en los procesos ecológicos a nivel de parcela o paisaje para aumentar la capacidad de los cultivos y el ganado por lo tanto a las familias productoras para adaptarse a la variabilidad climática (Jackson et al., 2010).

1.3.2. Clasificación de los sistemas agroforestales

Este tipo de sistemas agroforestales se han clasificado con referencia a su distribución espacial, dependiendo del cambio a lo largo del tiempo, la importancia y relevancia de los múltiples elementos, teniendo en cuenta a (Combe & Budowski, 1979). Estos están constituidos dependiendo de los resultados posibles y la unión de los diferentes elementos de la naturaleza (Tabla 1).

Tabla 1

Categorías de sistemas agroforestales basadas en los aspectos de su estructura y función

Tipos	Ejemplos
Sistemas agrosilvoculturales (Árboles con cultivo)	Cultivos en hileras Cultivos bajo cobertura arbórea perennes con árboles de sombra. Tierras en descanso mejoradas con rompevientos para protección con cultivos para la producción de leña.
Sistemas silvopastoriles (árboles con ganadería)	Un conjunto de árboles en linderos con pastos, ya que es reserva de forraje proteico de animales con producción.
Sistemas agrosilvopastoriles (Árboles con cultivos y ganadería)	Son caracterizados por tener una combinación de cultivos con árboles en hileras y pasto con animales en especial ganado para alimentarlos y conservar el suelo y dar abono natural.

Nota: La siguiente tabla representa las categorías existentes de los sistemas agroforestales, según sus requerimientos necesarios del terreno.

Fuente: (Iglesias, 1999)

1.3.3. Técnicas de manejo agroforestal

Este tipo de técnicas agroforestales son los denominados sistemas de producción que poseen arbustos, árboles y cultivos agrícolas en un mismo lugar, que son creadas de manera planificada y gestionada conjuntamente, según Portillo (2010) estos sistemas tienen como objetivo beneficiarse de las interacciones positivas que tienen es los diferentes componentes, fomentando así la diversidad biológica, y mejorando su productividad con estas técnicas, preservando las aguas, y evitando la erosión del suelo (Campos & Rodríguez, 2002).

1.3.4. Árboles en linderos.

Los árboles en linderos son aquellas plantaciones de árboles forestales en forma lineal, que se ubican en las limitaciones del terreno, que poseen sistemas agroforestales, que posee un objetivo principal la obtención de madera (Rojas et al., 2004). Tienen diversos fines, como puede ser delimitar propiedades, o zonas internas de cultivos, también puede servir para producción de madera para diferentes usos.

1.4. Plantación Pura.

Se describe a una plantación pura como aquella que se puede cultivar una sola especie de forestal, tal como plantea (Alice et al., 2004). Esta clase de plantaciones es frecuente en la agricultura y silvicultura, el cual busca maximizar la producción de una especie determinada (Sánchez et al., 2017). En el mismo sentido Sawyer (1993) menciona que las plantaciones puras son practicas comunes del manejo forestal intensivo y forman un papel fundamental en el aprovechamiento forestal sostenible.

1.5. Características generalidades del *Junglas neotropica* Diels.

El denominado *Junglas neotropica* Diels también conocido como nogal, es una especie originaria de las zonas Andinas de América del sur, es y fue existente a lo largo de la historia, ya que tiene mucha demanda por sus diversas cualidades como su fina madera, sus follaje y frutos que son utilizados por grandes empresas de industrialización, para la producción de esta especie, coincidiendo con las opiniones de (Toro & Roldan, 2018)

1.5.1. Taxonomía

La especie de *Juglans neotropica* Diels, posee una taxonomía exclusiva en su especie, mencionando desde su clase, orden familia género y especie (Tabla 2).

Tabla 2*Representación taxonómica del Juglans neotropica Diels.*

Dominio	Biota
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Fagales
Familia	Juglandaceae
Genero	Juglans
Especie	<i>Juglans neotropica</i>

Fuente: (naturalistaCo, s.f.)

1.5.2. Distribución natural

La distribución natural de la especie *Juglans neotropica* se encuentra originalmente en América del sur, en específico en países como Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela, con respecto a (Cárdenas & Salinas, 2007). Este árbol se encuentra entre los 1800 y 2800 metros sobre el nivel del mar, por ello se ubica en diversos ecosistemas en específico en bosques húmedos montanos bajos y bosques secos, a su vez se adaptan a bosques premontanos y montanos, y sobre todo tienen gran presencia en bosque nublosos, según menciona (Toro & Roldan, 2018).

En Ecuador se hallan en valles, que poseen climas templados en zonas interandinas, ubicados en diferentes lugares del país sobre todo en la región sierra, por lo general en zonas agrícolas, junto a las orillas de los ríos o libremente en los diversos campos, según Ramos et al. (2020) se toma en cuenta que el denominado *Juglans neotropica* tiene gran presencia en la provincia de Imbabura, ya que es considerado como un árbol tradicional de esta provincia (Cabascango, 2021).

1.5.3. Generalidades del nogal

El nogal conocido científicamente como *Juglans neotropica* Diels, es un árbol monoico, que puede llegar a tener alturas de 20 o 30 metros, con un Dap que varían entre los 40 a 60 centímetros, generalmente poseen un tronco totalmente recto, que no tiene ramas hasta un nivel del 50 % a su altura, posee un follaje espeso y ancho de aproximadamente unos 6 metros de ancho con hojas denominadas como compuestas que pueden llegar a los 40 centímetros de longitud, sus flores se hallan en las puntas de las ramas, el fruto es catalogado como drupa por su color que llega a negro y un endocarpio leñoso el cual posee una semilla dentro del fruto (CATIE, 2000).

1.5.4. Ámbito de crecimiento

Los árboles de nogal presentan un índice de crecimiento que tiene vinculación directa con la regeneración natural de sus poblaciones, ya que garantiza la supervivencia por el componente genético, tomando en cuenta que el desarrollo se ve influenciado por la disposición de recursos y las condiciones ambientales que tiene el ecosistema (Vilanova et al., 2011). En relación con el estudio de Palomino & Barra (2003) el *Juglans neotropica* Diels puede crecer en suelos como son, inceptisoles, ultisoles, entisoles, anfisoles y molisoles.

Por ello el *Juglans neotropica* Diels, opta por desarrollarse en suelos profundos y con un buen drenado que consten de suelos fértiles con texturas arenosas a limosos, con un pH que llegue de neutro a levemente ácido (Barreto & Herrera, 1990).

1.5.5. Condiciones climáticas.

Se define como la agrupación o unión de condiciones atmosféricas que se distinguen por la progresión temporal y sus estados, que se da durante un lapso prolongado de tiempo, que se da en una zona geográfica determinada (Linés, 2010).

1.5.6. Microclima

Este es denominado como el microclima a una superficie pequeña las cuales podrían tener una dimensión máxima de 100 km², en las que las condiciones microclimas se dan gracias a propiedades físicas como pueden ser las características hídricas, la erosión del suelo tipo de vegetación existente, y la topografía del lugar, en las que se pueden presentar también, humedad relativa, temperaturas (Llerena et al., 2004).

1.6. Interacciones ecológicas.

Las interacciones son indispensables para encontrar un equilibrio entre los ecosistemas debido a que desempeñan un papel importante en la reproducción e incorporación de nuevas especies arbóreas considerando que muchas especies animales están estrechamente ligadas a los recursos que proporcionan las plantas (Mendel et al., 2009).

Tomando en cuenta que las interacciones ecológicas se pueden clasificar dependiendo el nivel que involucren las especies en algunos casos pueden ser de manera positiva cuando existe un beneficio para la especie estudiada y clasificar como negativa cuando la otra especie se encuentra perjudicada y finalmente en neutra si la interacción no tiene ningún impacto entre las dos especies implicadas (Martínez y otros, 2019).

Las interacciones bióticas tienen mucha importancia en la estructura y funcionalidad de una comunidad que llegan a ser los encargados del circuito de nutrientes y energía (Calix et al., 2023).

1.6.1. Interacciones clima-flora

La interacción entre la vegetación y el clima son esenciales para comprender la presencia de los diferentes niveles de vegetación, en el caso de la posición en la que se encuentra la cordillera de los Andes influye estratégicamente en la variación climática y la zona altitudinal en la que se

encuentra influyendo a la productividad de las plantas su variedad, distribución y diversidad biológica (Squeo et al., 2006).

Según Barradas (1989), su estudio se centra en los cambios que experimentan las plantas en un microclima. Destaca las adaptaciones fisiológicas y morfológicas que les permiten sobrevivir en condiciones climáticas extremas. Este enfoque considera la importancia del microclima en la ecología de las plantas, tanto en los procesos fotosintéticos como en la reproducción, así como en la competencia que surge entre especies.

La relación entre estas dos variables interactúa de forma dinámica ya que la vegetación puede llegar a influir en las condiciones climáticas creando un microclima específico de acuerdo con el lugar en el que está ubicado y la estructura vegetal (Soledad & Campo, 2016). Por ello la existencia de árboles en sistemas silvopastoriles pueden generar un microclima de sombra que reduce el estrés térmico e incrementa la productividad del ganado (Amaya et al., 2019).

1.6.2. Interacciones flora-flora

La interacción vegetal, conocida como facilitación planta-planta, desempeña un papel crucial en la recuperación de la diversidad en los diferentes niveles de la cadena alimentaria. Además, fomenta la restauración de funciones ecosistémicas vitales, tales como la fertilidad y la productividad (Navarro et al., 2019).

1.6.3. Interacciones flora-fauna (Polinizadores)

Las interacciones beneficiosas entre las plantas y polinizadores de semillas ya que cumplen un rol importante dentro de una comunidad facilitando el desarrollo de la diversidad de semillas existentes así aumentando la producción de la vegetación, tomando en cuenta que cumplen funciones y servicios ecosistémicos (Maglianesi & Román, 2016). Es fundamental examinar los

cambios en que las plantas y los dispersores interactúan con la información genética de las poblaciones vegetales (Huerta & Castro, 2012).

En los bosques Amazónicos la dispersión de semillas son una etapa clave ya que está tienen en un impacto en la estructura y composición de las poblaciones existentes en el lugar, como en este caso son las plantas y animales por ende existe un impacto en las diferentes etapas una de ellas es la dispersión primaria seguida de la secundaria la cual se encarga de la distribución, también esto se da en la regeneración en bosques fragmentados como se da en México (Parrado, 2007).

La propagación y el desplazamiento de plantas se relacionan en los procesos de polinización a través de animales por ello existe la interconexión funcional que tiene un roll importante en la falta de diversas especies de plantas, insectos y animales vertebrados para mantener una red de interacciones ecológicas (Guix, 2021).

Una de ellas es la dispersión de semillas por aves las actuales son fundamentales para la restauración pasiva de un área boscosa como son los bosques con gran biodiversidad en el centro de Veracruz, México que determinan la riqueza y diversidad de las semillas que son ingeridas y dispersadas por las especies avícolas de la región (Hernández et al., 2012).

1.6.4. Interacciones flora-fauna (Herbívoros)

La interacción que se da entre los herbívoros y plantas tiene vital importancia ya que estos se relacionan como consumidores directos y llegan a ejercer influencias significativas en la estructura y desempeño de los ecosistemas (Rico, 2005). El vínculo existente entre especies puede llegar a incidir en la supervivencia y extinción de diversas especies dentro de un mismo hábitat por medio de diferentes procesos ecológicos y evolutivos (Gutiérrez, 2008).

1.6.5. Interacciones edafo-microclimáticas

El estudio realizado de Reynoso et al. (2018) en un año de sequía menciona sobre el desarrollo que tiene las plantas dentro de una plantación ya que estas son más sensibles a los diversos cambios con respecto a la obtención de agua del suelo.

Existe una variedad de beneficios y desafíos que tiene la interacción edafo- climáticas en el crecimiento de las plantas debido a que pueden limitar o favorecer el desarrollo de las mismas, dependiendo las condiciones los factores limitantes que pueden afectar su productividad (Wardle et al., 2004).

Hay evidencia de que el clima tomando en cuenta a la temperatura, precipitación humedad y las propiedades del suelo como son la textura, composición química y la disponibilidad de nutrientes, afectan en la estructura y funcionalidad en los microorganismos del suelo (Osorio, 2009).

1.7. Suelo

El suelo es denominado como una capa que tiene tierra y con ella raíces en las cuales las diferentes plantas absorben las aguas de la misma y se alimentan con ayuda de la tierra, tomando en cuenta que el suelo está formado por diversos minerales combinados con materiales orgánicos, este tarda muchos años en formarse y con facilidad se puede llegar a degradar por explotación en la agricultura (Van, 2006).

Este es muy importante en la producción agropecuaria ya que establece diversas actividades y soluciones alternativas para lograr un rendimiento óptimo que se forman en la cobertura vegetal actuando como sistemas de equilibrio para dar servicios ambientales (Fernández et al., 2016).

1.7.1. Componentes del suelo

El suelo es una superficie terrestre que contiene la materia orgánica que ayuda a crecer a las plantas libremente (Jaramillo, 2002). En determinadas situaciones los suelos agrícolas comúnmente poseen un déficit de uno o varios micronutrientes por lo que produce un déficit en la concentración del crecimiento de las plantas así limitando su desarrollo óptimo (Roca et al., 2007).

1.7.2. Materia orgánica del suelo

La cantidad de materia orgánica que posee el suelo tiene influencia con factores como la integración de restos orgánicos, la velocidad en la descomposición su textura y sobre todo las condiciones climáticas (Julca et al., 2006).

Tomando en cuenta que la materia orgánica en el suelo está formada por elementos complejos los cuales se transforman continuamente bajo condiciones climáticas por ello la descomposición orgánica es fundamental (Martinez & Ortega, 2021).

1.7.3. Características físicas y químicas del suelo

En base a la estructuración del suelo posee propiedades tanto físicas como químicas las cuales se ven influenciadas por la profundidad que poseen las raíces, drenaje, humedad y otros factores determinantes que se ven influenciados en la vegetación agroforestal (Alanís et al., 2018).

Tomando en cuenta que las características como la profundidad podológica y efectiva, textura, erosión, sirven para a evaluar las variedades de suelos (Balmaseda & Ponce, 2019).

Por ello la absorción de nitrógeno en el suelo se produce de forma natural con la ayuda de los microorganismos ciertas plantas originando ambientes caracterizados por el mutualismo entre plantas que completan su ciclo de vida (Celaya & Castellanos, 2011). El suelo cumple un roll en la sostenibilidad de los sistemas de producción que interactúan entre los organismos del suelo y

diversos elementos por ende los sistemas agroforestales mejoran la fertilidad del suelo y el estado fitosanitario (Parrales, 2022).

1.8. Otros estudios

Según la investigación elaborada por Ortega (2021) sobre los efectos de los herbívoros en el consumo foliar de la especie de *Juglans neotropica* tiene consecuencias en la supervivencia de las plántulas afectando en su crecimiento.

Teniendo en el estudio de González (2000) encontró que la presencia de nogales en los sistemas agroforestales llega a mejorar la diversidad vegetal y producción del sistema por las interacciones naturales que tienen mejorando la eficiencia biológica de los cultivos los cuales son necesarios para el mantener un buen agroecosistema (Sarandón & Flores, 2014).

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Ubicación del lugar

2.1.1. Política

En la (Figura 1), se muestra el lugar de estudio, donde la investigación se llevó a cabo en dos sistemas de plantación.

- **Sitio 1**

Plantación pura, se ubica en la parroquia San Francisco de Natabuela del cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura.

- **Sitio 2**

Plantación en linderos, se encuentra en la parroquia San Antonio del cantón Ibarra, provincia de Imbabura (GAD, 2019).

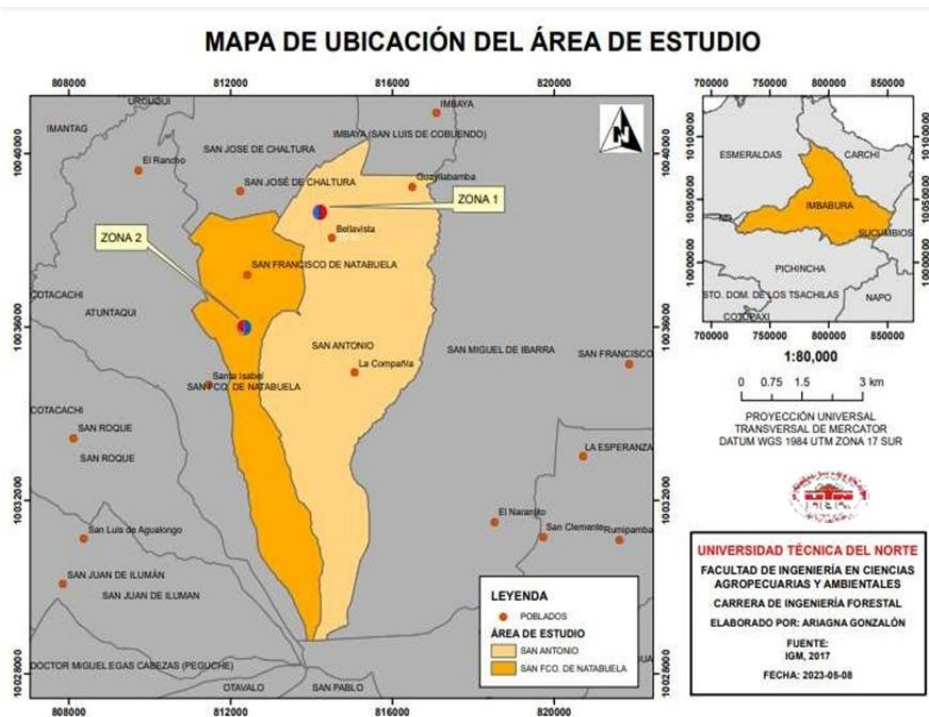
2.1.2. Geografía de sitio de investigación Coordenadas Sitio

Sitio 1: 78°12.246'WO - 00°20.641'NO, altitud 2391 msnm

Sitio 2: 78°09'13W - 00°20'53"N, altitud 2176 msnm

Figura 1

Mapa de Ubicación



Fuente: ArcGIS, 2024

Límites

- **Sitio 1**

La parroquia San Francisco de Natabuela del Cantón Antonio Ante, ubicada en la provincia de Imbabura, limita al norte con la parroquia Andrade Marín, al sur con la parroquia San José de Chaltura, al este con la parroquia San Roque y al oeste con la parroquia San Antonio de Ibarra.

- **Sitio 2**

La parroquia San Antonio de Bellavista del Cantón Ibarra, ubicada en la provincia de Imbabura, limita al norte con la parroquia San Francisco de Natabuela, al sur con la parroquia La Esperanza,

al este con la parroquia San José de Chaltura y al oeste con la parroquia Andrade Marín y la ciudad de Ibarra.

2.2. Caracterización edafoclimática del lugar

- **Suelo**

Sitio 1

Los suelos que presenta la plantación pura de nogal de la parroquia de Natabuela son establecidos como una clasificación de suelos en dos tipos iniciando con Inceptisoles el cual se denomina por tener suelos jóvenes, su creación fue debido a los fenómenos volcánicos, los que poseen una buena producción agrícola para cultivos y de especies forestales conjunto con pastizales. Por otro lado, se tiene de tipo molisoles que abarcan la mayor cantidad del lugar de estudio, ya que son bien desarrollados por poseer una buena cantidad de materia orgánica, buenos para cultivos e invernaderos. Estos suelos presentan una textura de franco arenosa que ofrecen un buen drenaje, y poseen una buena retención del agua (GAD, 2019).

Sitio 2

Para el segundo predio ubicado en San Antonio de Ibarra en el barrio de Bellavista, se toma en cuenta la clasificación del tipo de suelo que posee el lugar es de tipo molisol exactamente en este lugar ya que son suelos se caracterizan por tener una estructura granular que contribuye al movimiento del agua y presentan colores oscuros, y sobre todo tienen un buen rendimiento, evitando usos de fertilizantes. Mencionando también que este territorio posee suelos de orden Inceptisoles, y no posee buena cantidad de materia orgánica por su déficit de algunos macronutrientes principales, tomando en cuenta que la textura del suelo de este lugar es limosa con al menos 30 % de arcilla, ya que contienen minerales (GAD IBARRA, (2019).

- **Clima**

Sitio 1

En la Parroquia de Natabuela se tiene un clima con temperaturas ligeramente cálidos de 15.7°C en el día, mientras que en la noche se presenta temperaturas bajas y neblina, con un clima Ecuatorial mesotérmico semi húmedo, y posee una precipitación media anual de 714.4 mm (GAD, 2019).

Sitio 2

En San Antonio tiene una temperatura que oscila de entre los 8°C a 17°C, el cual tiene un clima húmedo Ecuatorial de alta montaña, acompañado de una precipitación media anual de 500 mm a 1000 mm, con humedad relativa alta que supera el 70 % (GAD IBARRA, (2019).

2.3. Materiales, equipos y software

Los materiales de campo, materiales de laboratorio, equipos y software que se emplearon en el desarrollo de la investigación están descritos en la tabla 3.

Tabla 3

Materiales, equipos y software a emplear en la investigación.

Materiales de campo	Materiales de laboratorio	Equipos	Software
Hojas de campo	Computadora	Teléfono celular	ArcGIS 10.5
Estacas de madera dura	Cámara fotográfica	Cámara fotográfica	Microsoft Word
Piolas o cuerdas	Formol	Computadora	Microsoft Excel
Recipientes	Agua	Balanza casera	Google Earth
Cinta métrica	Alcohol al 70 %	Termómetro ambiental	Ebird
Papel periódico	Spray rojo	Higrómetro	Navegador GPS

2.4. Métodos, técnicas e instrumentos.

2.4.1. Universo-población

En el presente estudio se tuvo en cuenta como población total a los individuos que conformaron cada uno de los sistemas agroforestales estudiados, en el caso del sitio 1 de la plantación pura existió un total de 195 individuos de nogal con una extensión total del lugar de 977,92 m², mientras que para el sitio 2 de los árboles en linderos existe una extensión de 10,563.43 m² encontrándose un total de 113 árboles de *Juglans neortopica* Diels.

2.4.2. Tamaño de la muestra

En la búsqueda de los datos de campo, dentro del sitio 1 de plantación pura del área trabajada fue de 250 m² teniendo 98 árboles dentro de la zona muestreada, mientras que para el sitio 2 de los árboles en linderos es de 1000 m² teniendo 96 árboles de nogal en la zona investigada.

2.4.3. Muestreo

Para determinar el área muestreada se tomó en cuenta la dimensión del terreno en el que se realizó el estudio en cada uno de los ecosistemas definidos. Estos terrenos incluían tantas áreas de árboles en lindero ubicado en (Bellavista) y de plantación pura de árboles de nogal en (Natabuela).

2.4.4. Instalación de las parcelas de campo

Para evaluar la biodiversidad asociada a *Juglans neotropica* Diels en el ecosistema estudiado de la plantación pura (Sitio 1), se realizó una instalación de 10 parcelas en forma cuadrada de 5x5 m² y tres subparcelas cuadradas de 1x1 m² colocadas de forma diagonal, tal como mencionó (Aguirre, 2013). En el caso del ecosistema árboles en lindero (Sitio 2), se instalaron 10 transectos de 50x2 m², separados cada uno por 10 m², y subparcelas de 2x2 m², de acuerdo con lo establecido por (Gentry, 1982).

2.5. Explicar el trabajo a desarrollar en gabinete y campo

Para cumplir con el objetivo 1, se tomó datos climáticos y de suelo de cada uno de los sistemas estudiados en el presente trabajo de las áreas establecidas principalmente como fue en la plantación pura y de árboles en linderos con la finalidad de comprender de mejor manera su entorno y crecimiento.

2.5.1. Condiciones Microclimáticas

Se registró los datos sobre las variables microclimáticas de temperatura, humedad relativa, y precipitación con ayuda de instrumentos especializados para cada variable como fueron: un higrómetro, termómetro ambiental y pluviómetro, durante seis meses, iniciando en el mes de mayo y finalizó en octubre. Se recolectó los datos de los sitios de estudio tanto dentro como fuera de la plantación pura y los árboles en lindero, las cuales fueron obtenidas tres veces al mes en diferentes horarios iniciando con el de la mañana de 7:00 a 8:00, después al mediodía en un lapso de 12:00 a 12:15 y finalmente en la tarde de 14:00 a 15:00 (IDEAM, 2018).

2.5.2. Condiciones edáficas

Para evaluar la influencia en el suelo, se realizó una comparación de muestras química en las que se refleje los macro y micronutrientes que posee el suelo de dichos sitios de estudio tanto árboles en lindero como plantación pura tomando los datos dentro y fuera de los dos sistemas de plantación, por ello en total, se analizaron cuatro muestras que se enviaron al laboratorio.

Para llevar a cabo este procedimiento se inicia limpiando la superficie del lugar que se escogió la muestra, seguido de este se recolecta la misma en forma de zig/zag con 20 a 25 submuestras en cada uno de los sitios de estudio en la que la extensión no debe ser mayor a las cinco hectáreas, tomando en cuenta que las muestras finales son 4 en las cuales cada una debe ser de

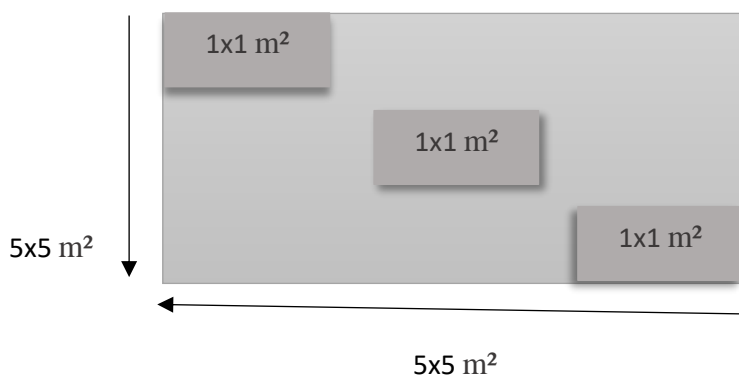
aproximadamente un kilogramo, dando una importancia vital a los instrumentos que se utilizarán ya que tienen que estar limpios y sin contaminación (AGROCALIDAD, 2018).

Para los árboles en lindero se tomó la muestra en la parte baja de la copa del árbol que se encuentre alejada del tronco, para ello se limpió la parte superficial del suelo quedando completamente limpia fuera de residuos vegetales como hojarasca u otros, una vez obtenida la muestra en un recipiente hondo en el que se mezclara todas las submuestras para crear una sola la cual será la muestra final (Yamberla, 2017).

Finalmente una vez obtenidas las 4 muestras se colocaron en un recipiente cada una de ellas en las que se colocó los nombres correctos de los lugares de estudio de cada sitio, y estas muestras fueron enviadas a un laboratorio ubicado en la ciudad de Ibarra denominado como Labonort en la que utilizan la metodología de AGROCALIDAD para la recolección de las muestras de suelo para el análisis de propiedades químicas, como el pH, la materia orgánica, el nitrógeno, el fósforo y otros macro y micronutrientes que posee el suelo.

2.5.3. Flora asociada al *Juglans neotropica* Diels a nivel de una plantación pura

Para el objetivo 2, se empieza con reconocer la flora relacionada a la plantación pura de *Juglans neotropica* Diels se realizó 10 parcelas al azar de 5x5 m², dentro de ellos se establecieron tres subparcelas de 1x1 m² ubicadas en forma diagonal y uniformemente distribuidas (Aguirre, 2013). En el caso de la subparcela A (5x5) se valoró a todos los arbustos presentes que midan hasta 5 m de altura y en las subparcelas B (1x1m) se consideró a hierbas y regeneración natural (Figura 2).

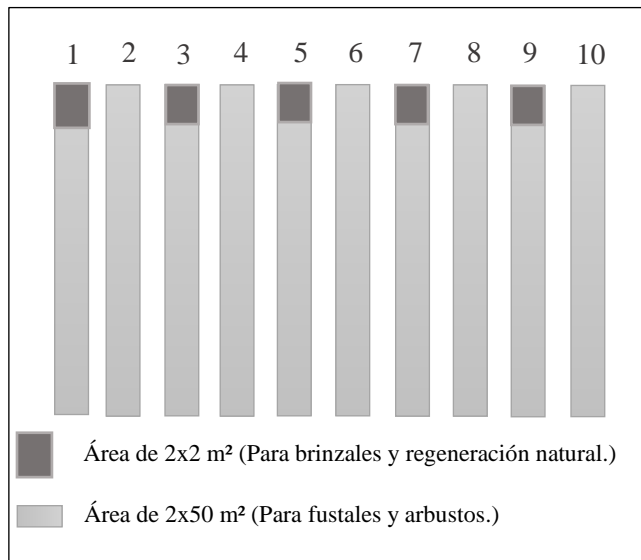
Figura 2*Parcelas en plantación pura*

2.5.4. Flora asociada al *Juglans neotropica* Diels a nivel de una práctica agroforestal árboles linderos

Para la recolección de datos sobre la flora asociada a los árboles en linderos de nogal se llevó a cabo la metodología de transectos propuesta por (Gentry, 1982). Para ello se elaboró 10 transectos de 50x2 m² (Figura 3) los cuales fueron separados cada uno por una distancia de 10 m². En los que se consideraron todos los individuos con DAP mayor o igual a 5 cm seguido de esto se midió su altura, obteniendo datos encontrados del dentro del sitio de muestreo. También se tomaron datos de los arbustos presentes con una altura de hasta 5 metros y finalmente en las subparcelas 1, 3, 5, 7, 9 de las áreas de 2x2 m², se evaluaron todas las plantas presentes en la parcela, como fueron plántulas de 1 a 30 cm de altura, brinzales de 0.30 cm a < 1.5 m de altura y la regeneración del nogal.

Figura 3

Transectos de árboles en lindero.



2.5.5. *Recolección de muestras botánicas*

Según Palacios (2016), para la recolección de muestras botánicas fue necesario tomar 2 muestras fértil de cada especie que no exceda los 30 cm de longitud. Para este procedimiento se utiliza herramientas como tijeras podadoras para cortar las muestras seguido de este paso se desinfectó al individuo para finalmente colocar en periódico y ser prensadas en madera.

2.5.6. *Identificación de especímenes en Herbario*

Este procedimiento inicia con un procesamiento de montaje y secado para identificar al individuo, para ser llevados a al herbario de la Universidad Técnica del Norte según la metodología de Palacios (2002) para reconocer las especies arbóreas se debe tomar en cuenta características importantes como el tipo, la forma, el margen, as nervaduras, flores, incluyendo el tipo, ubicación, la forma, el olor y el color. Tomando en cuenta el tipo de fruto en la que se presenta en la planta.

2.5.7. Fauna para los dos sistemas de plantación

Se elaboró un instrumento para medir la macrofauna del suelo y las aves a través de un censo muestral en árboles en lindero y plantaciones puras, este proceso consistió en contar a todos los individuos presentes dentro de un área establecida para el muestreo de especies (Cabrera et al., 2011).

- **Insectos**

Se tomó en cuenta la metodología propuesta por Chantásig (2014) para el muestreo de individuos en plantaciones forestales, la cual consistió en seleccionar al azar cuatro puntos de prueba cada uno de ellos acompañado de un árbol, las cuales fueron colocadas las trampas pitfall.

Se aplicó un procedimiento de muestreo en el que se distribuyó las trampas pitfall en el sistema de árboles en lindero, para ello se inició ubicando los lugares para las trampas en las subparcelas de 2x2 m² tomando en cuenta que la distancia para la colocación fue de siete metros en base a la proyección de la copa de los árboles, tal como sugiere (Roel & Terra, 2006). Finalmente se colocó 10 trampas pitfall en el sistema de árboles en linderos.

Para la colocación de las trampas pitfall se tomó en cuenta las medidas para el hoyo las cuales fueron de siete centímetros de cada lado con diez centímetros de profundidad, colocándolas al ras del suelo por un tiempo de 72 horas lo cual viene a ser una duración de tres días que es el tiempo preciso para la recolección de individuos emblemáticos del sitio (Ramírez & Enríquez, 2003).

La sustancia disuelta para realizar la trampa consistió en una solución de alcohol al 70 %, poca cantidad de formol, y agua en una proporción de 1/3 lo que vendría a ser una taza del volumen del recipiente, y aplicando miel en los filos del envase para atraer a las especies. Después de retirar las

trampas se nombraron y se llevaron al laboratorio entomológico de la Universidad Técnica del Norte ubicado en Chaltura para la identificación de los individuos muestreados.

- **Aves**

Para el avistamiento de aves (Tabla 4) se realizó visitas de campo en las que se utilizó un instrumento de trabajo denominado como binoculares en el cual se tomó en cuenta horarios para esta recopilación de información, el primero en la mañana de 5:00h a 8:00h y el segundo que es en la tarde de a las 17:00 a 18:00 h (Proaño, 2021).

Tabla 4

Parámetros descriptivos para identificación de aves

Pistas básicas
Silueta, forma y tamaño
Su plumaje y coloración
Sus preferencias de hábitat
Su voz, llamado o canto

Fuente: (Simbaña, 2023)

Otra forma de identificar a las especies de aves que aparecieron fue por medio de los moradores del lugar y de aplicaciones una de ellas denominada Merlín, ya que esta tiene Otra técnica que se utilizó para la identificación de aves fueron plataformas digitales, como es la aplicación Merlín la cual posee un catálogo ornitológico del noroccidente del Ecuador, y por otro lado Ebird una aplicación que ayuda al reconocimiento de las aves del lugar de estudio.

2.6. Procedimiento y análisis de datos

2.6.1. *Análisis de diversidad – flora y fauna*

En el presente estudio se enfocó en la diversidad específica de los lugares de estudio como fue en la plantación pura y los árboles en lindero, y para medirla se utilizó los siguientes índices.

2.6.2. *Índice de diversidad de Shannon*

Iniciando con este índice ya que permitió medir la homogeneidad de los valores más relevantes de las especies presentes en la muestra y se basa en el nivel indeterminación para predecir la especie a la que pertenece a un individuo escogido aleatoriamente de la muestra. Para su cálculo se utilizará la ecuación (Ec.1) según lo propuesto por (Aguirre, 2013), posteriormente se realizó su interpretación dependiendo el rango en el que entraron los resultados (tabla 5).

$$H = -\sum_i^s 1(Pi)x(\log_n Pi)$$

Ec.1

Donde:

H=Índice de diversidad de especies

Pi= Proporción de la muestra que corresponde la especie

S= Número de especies

Log n= logaritmo natural

Tabla 5

Interpretación de valores obtenidos por el índice de Shannon

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

Fuente: (Aguirre, 2013)

2.6.3. Índice de dominancia de Simpson

Para el índice de Simpson se manifestó la probabilidad de dos individuos tomados al azar en una muestra que pertenecieron a la misma especie y su cálculo se realizó a través del uso de la ecuación (Ec. 2) y (Ec. 3) propuesto por (Aguirre, 2013).

$$\sigma = \sum (P_i)^2$$

Ec.2

Donde:

σ = 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

Entonces el índice de diversidad de Simpson es:

$$\lambda = 1 - \delta$$

Ec.3

λ = Índice de diversidad de Simpson

δ = Índice de dominancia

Los resultados se interpretarán de acuerdo con lo establecido en la (Tabla 6).

Tabla 6*Interpretación de valores obtenidos del índice de Simpson*

VALORES	SIGNIFICANCIA
0-0,33	Diversidad baja
0,34-0,66	Diversidad media
>0,67	Diversidad alta

Fuente: Aguirre (2013)

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

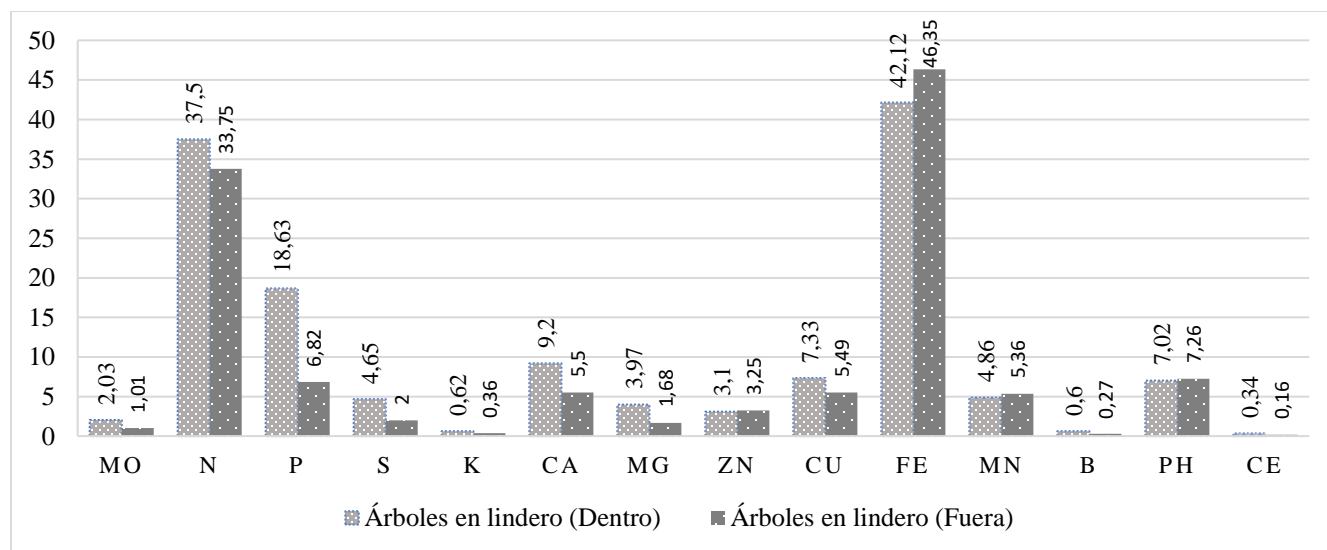
3.1. Condiciones edáficas

3.1.1. Árboles en lindero

El porcentaje de M.O de la muestra obtenida dentro del sistema de árboles en linderos, ubicados en Bellavista es del 2,03 % mientras que fuera de este sistema es de 1,01 %, el cual fue interpretado como una cantidad baja, en el caso del Nitrógeno dentro del sistema tuvo un valor de 37,50 ppm y fuera de 33,75 ppm con una diferencia de 3,75 %, los cuales se interpretan con una valoración media, otro caso que se distingue dentro de este análisis es el Fosforo ya que tuvo resultados de 6,82 ppm fuera del sistema que se interpreta como bajo a diferencia dentro del sistema que es de 18,63 ppm que se definió como valor medio, de igual manera ocurre con el Calcio, Cobre; por otra parte el pH se tiene un resultado similar ya que tienen 7,03 (Figura 4) y es prácticamente neutro tanto fuera como dentro del sistema agroforestal.

Figura 4

Análisis químico del suelo en árboles en lindero.



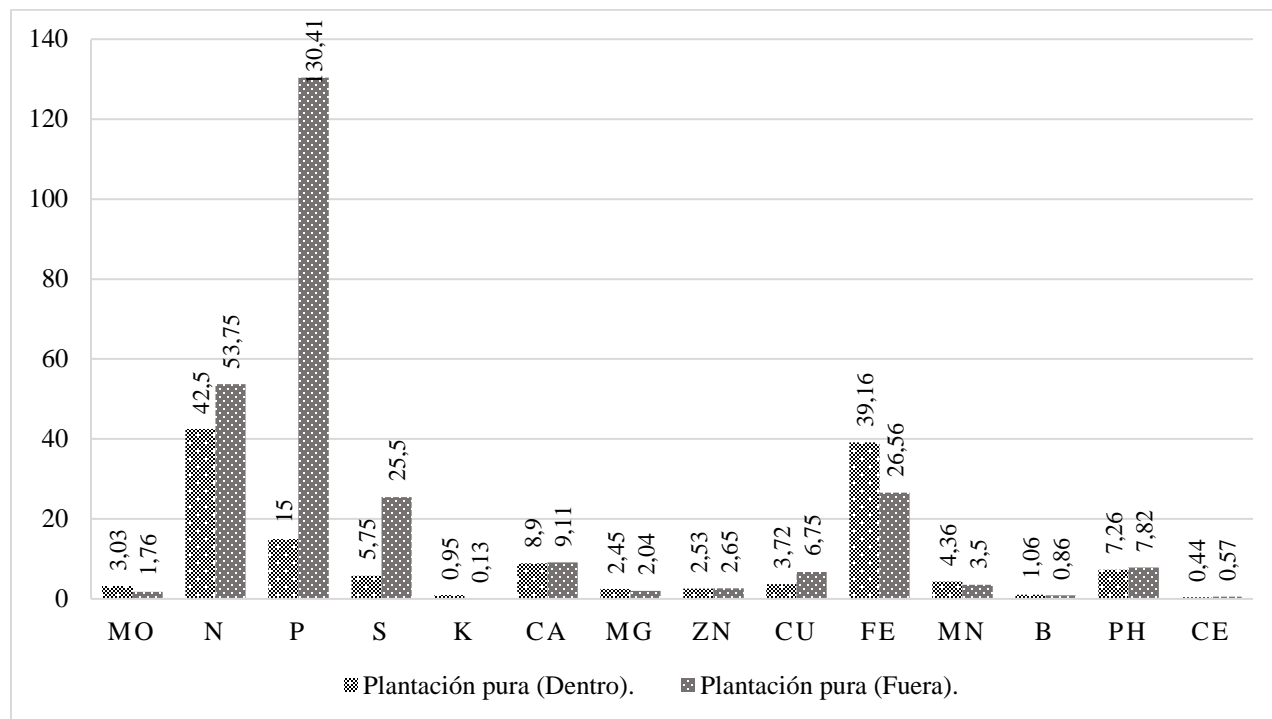
En un estudio similar elaborado por Proaño (2021) sobre un análisis de propiedades químicas en linderos con asocio al Aliso-Café-Granadilla y Pasto ubicados en Intag se evidencia resultados bajos de M.O, Nitrógeno y Fosforo, los cuales son valores que coinciden con el presente estudio en el caso de la MO y el Fósforo ya que esto se debe a la competencia que tienen los árboles leñosos a la interacción con otras especies lo que hace que disminuyan los micronutrientes en el suelo por otro lado también es a causa de la sombra que proporcionan los árboles reduce la actividad microbiana del suelo evitando así la descomposición del mismo.

3.1.2. Plantación pura

En la plantación pura de nogal la M.O dentro del predio tuvo un resultado de 3,03 % que es interpretado como medio y fuera del lugar se tiene 1,76 % el cual es considerado como bajo, por otro lado el Nitrógeno tiene 42,5ppm dentro del sistema y 53,75ppm fuera con una diferencia de 11,25 ppm teniendo en cuenta que dentro del predio tiene un valor medio y en el caso de fuera es alto, de igual forma con el Fosforo, Azufre, y Cobre, en el caso del calcio no existe diferencia interpretándose como alta, en el pH fuera del sistema es ligeramente ácido y dentro es neutro, como se muestra en la (Figura 5).

Figura 5

Análisis químico del suelo en plantación pura.



Nota: del Predio de natabuela (Plantación pura) con datos dentro y fuera del lugar de estudio, y Predio de Bellavista (Árboles en lindero) con resultados químicos de macro y micro nutrientes dentro y fuera del lugar de estudio.

Palomino & Barra (2003) en su investigación sobre el pH del suelo adecuado para el desarrollo de una plantación de *Juglans neotropica* está en la escala que varía de ácido a neutro teniendo valores de 4 a 7,3. Por lo tanto, en el presente estudio coincide con los datos ya que son similares para su crecimiento, teniendo en cuenta que el predio de la plantación pura en Natabuela es denominado con un pH prácticamente neutro con un promedio de 7,14.

Para el crecimiento de las plantaciones de *Juglans neotropica* Diels dependen de varios factores ya que el suelo debe tener un nivel alto de nitrógeno y fósforo el cual se genera gracias a la descomposición de materia orgánica según Valverde (2020), a diferencia de la presente investigación en la plantación pura de nogal, los valores de nitrógeno son bajos con 42,5 ppm esto

depende por la competencia de la misma especie existente en el lugar los cuales demandan de gran cantidad de nitrógeno y fosforo tomando en cuenta que en este lugar no se utilizan fertilizantes ya que todo el crecimiento es de forma natural.

3.1.3. Correlación edáfica de árboles en lindero y plantación pura.

En el estudio realizado sobre análisis de las propiedades químicas del suelo en la plantación pura y en árboles en lindero tanto dentro como fuera de estos, se determina una correlación lineal de Person directamente proporcional entre la materia orgánica y boro la cual es significativa y una correlación inversamente proporcional entre el Zinc y Boro ya que es altamente significativa, en el caso de los otros elementos no se encontró una correlación significativa, por ello la presencia de un micro y macro nutriente no afecta el uno al otro (Tabla 7).

Para una buena fertilización del suelo en una plantación de nogal es necesario entender la fisiología del *Juglans neotropica* Diels, lo cual necesita nitrógeno, fosforo, potasio y magnesio, tomando en cuenta las proporciones que se debe aplicar ya que en el décimo año se tendría un rendimiento del 100 % (Trejo, 2022). Con respecto al contexto los resultados actualmente obtenidos fueron examinados ya que poseen varios micronutrientes y macronutrientes como es el nitrógeno, fosforo, azufre, potasio, calcio, magnesio dando altos niveles en el predio de plantación pura esto se debe a factores como el aporte del mismo nogal que se le ha dado un mantenimiento. Y por otro lado en el caso de los árboles en lindero se toma en cuenta que esta tiene relación directa con diversos cultivos por ello es importante las proporciones de abono orgánico, ya que la M.O es de 3,03 % es medio con tendencia a bajo.

Tabla 7

Análisis de coeficiente de correlaciones de los nutrientes del suelo por el método de Person.

Correlaciones		Coeficiente de correlación de Person	Significancia	1 %	5 %
M.O	N	0,262	-	0,959	0,878
M.O	Ca	0,714	-	0,959	0,878
M.O	P	-0,101	-	0,959	0,878
M.O	Cu	-0,503	-	0,959	0,878
M.O	Fe	-0,193	-	0,959	0,878
M.O	B	0,882	*	0,959	0,878
M.O	pH	-0,151	-	0,959	0,878
M.O	Ce	0,536	-	0,959	0,878
N	Ca	0,617	-	0,959	0,878
N	Mg	-0,200	-	0,959	0,878
Zn	Mn	0,820	-	0,959	0,878
Zn	B	-0,968	**	0,959	0,878
Zn	pH	-0,517	-	0,959	0,878
Zn	Ce	-0,861	-	0,959	0,878
Ca	Mg	0,598	-	0,959	0,878
Ca	Zn	-0,662	-	0,959	0,878
Ca	Cu	0,207	-	0,959	0,878
Ca	Fe	-0,612	-	0,959	0,878
Ca	Mn	-0,697	-	0,959	0,878
Ca	B	0,795	-	0,959	0,878
Ca	pH	0,152	-	0,959	0,878
Ca	Ce	0,828	-	0,959	0,878

Nota: representación de los micro y macro nutrientes existentes en la plantación pura con muestras dentro y fuera del lugar, y en el caso de los árboles en linderos también con datos dentro y fuera del lugar de estudio.

3.2. Condiciones microclimáticas

La temperatura, humedad relativa y precipitación son variables climáticas principales en el microclima de los dos ecosistemas de estudio en interacción al *Juglans neotropica*, plantaciones puras y árboles en linderos tanto fuera como dentro de cada uno de los predios.

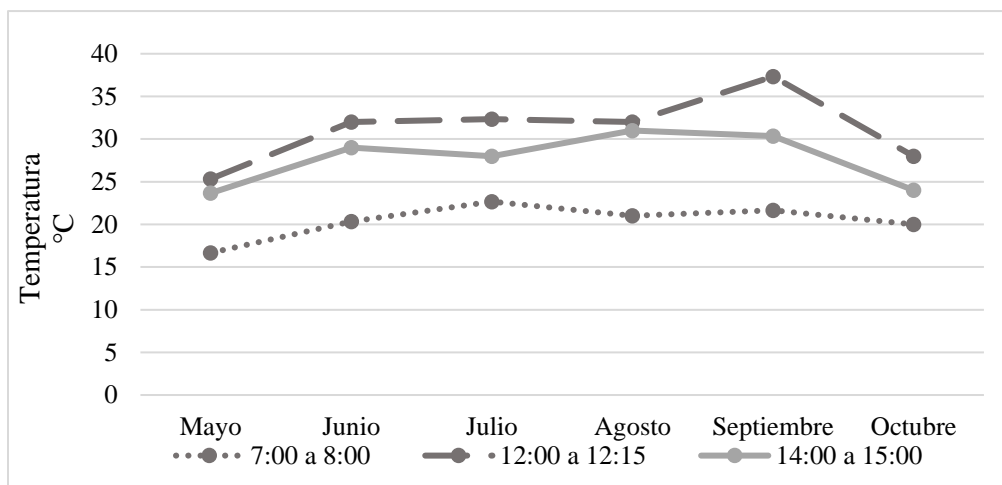
3.2.1. Comportamiento en la plantación pura

3.2.1.1. Temperatura

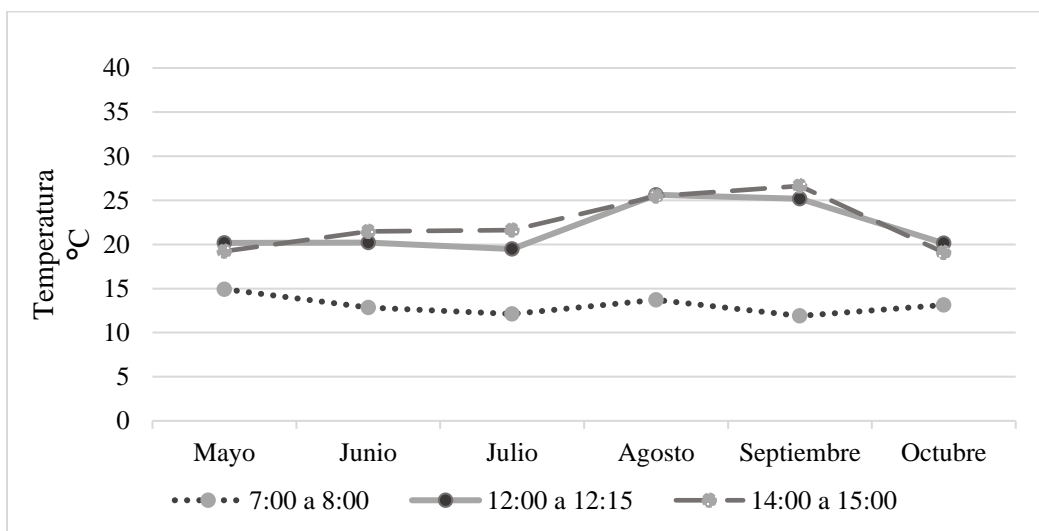
Se puede apreciar en los horarios de la mañana diferencias ya que dentro existen valores de entre los 12°C (Figura 7) hasta 15°C y fuera llega hasta los 20°C (Figura 6) con diferencias de 5 °C, por otro lado al medio día en el punto más alto del sol, dentro del predio de Natabuela se llega a obtener temperaturas de los 20°C con diferencias de 5 °C hasta temperaturas de 20°C hasta los 26°C existiendo diferencias muy significativas con los datos tomados fuera del predio que llegaron hasta los 36°C ya que es por la falta de la vegetación que se aprecia y por el alto nivel de infraestructura existente y finalmente al horario de la tarde se tiene valores dentro del predio de 19°C a 26°C dependiendo el mes, a diferencia de fuera que las temperaturas elevan a los 30°C con diferencias de 4°C hasta los 6°C.

Figura 6

Análisis de temperatura fuera de la plantación pura (Natabuela).

**Figura 7**

Análisis de temperatura dentro de la plantación pura (Natabuela).



En el estudio elaborado por Simbaña (2023) sobre la temperatura ambiental en una plantación pura de *Juglans neotropica* Diels en el que tomó datos dentro y fuera del sistema obtuvo valores de 19,87°C dentro del lugar y fuera de 24, 20°C. Por ello en el presente estudio sobre el análisis microclimático de la plantación pura en este caso con la variable temperatura se tuvo un promedio de 19,70°C dentro de la plantación pura y 25,93°C fuera del sistema existiendo mínimas

diferencias dentro del predio ya que se mantiene una temperatura constante gracias a la vegetación existente en el sistema, por otro lado existió temperaturas muy altas en las zonas urbanizadas lo que vendría a ser en este caso fuera del lugar de estudio ya que existe una diferencia con los datos obtenidos en el año anterior por lo que los cambios de temperatura más fuertes se están volviendo comunes debido al calentamiento global.

En la investigación de Díaz & Vilema (2023) habla sobre las temperaturas adecuadas en que las plantaciones de nogal se desarrollan en este caso un bosque por ello en sus resultados resaltan sobre la temperatura ambiental obtenido fue de 12 a 14°C. Tomando en cuenta los datos obtenidos recientemente en este estudio los valores de temperatura en una plantación pura dentro del lugar poseen diferencias ya que tiene un promedio de temperatura de 19,70°C siendo superior al mencionado por las autoras anteriormente esto se debe a que no existió presencia de viento en aquella época del año por lo que el aire se encontraba quieto así aumentando las temperaturas pero la especie de nogal es muy resistente y se adapta fácilmente a cualquier tipo de cambio de temperaturas ya que siguió fructificando y floreciendo normalmente.

3.2.1.2. Humedad relativa

En el agroecosistema de plantación pura dentro del lugar se observa que la humedad relativa permanece en un intervalo constante del 86,60 %, en el horario de la mañana teniendo en cuenta que el mes que mayor porcentaje tuvo fue en octubre con la presencia de *J. neotropica* (Figura 8) siendo siempre los datos con mayor porcentaje de humedad los de la mañana ya que proporciona condiciones óptimas para la transpiración vegetal y otros procesos biológicos, a diferencia de la tarde que son los más bajos con un promedio de 61,01 % , y sobre todo en el mes de Septiembre, los porcentajes de humedad relativa pueden llegar a variar entre los diferentes meses al menos un 20 %. Por otro lado, se tiene los datos fuera del predio que desciende la humedad por la falta de

vegetación que existe como es uno de ellos el pavimento que provoca un déficit de humedad, por ello el mes que menos humedad tiene fuera del predio es de septiembre con un promedio de 33,67% (Figura 9) con el horario de la tarde esto se debe a las altas temperaturas y falta de precipitaciones, teniendo en cuenta que el dato más alto tomado fuera del lugar es de 67,66 % en el horario de la mañana en el mes de Mayo.

Figura 8

Análisis de humedad relativa dentro de la plantación pura (Natabuela)

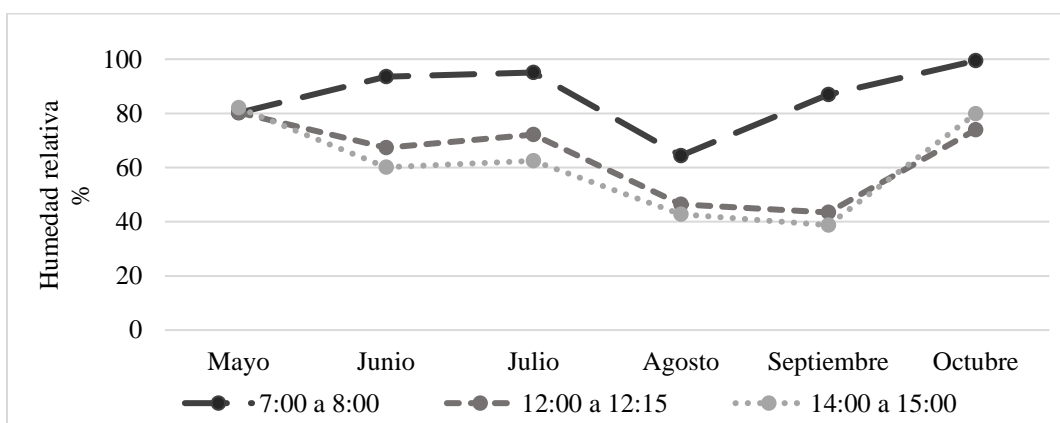
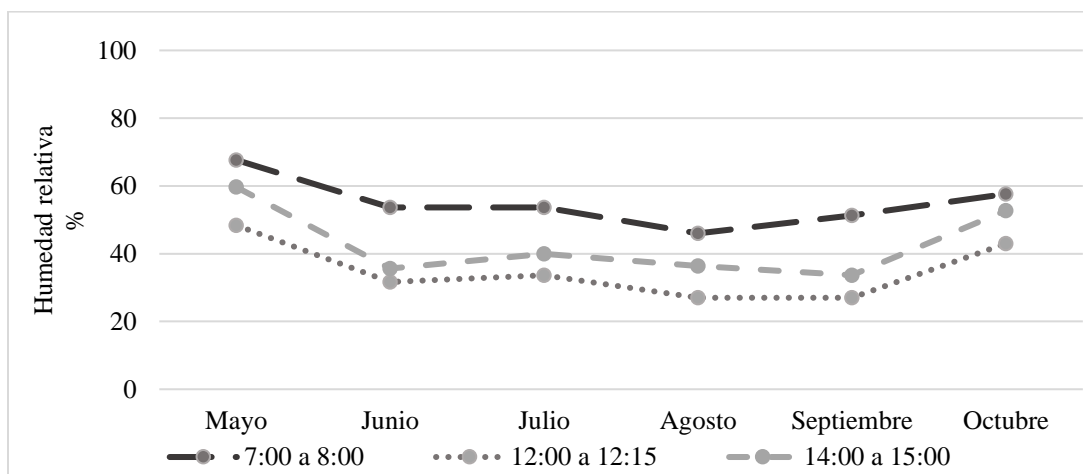


Figura 9

Análisis de la humedad relativa fuera de la plantación pura (Natabuela).



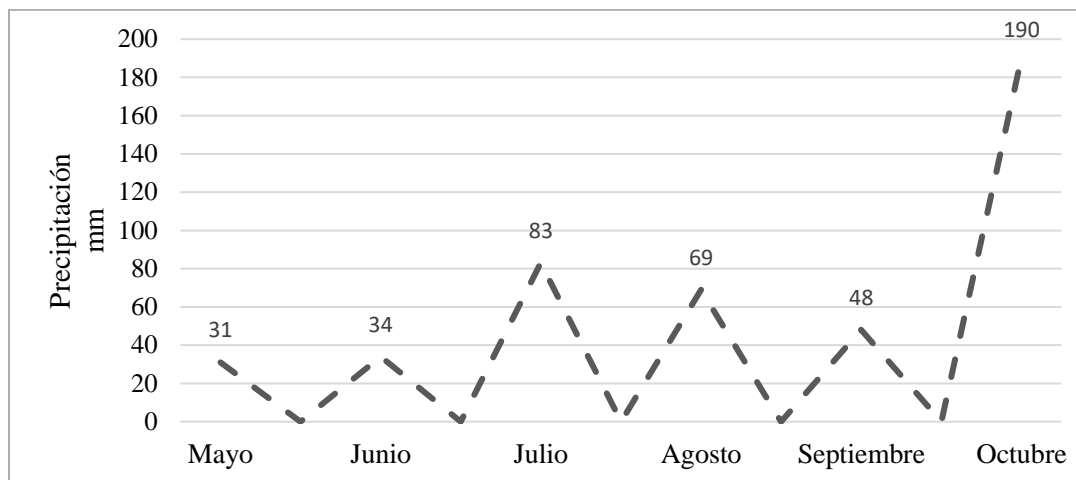
Para Simbaña (2023) con respecto a su investigación sobre la humedad relativa en una plantación pura de nogal tuvo datos de 72,65% dentro del sistema de plantación y por otro lado fuera de la plantación un porcentaje de 57,86%. En comparación con el presente estudio sobre la humedad relativa existente en el mismo predio, pero en diferentes épocas del año se tiene resultados de 68,53% dentro y fuera del predio de 41,25% existiendo diferencias con los valores obtenidos pero teniendo similitud en que los valores de dentro del predio son mayores por que se genera un microclima el cual ocurre gracias a la vegetación arbustiva que existe lo cual proporciona sombra lo que conlleva a una menor cantidad de radiación así moderando la temperatura del lugar y creando un ambiente más fresco a diferencia del dato tomado fuera del predio sin existencia de vegetación que pega directamente sin presencia de evaporación disminuyendo significativamente la humedad relativa del lugar.

3.2.1.3. Precipitación

La precipitación presente en la plantación pura se registra datos variables sobre todo en el mes de octubre con una precipitación de 190 mm (Figura 10), en el mes de mayo que tuvo una precipitación de 31 mm el cual se denomina como precipitación más baja por que los datos son obtenidos en la época seca del año que empieza desde mediados de mayo a hasta noviembre y se observa que en el mes de Julio se vuelven hacer presentes las precipitaciones con 83 mm , y en la (Tabla 8) se tiene un promedio total de los seis meses de 455 mm.

Figura 10

Análisis de la precipitación de la plantación pura (Natabuela)

**Tabla 8**

Resultados de la precipitación de la plantación pura (Natabuela)

Agroecosistema	Referencia	Precipitación mm
Plantación pura	PPN	455

Nota: En la siguiente representación se puede observar el promedio total de los meses de lluvia que se pudo obtener de la Plantación pura ubicada en Natabuela.

Para la investigación de Díaz & Vilema (2023) sobre la fenología del *Juglans neotrópica* Diels, mencionan sobre los datos climáticos adecuados en que se desarrolla la especie tomando en cuenta la variable de precipitación dentro de un bosque de la especie estudiada dando resultados de 750 a 1000 mm. Con relación a la investigación actual sobre la interacción del nogal con los factores microclimáticos en una plantación pura se tuvo una precipitación de 445 mm durante seis meses de estudio lo que podría ser un nivel muy bajo a diferencia de lo expuesto por las autoras mencionadas esto se debe a las altas temperaturas existentes y los fenómenos que se presentan

anualmente como el fenómeno anticiclónico lo que vendría a ser días soleados y secos con temperaturas elevadas y cielos despejados.

3.2.2. Comportamiento climático de árboles en linderos

3.2.2.1. Temperatura

En los árboles en lindero se tiene temperaturas que varían, teniendo en cuenta que en un promedio total de las horas de la mañana tiene una temperatura de 13,87 °C en el que el mes con la temperatura de la mañana más alta fue en Mayo (Figura 11) con una temperatura de 16,16 °C, a diferencia del promedio total del medio día que es de 21,92 con la temperatura más baja de esta sección al mes de Mayo que es de 18,99 °C, y después en la tarde con un total mensual de 23,45 con la temperatura más alta en este caso de 28,83 en el mes de septiembre siendo este el mes más caluroso de la tarde, a diferencia de las temperaturas fuera del lugar de estudio que fueron mucho más elevadas, ya que los promedios totales del medio día durante los seis meses de estudio fue de 29,65 °C, en el cual dentro de este rango el mes con temperaturas altas fue de Julio y Agosto (Figura 12), a diferencia de las temperaturas de la mañana que eran más bajas, sobre todo en el mes de Octubre con 18,66°C.

Figura 11 Análisis de temperatura dentro de los árboles en lindero (Bellavista).

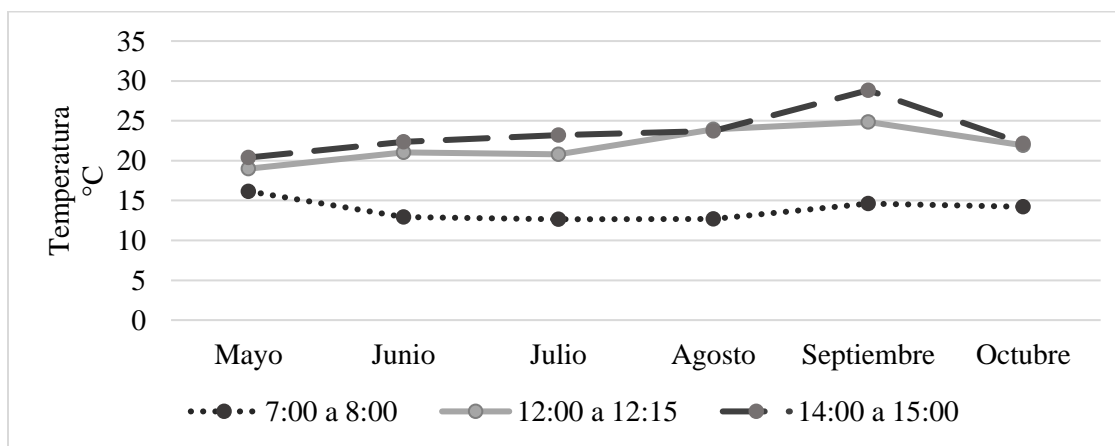
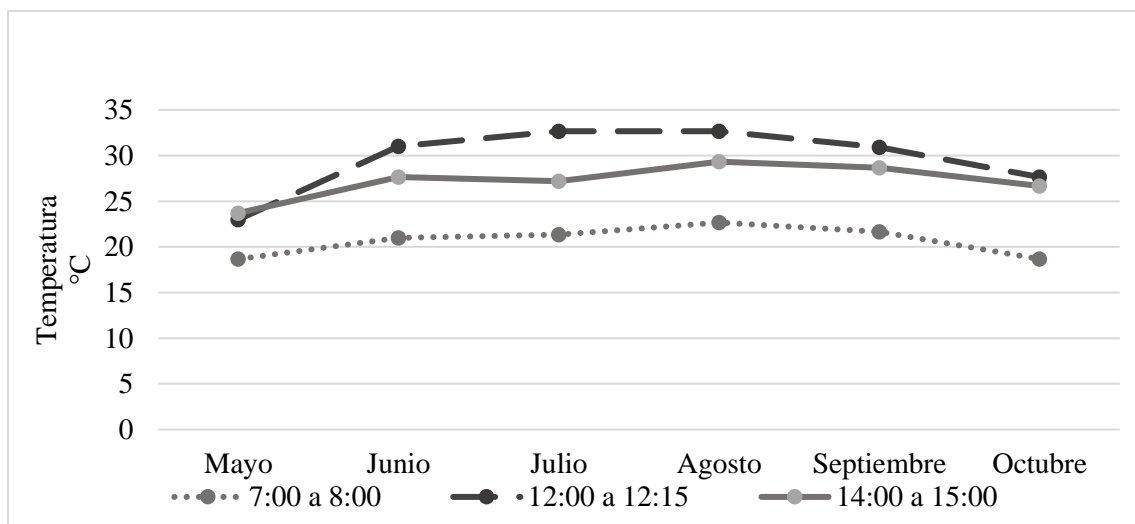


Figura 12

Análisis de temperatura fuera de los árboles en lindero (Bellavista).



Según Añazco et al. (2023) en el estudio realizado sobre la especie de Aliso en relación a la ecología del individuo y la interacción con el microclima menciona que las temperaturas ambientales en los árboles en linderos fueron de 17,9 °C y sin linderos de 19°C a un nivel altitudinal de 2 000 m.s.n.m. En comparación con la presente investigación se presentaron temperaturas de 19,75°C dentro del sistema y fuera de 26,12 siendo estos datos diferentes a los antes mencionados por los autores, esto se puede deber principalmente a la altitud que posee es de 2 176 msnm esto se debe a procesos como es la radiación solar o la cobertura en que se rodea al sistema.

Simbaña (2023) en su investigación sobre las interacciones que tiene el *Juglans neotropica* en cuanto a la temperatura, en los árboles en lindero se tuvo dentro del sistema una temperatura de 20,81°C y fuera de 25,26 °C. Tomando en cuenta al estudio realizado actualmente los árboles en linderos tuvieron similitud en temperaturas ambientales ya que dentro del predio se tuvo un promedio de 19,75°C ya que la vegetación sirve como regulador natural de la temperatura ayudando a mantener una temperatura constante de un mismo lugar, este proceso beneficia de

manera significativa a las plantas y organismos presentes en el área, proporcionando un entorno propicio para el desarrollo del nogal, por otro lado fuera del lugar tuvo un aumento de temperatura de 26,12°C esto se debe a que los lugares urbanizados absorben más calor y proporciona elevadas temperaturas.

Duval et al. (2020) en su estudio menciona que la vegetación tiene la capacidad de alterar un clima local regulando las temperaturas y la humedad relativa así creando un microclima, por ello analizó la temperatura que puede generarse bajo los árboles en linderos en la localidad de Bahía Blanca (Argentina) y fuera de las plantaciones de árboles en urbanizaciones, obteniendo datos sobre la temperatura ambiental que se genera bajo los árboles es más baja ya que crea un microclima con referencia al exterior y principalmente en horario del medio día y en la tarde (15:00) y en el caso de la humedad relativa fue superior bajo los árboles estudiados sobre todo en la mañana. De acuerdo con el presente estudio las características mencionadas por los autores son verídicas ya que se presentaron resultados de la misma manera esto se debe a que en Ecuador se presencia dos épocas del año en el que la investigación fue elaborado en época seca generando mayores temperaturas sobre todo fuera de los ecosistemas por falta de humedad la cual se genera gracias al vapor de agua existente en la atmosfera y que dentro de los sistemas esta variable aumenta por la presencia de vegetación.

3.2.2.2. Humedad relativa

En el analisis de humedad relativa de los árboles en lindero dentro del predio (Figura 13) se registro promedios totales en la mañana de 83,02 % el mes mas alto en Octubre, en el caso del medio dia con un promedio de 67,07 % el cual dentro de este promedio el mes con la humedad mas baja es Agosto con 45,83 %, y en la tarde un promedio total de 57,16 % siendo el mes de Mayo y Octubre los meses con la humedad mas alta de 69 % y 79 % dentro del predio, a diferencia de afuera que

posee una humedad relativa muy baja, considerando tambien las fechas de toma de datos, y evidenciando que al medio dia la humedad relativa de este lugar era muy bajo con un promedio mensual de 39,44 % en el cual el mes más bajo es de Julio (Figura 14) con 35,33 % y en la mañana tenia la humedad mas alta manteniendo un promedio de los seis meses de estudio de 55 % de humedad relativa siendo el mes mas alto Mayo con 67,33 %.

Figura 13

Análisis de humedad relativa dentro de los árboles en lindero (Bellavista).

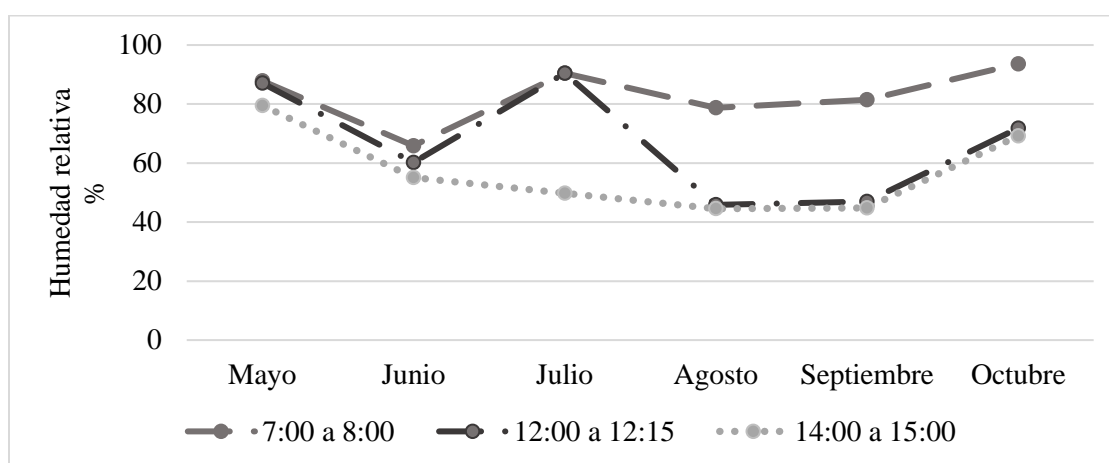
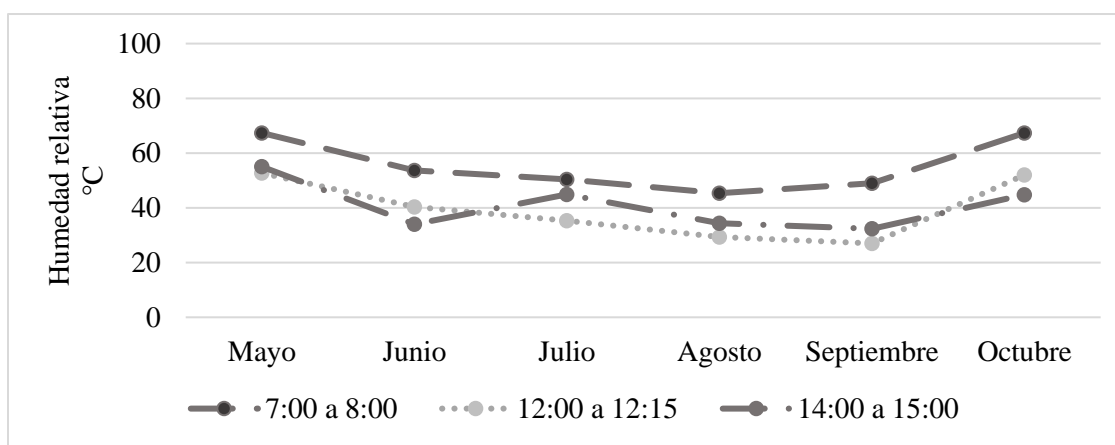


Figura 14

Análisis de humedad relativa fuera de los árboles en lindero (Bellavista).



Añazco et al. (2023) estudio sobre el análisis del *Alnus nepalensis* con respecto a las variables climáticas del lugar de desarrollo en árboles en linderos y sin linderos menciona que la humedad relativa es de 82% en los linderos y sin ellos es de 61% a una altitud de 2 000 m.s.n.m en Intag. A comparación de la presente investigación se estudió al *Juglans neotropica* Diels el cual interactúa con el microclima en este caso con la humedad relativa dentro del sistema se tiene un promedio de 68,03% y fuera de 42,15%, existieron diferencias esto se debe a que la cobertura vegetal del sitio no es totalmente densa por ello existe un menor porcentaje de humedad por otro lado tomando que las especies plantadas en los dos lugares tienen diferentes adaptaciones a la humedad relativa por ello se estudió los lugares óptimos de su desarrollo y estos poseen diferentes climas, por otro lado se debe mencionar que no hubo alta presencia de precipitaciones ya que fue una época con escasas lluvias.

Simbaña (2023) en el estudio realizado sobre el comportamiento microclimático en dos sistemas agroforestales menciona a una de las variables que fue la humedad relativa el cual presenta resultados en el predio de árboles en lindero en el que fuera del lugar fue de 61,43% y dentro de 69,66% de humedad relativa. Tomando en cuenta el presente estudio con el realizado anteriormente dentro del predio de árboles en lindero se tuvo un porcentaje de 68,07% existiendo una mínima diferencia por otro lado fuera del sistema un valor de 42,15% por lo que no coincide con el mismo valor del anterior estudio esto se debe a que las temperaturas fuera del lugar sin existencia de vegetación fueron altas y la temporada de recolección de datos se presentaron en época seca del año, y con baja cantidad de precipitaciones.

De acuerdo a los hallazgos de Duval et al. (2020) sobre el análisis microclimático bajo los árboles de sitios urbanos en comparación de lugares sin vegetación totalmente urbanizados y se dio en cuatro lugares ubicados en Argentina en el cual trata en este caso sobre la humedad relativa que

encontro con mayor porcentaje bajo los arboles a comparación del centro de los lugares urbanos, tomando en cuenta que los lugares con calles no asfaltadas exitio mayor humedad.

3.2.2.3. Precipitación

En el caso de la precipitación en los árboles en linderos se tuvo un total de 490 mm (Tabla 9) durante seis meses los cuales tuvo más inferencia en el mes de septiembre con un valor de 188 mm siendo este el mes con más precipitaciones y en el mes de agosto (Figura 15) siendo el mes con menor precipitación registrado con 5 mm, por ello es posible que se necesiten precipitaciones más significativas o riego adicional en épocas secas del año, con relación al *Juglans neotropica*.

Figura 15

Resultados de la precipitación de los árboles en linderos (Bellavista)

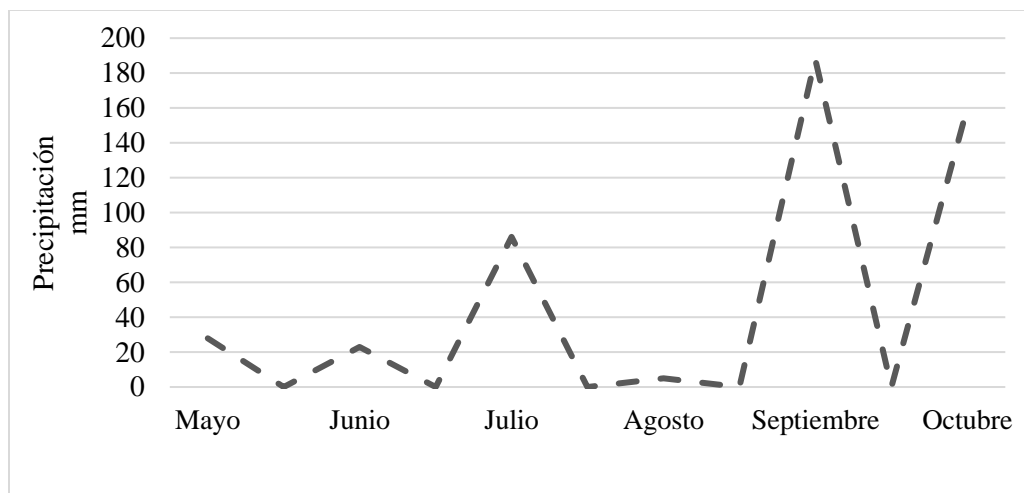


Tabla 9

Promedio total de precipitación registrada en Bellavista (Árboles en lindero)

Agroecosistema	Referencia	Precipitación mm
Arboles lindero	ALB	490

Para el estudio de Barreto & Herrera (1990) en su estudio sobre el *Juglans neotropica* menciona que la especie puede llegar a desarrollarse en precipitaciones de 500mm al año en situaciones extremas pero que no soporta heladas así soportando climas templados. Con respecto a lo citado afirmo que esta especie de árbol se puede desarrollar muy bien a esas precipitaciones ya que en el presente estudio se tuvo 490 mm lo cual fue suficiente para que el nogal se siga desarrollando correctamente esto se debe a que el lugar en que están ubicados esta especie tenía temperaturas óptimas para el crecimiento del mismo tomando en cuenta que Bellavista está ubicado en un bosque seco montano bajo el cual se encuentra en regiones montañosas y con épocas secas.

Según Villa et al. (2002) mencionan las diferencias de temperatura ambiental entre un área vegetativa y una zona urbana ya que estos pueden atribuirse a varios factores, en el caso de las áreas vegetativas la presencia de árboles puede proporcionar sombra, reducir la radiación solar directa y permitir una mayor evaporación, lo que enfría el entorno. A comparación del presente estudio estoy de acuerdo con estos autores ya que la presencia de los factores ambientales y geográficos que influyen en las variaciones observadas, como es en el caso de la plantación pura o árboles en linderos dentro del lugar se mantiene un lugar con la humedad más alta por el hecho de existir vegetación dentro de ellas y crear un microclima adecuado para las especies que viven en ella, a diferencia de los datos tomados fuera de los predios que muestran un porcentaje muy

bajo de humedad relativa por la falta de sombra vaporación y elementos esenciales para proporcionar un microclima.

El *Junglas neotropical* Diels se destaca por adaptarse al cambio climático, recuperar suelos degradados, y preservar la calidad del aire y agua en sistemas agroforestales que sirven como hábitat y fuente alimenticia para la fauna silvestre Toro & Roldan (2018), con respecto al presente trabajo de grado es verídico el aporte de los autores anteriormente mencionados ya que los predios de Natabuela con la plantación pura posee 25 años de crecimiento lo cual quiere decir que se adaptó a los diversos cambios de temperatura durante los años de igual manera paso con los árboles en lindero que posee aproximadamente 50 años y aún se conservan en excelente estado ya que estos han convivido con el cambio de temperaturas ya que el nogal es una especie forestal con una buena adaptación y sobrevivencia.

3.3. Flora asociada con *Juglans neotropica* Diels

El índice de diversidad de fauna y flora cuantifica la variedad biológica en un ecosistema y evalúa riqueza y distribución de especies, siendo esencial saber la interacción que tienen estas variables con el objeto de estudio.

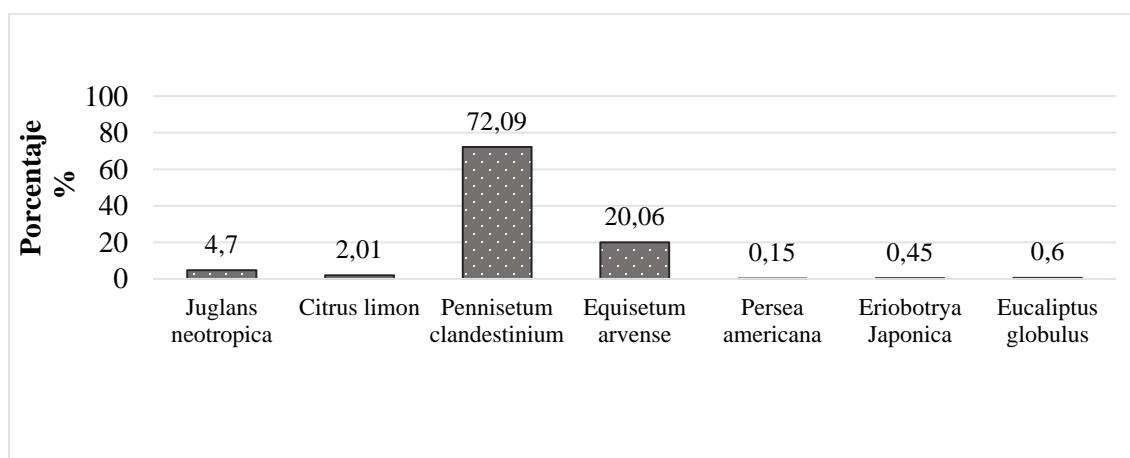
3.3.1. Diversidad de Flora en árboles en lindero (Bellavista)

En el análisis de diversidad situado en el ecosistema de árboles en linderos se tuvo un total de 1 341 individuos, los cuales se tomaron en cuenta árboles, arbustos, y regeneración natural, las cuales pertenecen a siete familias diferentes de especies, y de las familias que se puede mencionar más con mayor cantidad en el estudio es Juglandaceae, Lauraceae, Myrtaceae, los cuales pertenecen a la categoría Arborea, por otro lado se tiene en la categoría de arbustos es Myrtaceae, Perseay, Eriobotrya dentro de hierbas se tiene a *Pennisetum*, *Equisetum*. La distribución porcentual

de especies en el área estudiada revela que *Pennisetum clandestinium* es dominante ya que es más competitiva y capaz de aprovechar mejor los recursos disponibles con 72,09 % de la población encontrada, también se tuvo la especie *Equisetum arvense* la cual tiene una presencia significativa constituyendo el 20,06 %, por otro lado a la especie *Juglans neotropica* con el 4,7 % como regeneración natural y *Citrus limon* contribuyen al 2,01 % (Figura 16) como una cantidad medianamente baja, y finalmente a *Persea americana*, *Eriobotrya Japonica* y *Eucaliptus globulus* tienen una presencia mínima, cada uno representando menos del 1 % de la población.

Figura 16

Especies que presentan una cantidad de individuos en los árboles en linderos con respecto al Juglans neotropica.



El índice de diversidad en sistemas agroforestales según el estudio de (Montagnini, 2015) poseen una diversidad moderadamente baja en la cual existen mínimas cantidades de especies, teniendo similitud con la diversidad del presente estudio ya que también presento una diversidad baja, que

a comparación de la investigación de Simbaña (2023) se pudo mencionar que existe diferencia de especies forestales encontradas con menor porcentaje ya que se realizó los estudios en diferentes épocas del año.

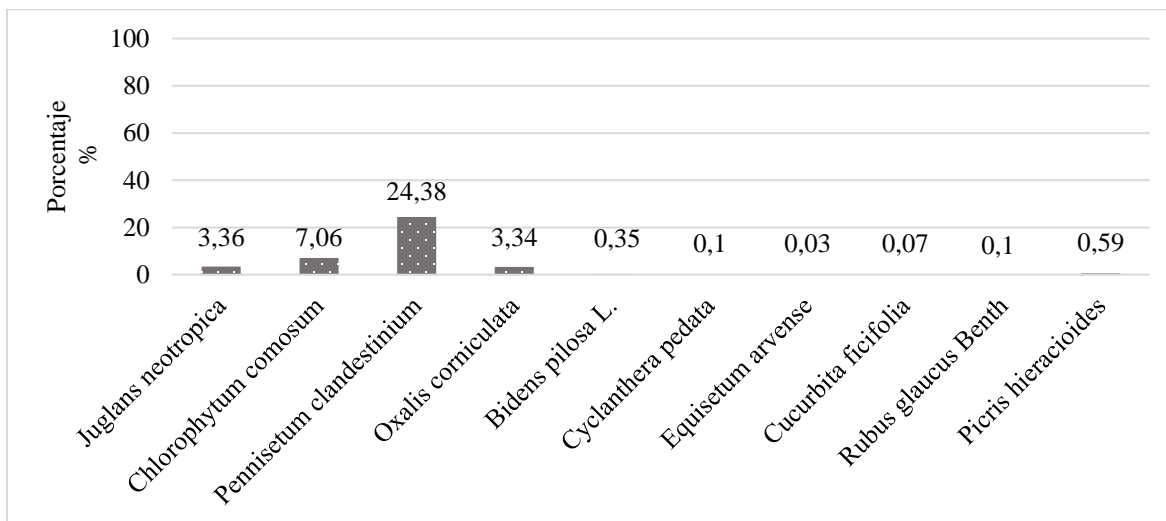
Estrada (2023) menciona que la regeneración natural que se encuentra en los sistemas agroforestales son 80 % factible en su crecimiento siendo estos de alta calidad. Pero en el presente estudio teniendo se tuvo una gran diferencia de resultados a los de Estrada ya que en el caso de los árboles en linderos tuvo una regeneración escasa del *Juglans neotropica* debido a diversos factores como la introducción de especies invasoras que pueden competir con el nogal dificultando su regeneración natural.

3.3.2. Diversidad de Flora en una plantación pura (Natabuela)

En cuanto a la plantación pura, se obtuvo un total 1 071 individuos, los cuales se tomaron en cuenta las categorías de arbustos, árboles, hierbas y regeneración natural dentro de estas se incluyen 9 diferentes familias con sus respectivas especies para ello se consideró en las categorías de árboles y regeneración natural únicamente a la familia Juglandaceae, en la categoría de arbustos a la familia Asteraceae, y finalmente en la categoría de hierbas a las familias, Asparagaceae, Oxalidaceae, Poaceae, Asteraceae, Cucurbitaceae, Rosaceae. Tras los resultados obtenidos dentro de la composición de especies muestra la predominancia la especie *Pennisetum clandestinium* emerge como la especie más existente constituyendo el 24,38 %, seguido por *Chlorophytum comosum* con un 7,06 % (Figura 17), se tiene el objeto de estudio *Juglans neotropica* el que representa el 3,36 %, tomando en cuenta que se encontró como regeneración natural y categoría árboles, las demás especies como *Oxalis corniculata*, *Bidens pilosa* L, *Cyclanthera pedata*, y otras, tienen proporciones más moderadas, variando entre el 0,03 % y el 0,59 %.

Figura 17

Especies que presentan una cantidad de individuos en una plantación pura con respecto al Juglans neotropica.



En un estudio realizado en Colombia por FAO (1999) deduce que la aplicación de sistemas agroforestales aumenta la sostenibilidad y mejora la diversidad de flora y la recuperación de los nutrientes presentes en la vegetación. Pero en el caso de la presente investigación no fue como lo menciona el autor ya que podría ser por factores micro climáticos que se dio en los lugares de estudio o por la distribución de los nogales lo que dificultó una buena diversidad de flora.

3.4. Fauna asociada con *Juglans neotropica* Diels.

3.5. Diversidad de fauna en árboles en linderos (Bellavista).

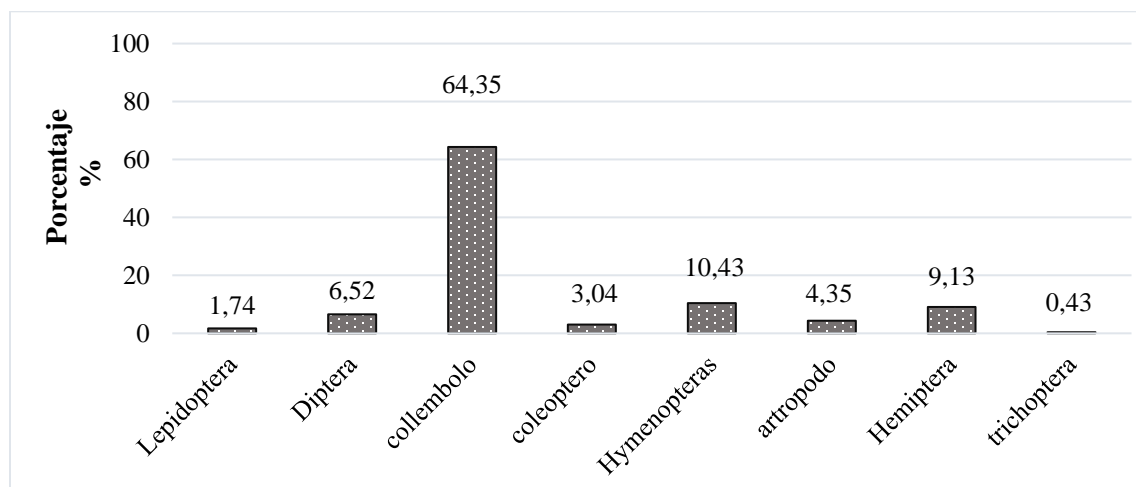
3.5.1. Insectos

En la investigación realizada en el ecosistema en linderos se tuvo datos totales de 259 individuos que fueron reconocidos por su orden de clasificación taxonómica, los cuales integraban diversas especies, entre ellas se tuvo, Lipidopteros, Dípteras, Colémbolos, Coleópteros, Himenópteros, Artrópodos, Hemíptero, y Trichopteros. El orden obtuvo mayor porcentaje fue los Colémbolos en el que se aprecia un 64,35 % (Figura 18) pertenecientes a la familia Entomobryidae, a comparación

del orden Trichoptera que tenía un mínimo de individuos con 0,43 % debido al tipo de suelo o el clima de aquella época del año.

Figura 18

Individuos por especies presentes en el ecosistema de árboles de lindero de Juglans neotropica en la clase de insecta.



Fahrig (2003) ha destacado que en los linderos se presentan diferentes tipos de hábitats que pueden aumentar la heterogeneidad del paisaje, los datos que se muestran en la presente investigación reconocen lo mencionado por este autor; debido a que el sistema está asociado con plantas frutales las cuales garantizan la presencia de insectos esto ratifica por la existencia de árboles en linderos puede estabilizar el microclima, proporcionando condiciones más constantes en términos de temperatura y humedad.

Para Menéndez & Cabrera (2014) la hojarasca puede proporcionar una mayor variedad de recursos, microhábitats especializados y diferentes tipos de alimento, lo que favorece a diversas comunidades de microfauna tomando en cuenta que el ecosistema que mayor porcentaje de individuos posee es de árboles en linderos de nogal, el cual tiene una asociación directa con diversos cultivos, los cuales son punto clave para que la microfauna se desarrolle correctamente dentro de este tipo de agroecosistema, ya que los cultivos pueden hacer que la microfauna crezca

bien al proporcionarles lo que necesitan, como alimentos y un lugar agradable para vivir, interactuar con las raíces de las plantas y ayudar en la forma en que los nutrientes se mueven, por ello la salud del suelo y la diversidad de pequeños organismos son muy importantes para que los agroecosistemas funcionen bien a lo largo del tiempo, tomando en cuenta que los linderos forestales pueden actuar como corredores ecológicos, facilitando el movimiento de especies entre diferentes hábitat así aumentando la diversidad al permitir que las poblaciones de microfauna se mezclen y se beneficien mutuamente.

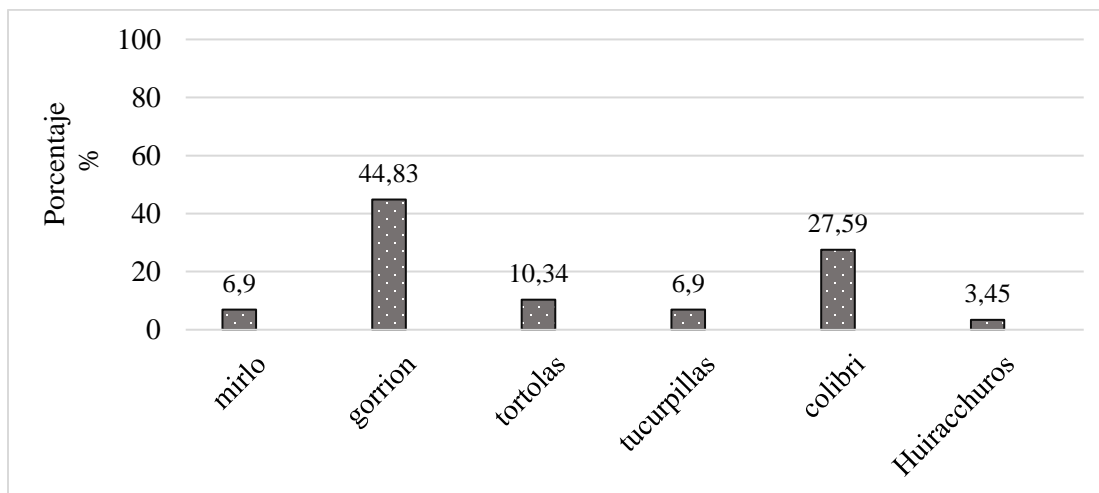
Espinosa (2018) en una investigación elaborada en la parroquia Santa Catalina de Salinas, provincia de Imbabura-Ecuador menciona sobre el sistema agroforestal con la combinación de café – espinos estudiados en el que se evidencio diversidad de insectos como fueron el orden de Coleóptera, Lepidóptera, Díptera y Hymenóptera. En comparación con el presente estudio realizado sobre la diversidad de fauna en insectos en sistemas agroforestales con practica en árboles en lindero se verifica que existe este tipo de variedad tomando en cuenta que si se encontró los mismos órdenes del estudio de Espinosa esto se debe a que este tipo de sistemas proporcionan una alta diversidad tanto en plantas hospederas, refugios y fuentes de alimento, lo que atrae a diferentes especies.

3.5.2. Aves

En el análisis realizado en árboles en linderos, se encontró un total de 29 individuos como son los: Mirlos, Gorriones, Tórtolas, Tucurpillas, Colibríes, y Huiracchuros, destacando las especies con mayor porcentaje los Gorriones con 43,83 % y los Colibríes con 27,59 % que pertenecen a la familia Passeridae y como menor porcentaje fue el de Huiracchuros teniendo el 3,45 % que pertenece a la familia Cardinalidae (Figura 19).

Figura 19

Especies de aves representativas en árboles de lindero de Juglans neotropica.



Por otra parte, Alvarado et al. (2001) en su estudio realizado en Nicaragua sobre aves y árboles que servían como cortinas rompevientos se realizó un índice de Shannon en el que utilizó tres categorías, en el que tuvo como resultado con una alta diversidad en las cortinas rompevientos en buen estado con 31 especies diferentes en esta categoría. Tomando en cuenta la presente investigación realizada existió una buena cantidad de aves encontradas en el lugar ya que los árboles en lindero se encontraban en buen estado así coincidiendo los resultados con el autor mencionado anteriormente esto se debe a que este tipo de prácticas de árboles en lindero sirven como corredores biológicos que ayudan a conectar hábitats diferentes permitiendo que las aves se desplacen entre áreas de alimentación, anidación y descanso de forma segura.

Según Ugalde (2022) la investigación sobre la diversidad de aves en sistemas agroforestales tradicionales o lugares montañosos, cumplen un rol clave de estos sistemas en la conservación de la biodiversidad aviar. A diferencia del presente estudio se puede apreciar que en la recolección de datos de árboles en linderos se tuvo una baja cantidad de aves, esto se debe a que por la

distribución de los árboles pueden albergar a diversos mamíferos que podrían ser amenazas para las aves, por otro lado, podría ser que la abundancia de árboles les permite anidar a las aves y mantener un lugar más seguro para su reproducción.

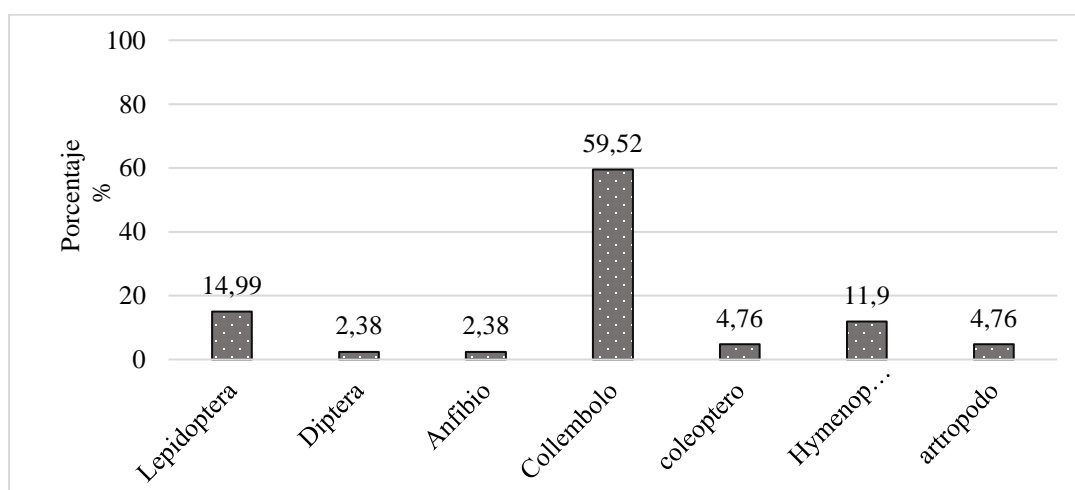
3.6. Diversidad de fauna en una plantación pura (Natabuela)

3.6.1. Insectos

En el sistema de plantación pura se tuvo porcentajes bajos de individuos, en el cual presentó un total de 42 individuos que se reconocieron principalmente por su orden de clasificación taxonómica, en el que se evidencia que el que poseía mayor porcentaje es el orden Colémbolo perteneciente a la familia Isotomidae con un porcentaje de 59,52% (Figura 20) y la que le sigue es el orden Lepidóptera de la familia Nymphalidae con 14,99% de individuos, con teniendo una diferencia respecto del orden díptera que presentó 2,38 % ya que estas poseen un rango sumamente bajo.

Figura 20

Individuos por especies presentes en el ecosistema de plantación pura de Junglans neotropical en la clase de inesta.



De acuerdo Mäder et al. (2002) las plantaciones puras, a menudo son más susceptibles a plagas y enfermedades específicas de la planta cultivada lo que puede conllevar al uso de productos químicos que afectan a la microfauna. Tomando en cuenta la recolección de datos en el predio de natabuela con una plantación pura se evidencio un bajo nivel de especies, esto se puede dar por que la distribución de la especie como en este caso es el nogal ya que puede resultar en la pérdida de hábitats y refugios para la microfauna.

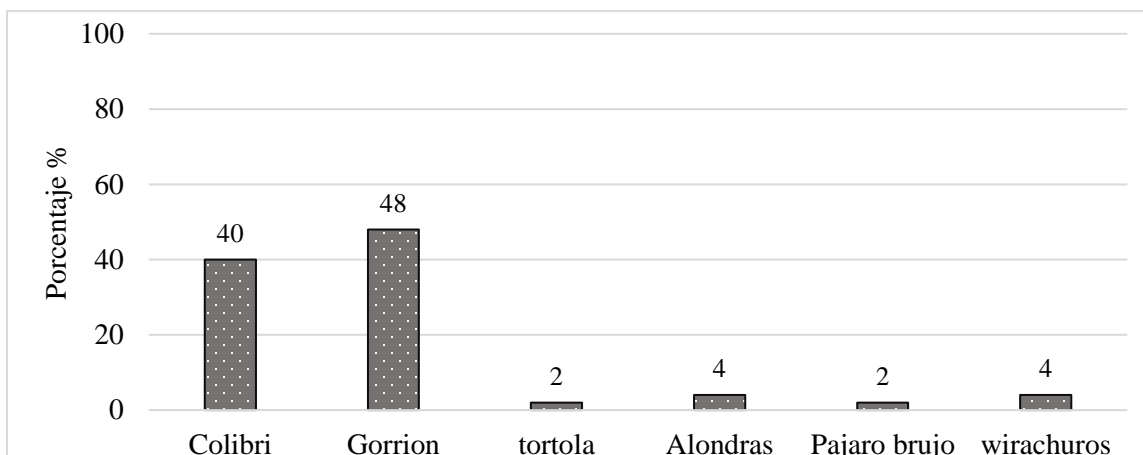
Las prácticas agrícolas en plantaciones puras, pueden cambiar las condiciones del suelo y afectar negativamente a la diversidad microbiana, incluida la microfauna, durante la época seca (De Vries et al., 2012). Teniendo en cuenta que la recolección de este estudio se tomó en época seca por ello la falta de agua puede afectar la actividad biológica en el suelo y la descomposición de la materia orgánica, lo que a su vez disminuye los alimentos para la microfauna.

3.6.2. Aves

En el sistema de plantación pura se obtuvo un total de 50 individuos, teniendo un mayor porcentaje como fueron las especies de Colibríes con un 40 %, (Figura 21) y los Gorriones con 48 % a diferencia del denominado Pájaro brujo y las Tórtolas con un porcentaje de 2 %, este predio posee una mayor cantidad de aves es elevado por la cantidad de nutrientes existentes en la plantación por su diseño y distribución de plantas.

Figura 21

Especies de aves representativas en plantación pura de Juglans neotropica.



En el estudio realizado en Inglaterra por Bohada et al. (2020) menciona que los sistemas agroforestales tropicales pueden contribuir a la conservación de la biodiversidad, incluidas las aves, al proporcionar hábitats más diversos. Afirmando con el presente estudio, ya que el predio de la plantación pura tuvo más presencia de aves en su lugar de estudio, esto se da porque algunas especies de aves pueden llegar a ver a atractivo o tener preferencias específicas de hábitat.

Según Simbaña (2023) encontró variaciones estacionales significativas, con una mayor diversidad de aves durante la época lluviosa en comparación con la época seca la cual fue realizada en el presente estudio, esto se debe a la disponibilidad de alimentos puede disminuir debido a la falta de agua y sobre todo de alimento o vegetación fresca tomando en cuenta que muchas aves dependen de recursos como frutas, néctar, insectos y semillas, que pueden ser menos abundantes durante esta época del año.

3.7. Índice de diversidad de Flora.

El estudio de la diversidad, en cuanto al índice de Shannon-Wiener (H') como para el índice de Simpson (1-D), revela un nivel bajo de diversidad para el primero y un nivel medio para el segundo (Tabla 10).

Tabla 10

Índice de diversidad - Shannon Wiener (H') y Simpson (1-D)- Flora

Agroecosistema	Shannon Wiener (H')	Diversidad	Simpson (-D)	Diversidad
Árboles linderos	0,85	Diversidad baja	0,43	Diversidad media
Plantación pura	1,01	Diversidad baja	0,52	Diversidad media

En un estudio realizado en México por López et al. (2022) para saber la diversidad de flora en un parque ecológico se realizó un índice de Shannon en el que tuvieron un resultado 1,89, que sugiere una diversidad arbórea de media a alta, lo que se entendería como una diversidad de flora bien conservada y diversa. A diferencia del presente estudio que se realizó en sistemas agroforestales los cuales tenían en el predio de natabuela una plantación pura de nogal en la que su índice fue bajo esto se debe a que hay una sola especie dominante de flora presente en el área, lo que limita la variedad de hábitats y recursos disponibles para otras especies, tomando en cuenta también a los árboles en linderos ubicado en Bellavista que dio un resultado bajo esto puede suceder si se planta una especie de árbol específica como en este caso es el *Juglans neotropica* Diels, para crear una barrera o delimitar un área, afectando la disponibilidad de hábitats y recursos para otras plantas.

Según Simbaña (2023) en su investigación para el índice de diversidad de flora en dos sistemas agroforestales ella presenta que en los árboles en linderos tiene un índice de Shannon de 2,28 clasificada como índice medio y Simpson de 0,84 con diversidad alta, y en la plantación pura registra un índice de Shannon de 2,45 como diversidad media y un índice de Simpson de 0,83 considerada como alta. A diferencia del presente estudio sobre los índices de diversidad de Shannon y Simpson se tuvieron diferentes resultados como fueron en el caso de árboles en lindero valores de 0,85 categorizada como diversidad baja y de Simpson 0,43 considerada como diversidad media estos datos se deben a que no existió variedad de especies considerando que fueron 3 especies las dominantes sobre todo por el estado climático que se presentó en ese época del año, y por otro lado se tiene a la plantación pura de nogal en la que se presenta diferencias de igual manera con un índice de Shannon de 1,01 como diversidad baja y Simpson de 0,52 ya que se desarrolla una sola especie como objetivo deja poco espacio para el desarrollo de otras especies de plantas limitando a la interacción de la flora del sistema tomando en cuenta que la especie *Juglans neotropica* tiene gran influencia en la composición edáfica y la disponibilidad de nutrientes en el suelo lo que vendría afectando a las otras especies que interactúan con el nogal para su crecimiento.

3.7.1. Índice de diversidad para la fauna a nivel de insectos

Los resultados de diversidad en relación con los índices de Shannon Wiener (H') y Simpson (1-D) se denomina una diversidad baja para el primer caso y para el segundo caso presenta una diversidad baja en árboles en lindero y alta en la plantación pura (Tabla 11).

Tabla 11

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

Agroecosistema	Shannon Wiener (H')	Diversidad	Simpson (-D)	Diversidad
Árboles en linderos	1,25	Diversidad baja	0,99	Diversidad alta
Plantación pura	1,3	Diversidad baja	0,6	Diversidad media

Para Suárez et al. (2015) en su investigación elaborada en Mayo del año 2011 en Colombia evaluaron los índices de diversidad Shannon en sistemas agroforestales en épocas de precipitación máxima y mínima para el análisis de la macrofauna edáfica con distintos arreglos agroforestales en los que se encontró una mayor diversidad en época lluviosa del año donde existía máxima precipitación por ello la existencia de los insectos están vinculadas a las condiciones climáticas del lugar sobre todo por la precipitación y temperatura existente. De acuerdo con lo mencionado por el autor anterior según los resultados de los índices de diversidad de insectos del presente estudio fueron bajos a diferencia de la investigación citada esto se debe principalmente a la época del año en la toma de datos ya que fueron en época seca con presencia de sequía y baja cantidad de precipitaciones por ello concuerdo con que en épocas lluviosas existe un mayor cantidad de insectos y esto se dio en los dos casos de estudio tanto en plantación pura como en árboles en lindero.

3.7.2. Índice de diversidad para la fauna a nivel de aves

De acuerdo con los resultados los índices de Shannon Wiener (H') y Simpson (1-D) se muestra una diversidad media para el primer caso y una diversidad baja para el segundo caso (Tabla 12). Se tiene que el *Juglans neotropica* cumple diversas funciones que favorecen a las diversas especies de aves que rodean el lugar de estudio.

Tabla 12

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

Agroecosistema	Shannon Wiener (H')	Diversidad	Simpson (-D)	Diversidad
Árboles linderos	1,44	Diversidad media	0,99	Diversidad alta
Plantación pura	1,13	Diversidad baja	0,6	Diversidad media

Simbaña (2023) menciona que tras la diferencia de época del año se encontró una variabilidad en el área de diversidad de aves en los dos sistemas de estudio en el primer caso de árboles en lindero tuvo un índice de diversidad de aves media con valores de Shannon de 2,03 y de Simpson de 0,85 catalogada como alta y finalmente en la plantación pura también tuvo una diversidad media en la que tuvo 1,9 y en Simpson de 0,77 como diversidad alta. A diferencia de la presente investigación sobre los índices de diversidad de fauna-aves se menciona que tuvo resultados de diversidad media en árboles en lindero coincidiendo con la categorización tanto en Shannon como en Simpson se debe a que dentro del sistema se mantiene una diversidad equilibrada ya que este tipo de dispersión de árboles brindan refugio alimentación y sobre todo áreas de reproducción de las especies de aves existentes y los linderos actúan como corredores biológicos, y por otro lado la plantación pura tuvo

índices de diversidad baja ya que este tipo de arreglos pueden limitar algunas especies de aves por su estructura por la diferencia de alturas de los árboles y la cobertura vegetal escasa ya que las aves requieren de diversos recursos que proporciona un ecosistema.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- El análisis de las relaciones edáficas y climáticas en los dos sistemas estudiados los cuales albergan al *Juglans neotropica* Diels, se puede deducir que hay una fuerte interacción entre las propiedades químicas del suelo y las condiciones microclimáticas en el que se desarrolla esta especie debido a que influyen significativamente en su adaptación y productividad del nogal.
- Los índices de biodiversidad existentes en el nogal demuestran información valiosa sobre la variedad y riqueza de especies que interactúan y existen en estos entornos debido a que poseen gran influencia tanto positiva como negativa.

4.2. Recomendaciones

- Realiza una revisión exhaustiva de la literatura científica sobre *Juglans neotropica*, sus características, ecología, distribución geográfica y cualquier investigación previa relacionada con su interacción en diferentes ecosistemas.
- Continuar con los estudios así incorporando diferentes variables para este tipo de estudios lo cuales poseen una fuente importante de conocimientos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROCALIDAD. (2018). *INSTRUCTIVO DE INT/SFA/10. Muestreo para análisis de suelos*.
<https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/agua8.pdf>
- Aguirre, Z. (2013). *Guía de métodos para medir la biodiversidad*. Loja, Ecuador: Universidad Nacional de Loja. <https://zhofreaguirre.files.wordpress.com/2012/03/guia-para-medicic3b3n-de-la-biodiversidad-octubre-7-2011.pdf>
- Alanís, E., Valdecantos, A., Canizales, P., Chávez, A., Rubio, E., & Mora, A. (2018). Análisis estructural de un área agroforestal en una porción del matorral xerófilo del noreste de México. *Revista Acta botánica mexicana*, 125, 133-156.
<https://doi.org/10.21829/abm125.2018.1329>
- Alice, F., Montagnini, F., & Montero, M. (2004). Productividad en plantaciones puras y mixtas de especies nativas forestales en la estación biológica la Selva, Sarapiquí, Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 28(2), 61-71. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43628206>
- Alvarado, V., Antón, E., Harvey, C., & Martínez, R. (2001). Árboles y plantas leñosas en cortinas rompevientos en León, Nicaragua. *Avances de investigación*, 8(31), 18-24.
<https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/5818>
- Amaya, Y., Caballero, P., Robles, L., Sánchez, F., Manzanilla, G., & Villalón, H. (2019). EVALUACIÓN DEL MICROCLIMA EN UN SISTEMA SILVOPASTORIL EN MONTEMORELOS, NUEVO LEÓN, MÉXICO. *Revista Foresta Veracruzana*, 21(1), 19-22. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49759430003>
- Añazco, M., Vallejos, H., & Erazo, N. (2023). *Aliso de Nepal Alnus nepalensis D. Don. en el Ecuador*. CIDE.
- Armenteras, D., González, T., Vergara, L., Luque, F., Rodríguez, N., & Bonilla, M. (2016). Revisión del concepto de ecosistema como “unidad de lanaturaleza” 80 años después de

- su formulación. *Ecosistemas*, 25(1), 83-89.
<https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/1110>
- Balmaseda, C., & Ponce, D. (2019). Características de los suelos del centro de producción y prácticas río verde, santa elena, ecuador. *Journal of science and research*, 4(3), 48-26.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.3279873>
- Barradas, V. (1989). El papel del microclima en la fisiología ecológica vegetal. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 49, 31-39. DOI: 10.17129/botsci.1364
- Barreto, A., & Herrera, J. D. (1990). *Juglans neotropica*. Inderena.
<https://www.guao.org/sites/default/files/biblioteca/Juglans%20Neotr%C3%B3pica.pdf>
- Bohada, M., Castaño, G., & Fontúrbel, F. (2020). Efectos de los sistemas agroforestales sobre la diversidad de las. *Ornitología Colombiana*, 18(1), 40.
<https://asociacioncolombianadeornitologia.org/wp-content/uploads/2020/09/18ie40.pdf>
- Cabascango, M. (2021). *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*. [Tesis de grado, Univerdidad Técnica de Babahoyo].
<http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/128/T-UTB-FACIAG-AGR-000034.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- Cabrera, G., Robaina, N., & 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 Forraje*, 34(3), 313-330. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=269121083007>
- Caivano, J. (2011). *Efectos de la distancia entre hileras, sobre el rendimiento y sus componentes en el cultivo de soja*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica Argentina].
<https://repositorio.uca.edu.ar/handle/123456789/311>
- Calix, J., Oyuela, O., & Ferrufino, L. (2023). Anotaciones sobre interacciones ecológicas en el refugio de vida silvestre barras de cuero y salado, Honduras. *Portal de la Ciencia*, 70-82.
https://www.researchgate.net/publication/370739706_Anotaciones_sobre_interacciones_ecologicas_en_el_refugio_de_vida_silvestre_barras_de_cuero_y_salado_Honduras

- Campos, P., & Rodríguez, L. (2002). Aspectos económicos de las prácticas agroforestales. Un sistema de indicadores monetarios y biofísicos. *Cuadernos De La Sociedad Española De Ciencias Forestales*, 14. https://secforestales.org/publicaciones/index.php/cuadernos_secf/article/view/9297/9215
- Cárdenas, D., & Salinas, N. (2007). *Libro rojo de plantas de Colombia* (Vol. 4). Insitito Amazonico de Investigaciones Cientificas. https://sinchi.org.co/files/publicaciones/publicaciones/pdf/LR_MADERABLES.pdf
- Casanova, F., Ramírez, L. P., Caamal, A., Piñeiro, A., & Díaz, V. (2016). Environmental services from tropical. *Revista*, 22(3), 269-284. <https://doi.org/doi:10.5154/r.rchscfa.2015.06.029>
- CATIE. (2000). *Manejo de semillas de 100 especies forestales de América Latina*. Cartago, Danida Forest Seed Centre, Humlebaek (Dinamarca): CR. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/2959>
- Ceccon, E. (2013). *Restauración en bosques tropicales: Fundamentos ecológicos, prácticos y sociales*. Díaz de Santos. https://www.fisica.unam.mx/personales/mir/el/2013_libroRestauracion.pdf
- Celaya, H., & Castellanos, A. (2011). Mineralización de nitrógeno en el suelo de zonas áridas y semiáridas. *Revista Terra Latinoamericana*, 29(3), 343-356. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57321283013>
- Chanatásig, C. (2014). *Estudio comparativo de la macrofauna edáfica en huertos caseros y plantaciones monoespecíficas de cedro (Cedrela odorata L.) en Tikinmul, Campeche*. [Tesis Doctoral, El Colegio de la Frontera Sur]. https://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1017/1821/1/100000053658_documento.pdf
- Combe, J., & Budowski, G. (1979). *Clasificación de las técnicas agroforestales; una revisión de literatura*. (T. (. CATIE, Ed.) <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/786>
- De Vries, L., Gensler, Sonja, & LeeFlang, P. (2012). Popularity of Brand Posts on Brand Fan Pages: An Investigation of the Effects of Social Media Marketing. *Journal of Interactive*

- Marketing*, 26, 83-91.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1094996812000060>
- Díaz, C., & Vilema, G. (2023). *Determinación de las características fenológicas de Juglans neotropica Diels en cuatro formaciones vegetales, Imbabura*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/14515>
- Duval, V., Benedetti, G., & Baudis, K. (2020). El impacto del arbolado de alineación en el microclima urbano. Bahía Blanca, Argentina. *Investigaciones Geográficas*(73), 171-188.
<https://www.redalyc.org/journal/176/17664443008/html/>
- Esparza, B. (2023). *Propagación sexual de Juglans neotropica diels. con tratamientos pregerminativos físicos y químicos*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte].
<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/15372>
- Espinosa, A. (2018). *Impactos de la sombra de espino vachellia macracantha seigler & ebinger en asocio con café coffea arabica l var. Caturra rojo en la parroquia Santa Catalina de Salinas, provincia de Imbabura*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte].
<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8647>
- Espinoza-Bretado, R., & Navar, J. (2005). Producción de biomasa, diversidad y ecología de especies en un gradiente de productividad en el matorral espinoso tamaulipeco del Nordeste de México. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 11(1), 25-31. <https://www.redalyc.org/pdf/629/62911104.pdf>
- Estrada, G. K. (2023). *“IDENTIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE ÁRBOLES SEMILLEROS DE Juglans neotropica Diels EN IMBABURA Y NAPO, ECUADOR”*. [Tesis de grado, Universidad Técnica DeL Norte]. Repositorio Instirucional.
<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/15290>
- Estrada, K. (2023). *Identificación Y Selección De Árboles Semilleros De Juglans Neotropica Diels En Imbabura Y Napo, Ecuador*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte].
<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/15290>

- Fahrig, L. (2003). Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Revista Rev. Ecol. Evol. Sys*, 34, 487-515.
https://www.researchgate.net/publication/216849867_Fahrig_L_Effects_of_Habitat_Fragmentation_on_Biodiversity_Annu_Rev_Ecol_Evol_Syst_34_487-515#:~:text=Habitat%20fragmentation%20per%20se%20has,fragmentation%20must%20be%20measured%20independently.
- Falcón, M. (2020). *Niveles de organización ecológica: cuáles son y ejemplos*. Ecología Verde: <https://www.ecologiaverde.com/niveles-de-organizacion-ecologica-cuales-son-y-ejemplos-2734.html>
- FAO. (1999). *Agroforesteria para la producción animal en América Latina*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/3/x1213s/x1213s.pdf>
- FAO; MADS. (2018). *Guía de buenas prácticas para la gestión y uso sostenible de los suelos en áreas rurales* (Vols. (978-92-5-130425-9)). (FAO, Ed.) Bogota, Colombia. <https://www.fao.org/3/i8864es/I8864ES.pdf>
- Fernández, P., Acevedo, D., Villanueva, A., & Gómez, U. M. (2016). Estado de los elementos químicos esenciales en suelos de los sistemas natural, agroforestal y monocultivo. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 7(35), 65-77. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322016000300065
- GAD. (2019). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) de Natabuela 2019-2023*. <https://gadnatabuela.gob.ec/gadNatabuela/wp-content/uploads/2022/03/PDOT-OFICIAL-NATABUELA-2019-2023-.pdf>
- GAD San Antonio de Ibarra, G. A. (2019). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) de San Antonio de Ibarra 2019-2023*. <https://gadsanantonioibarra.gob.ec/wp-content/uploads/2021/11/PDOT-SAN-ANTONIO-2019-2023.pdf>

- García, V., & Guzman, Á. (2022). Incidencia de agentes polinizadores sobre la fecundación de la flor del cacao (*theobroma cacao* l.). *Revista ESPAMCIENCIA para el agro*, 13(2), 1-12. https://doi.org/10.51260/revista_espamciencia.v13i2.343
- Garrido, E. I., & Sidali, K. (2016). Los niveles de organización ecológica: Una guía para administrar los recursos naturales y culturales. *Invest. pens. crit*, 4(2), 95-114. https://www.researchgate.net/publication/308614554_Los_niveles_de_organizacion_ecologica_Una_guia_para_administrar_los_recursos_naturales_y_culturales
- Garro, L. (2020). *Diseño de un sistema agroforestal en fincas*. [Tesis de pregrado, Instituto tecnológico de Costa Rica]. https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/12399/TFG_Luis_Garro_Chacón.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gentry, A. (1982). Patterns of Neotropical Plant Species Diversity. *Evolutionary Biology*(15), 1-84. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4615-6968-8_1
- Gliessman, S. (1998). *Agroecología: Un Enfoque Sustentable De La Agricultura Ecológica*. Lewis Publishers Inc. [https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=ulyCG70jB_MC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Gliessman+SR+\(1998\)+Agroecology:+ecological+processes+in+sustainable+agriculture+Ann+Arbor+Press,Michigan&ots=t4ghrjMAdG&sig=JDSH8qUJiJ4g0MiRzH2M_U0JupM#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=ulyCG70jB_MC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Gliessman+SR+(1998)+Agroecology:+ecological+processes+in+sustainable+agriculture+Ann+Arbor+Press,Michigan&ots=t4ghrjMAdG&sig=JDSH8qUJiJ4g0MiRzH2M_U0JupM#v=onepage&q&f=false)
- Gonzalez, A. (2000). *El Nogal. Árbol de madera noble y fruto excelente*. Elgoibar. <https://www.gipuzkoa.eus/documents/2938341/3869988/El+Nogal.pdf/8da4388a-2ae5-7c73-a1b1-134865fc5dff>
- Guix, J. (2021). *Interacciones mutualistas entre animales y plantas IV. Paisaje en mosaico y corredores ecológicos* (Vol. 12). Centre de Recursos de Biodiversitat Animal. https://www.ub.edu/portal/documents/7473196/9034679/Volum12_Publicacions_Interaccions_mutualistas_VI.pdf/789cc372-ae3d-eb5a-4d1a-9ff24268e28e

- Gutiérrez, A. (2008). Las interacciones ecológicas y estructura de una comunidad altoandina de colibríes y flores en la Cordillera Oriental de Colombia. *Ornitología Colombiana*(7), 17–42. <https://asociacioncolombianadeornitologia.org/ojs/index.php/roc/article/view/175>
- Hart, R. (1979). *Agroecosistemas del trópico*. CATIE. https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/175/Agroecosistemas_del_tropico.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Hernández, I., Rojas, O., López, F., Puebla, F., & Cecilia, D. (2012). Dispersión de semillas por aves en un paisaje de bosque mesófilo en el centro de Veracruz, México: Su papel en la restauración pasiva. *Revista chilena de historia natural*, 85(15), 89-100. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-078X2012000100007
- Holdridge, L. (1978). *Ecología basado en zonas de vida*. Insitito Interamericano de Ciencias Agrícolas. <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/7936/BVE19040225e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Huerta, F., & Castro, L. (2012). *Interacciones ecológicas*. Universidad de Guadalajara. https://www.researchgate.net/publication/358969454_Interacciones_Ecologicas
- IDEAM, I. D. (2018). *Metodología de la operación estadística variables meteorológicas. I*. Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales -ideam. <http://www.ideam.gov.co/documents/11769/72085840/Documento+metodologico+variables+meteorologicas.pdf/8a71a9b4-7dd7-4af4-b98e-9b1eda3b8744>
- Iglesias, J. (1999). Sistemas de producción agroforestales. Conceptos generales y definiciones. *Pastos y Forrajes*, 22. <https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path%5B%5D=961>
- Jackson, L., Noordwijk, M. v., Bengtsson, J., Foster, W., Lipper, L., Pulleman, M., Said, M., Snaddon, J., & Vodouhe, R. (2010). Biodiversity and agricultural sustainability: from assessment to adaptive management. *Revista Science Direct*, 2, 80-87. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2010.02.007>

- Jaramillo, D. (2002). *Introducción a la Ciencia del Suelo*. [Tesis de grado, Universidad Nacional De Colombia]. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstreams/5c147280-c27c-4d36-b3d4-06d8be1cfbf7/download>
- Jiménez, A., Gabriel, J., & Tapia, M. (2017). *Ecología Forestal*. Manabí, Jipijapa, Ecuador: Compás. https://www.researchgate.net/publication/322156894_Ecologia_Forestal
- Julca, A., Meneses, L., Blas, R., & Bello, S. (2006). La materia orgánica, importancia y experiencia de su uso en la agricultura. *Revista Idesia (Arica)*, 24(1), 49-61. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292006000100009>
- Linés, A. (2010). Clima y cambio climático. *Revista del Aficionado a la Meteorología*. <https://www.divulgameteo.es/fotos/lecturas/Clima-CC-Lin%C3%A9s.pdf>
- Llerena, C., Inbar, A., & Benavides, M. (2004). *Conservación y Abandono de Andenes*. Universidad Nacional Agraria La Molina. <http://www.lamolina.edu.pe/facultad/forestales/web2007/PublicacionesYRevistas/pdf/contenido.pdf>
- López, P., Vega, D., Corral, J., Briseño, J., & Antúnez, P. (2022). Diversidad e importancia ecológica de la vegetación arbórea en el Parque El Tecuán en Durango. *Rev. mex. de cienc. forestales*, 13(74), 34-53. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v13i74.1273>
- Mäder, P., Fliessbach, A., Fried, P., & Niggli, U. (2002). Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming Science. *Revista Science*, 296, 1694. https://www.researchgate.net/publication/11333301_Soil_Fertility_and_Biodiversity_in_Organic_Farming_Science?enrichId=rgreq-a2606cb6875547df579347c799e7bbd4-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzExMzMzMzAxO0FTOjEwMDAzMTgwNTc4ODE2MEAxNDAwODYwODQ5MDk0&el=1_x_3&_es
- Maglianesi, M., & Román, G. (2016). Efecto del cambio climático sobre las interacciones planta-animal y sus consecuencias sobre los ecosistemas. *Revista Biocenosis*, 30, 1-2. <https://revistas.uned.ac.cr/index.php/biocenosis/article/view/1430/1498>

- Martínez, F. A., Martínez, A. C., & Wesley, D. (2019). Redes complejas como herramientas para estudiar la diversidad de las interacciones ecológicas. *Revista REDES*. https://www.researchgate.net/publication/338557692_Nets_complexas_como_herramientas_para_estudiar_la_diversidad_de_las_interacciones_ecologicas
- Martinez, M., & Ortega, B. (2021). *MUNDO AGRO*. Microorganismos degradadores de materia orgánica y sus efectos sobre la calidad del suelo: <https://mundoagro.cl/tematica/fertilidad/page/2/>
- Mendel, R., Marcelo, A., & Regino, Z. (2009). *Ecología y evolución de interacciones planta-animal*. Editorial Universitaria. <https://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2019/02/Medel-Aizen-y-Zamora-2009.pdf>
- Menéndez, Y., & Cabrera, G. (2014). La macrofauna de la hojarasca en dos sistemas con diferente uso de la tierra y actividad ganadera en Cuba. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 48(2), 181-188. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193031101016>
- Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad* (Vol. 1). M&T–Manuales y Tesis SEA. <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>
- naturalistaCo. (s.f.). *Nogal* . <https://colombia.inaturalist.org/taxa/327755-Juglans-neotropica>
- Navarro, J., Goberna, M., & Verdú, M. (2019). La facilitación entre plantas como herramienta de restauración de diversidad y funciones ecosistémicas. *Revista Ecosistemas*, 28(2), 20-31. <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/1747>
- ONF. (2013). *Guía Técnica SAF_Para la implementación de Sistemas Agroforestales (SAF) con árboles forestales maderables*. EuroDigital Comunicación. https://www.biopasos.com/biblioteca/guia_sistemas_agroforestales.pdf
- Ortega, D. (2021). *Estudio etnofarmacológico de Juglans neotropica (tocte) y sus aplicaciones en la industria*. [Tesis de grado, Universidad Central Del Ecuador]. <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/958b31b9-ca8c-4796-8b7a-532defba86a0/content>

- Osorio, N. (2009). *Microorganismos del suelo y su efecto sobre la disponibilidad y absorción de nutrientes por las plantas*. Cenicafé. https://doi.org/10.38141/10791/0003_3
- Palacios, W. (2002). *Guía para estudios de flora y vegetación: Fundación Jatun*. Sacha/Programa SUR.
- Palacios, W. (2016). *Árboles del Ecuador: Familias y Géneros*. Ibarra, Ecuador: Universidad Técnica Del Norte. https://www.researchgate.net/publication/309033735_Arboles_del_Ecuador_Familias_y_Generos
- Palomino, Y. J., & Barra, C. M. (2003). *ESPECIES FORESTALES NATIVAS CON POTENCIAL PARA REFORESTACIÓN EN LA PROVINCIA DE OXAPAMBA Y FICHAS TÉCNICAS DE LA ESPECIE DE MAYOR PRIORIDAD*. <https://docplayer.es/14487587-Especies-forestales-nativas-con-potencial-para-reforestacion-en-la-provincia-de-oxapampa-y-fichas-tecnicas-de-las-especies-de-mayor-prioridad.html>
- Parrado, A. (2007). *La dispersión de semillas: una herramienta para comprender la composición y estructura de los Bosques Amazónicos*. Fundación Tropenbos - Colombia. <http://dx.doi.org/10.13140/2.1.2731.3281>
- Parrales, J. (2022). *Efectos de los sistemas agroforestales sobre la fertilidad de los suelos del sitio Ramo Grande, parroquia La América, cantón Jipijapa*. [Tesis de grado, Universidad Estatal Del Sur De Manabí]. <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/4041/1/Parrales%20Cevallos%20Johana%20Jazm%c3%adn.pdf>
- Pazato, A., Loor, X., Osorio, A., Negrete, J., & Carrillo, W. (2020). Ecología de poblaciones y comunidades. *Revista científica Dominio De Las Ciencias*, 6(2), 474-502. <https://dx.doi.org/10.23857/dc.v6i2.1180>
- Polimono, J., & Barra, M. (2003). *Especies forestales nativas con potencial para reforestación en la provincia de oxapamba y fichas técnicas de la especie de mayor prioridad*. Programa Selva Central Oxapampa. <https://docplayer.es/14487587-Especies-forestales-nativas-con->

potencial-para-reforestacion-en-la-provincia-de-oxapampa-y-fichas-tecnicas-de-las-especies-de-mayor-prioridad.html#google_vignette

- Portillo, J. (2010). *Manual de sistemas agroforestales para el desarrollo rural sostenible*. Centro Internacional de Investigación de las Ciencias Agropecuarias. https://www.jircas.go.jp/sites/default/files/publication/manual_guideline/manual_guideline_-_42.pdf
- Proaño, B. (2021). *Sostenibilidad de la práctica agroforestal (linderos), en la zona de Intag, noroccidente del Ecuador*. [Tesis de grado, Universidad Técnica Del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10880>
- Ramírez, J., Oyos, E., & Chagna, E. (2019). Almacenamiento de carbono en plantaciones de *Juglans neotropica* Diels, con y sin asocio de *Coffea arabica* L. *Revista Ciencias y tecnología OJS*, 12(2), 73-80. <https://doi.org/10.18779/cyt.v12i2.330>
- Ramírez, M., & Enríquez, M. (2003). Riqueza y diversidad de hormigas en sistemas silvopastoriles del Valle del Cauca, Colombia. *Investigación Pecuaria para el Desarrollo Rural*, 15(1), 1-14. <https://www.lrrd.org/lrrd15/1/rami151.htm>
- Ramos, V. R., Murillo, G. O., & Gallo, L. A. (2020). Potencial de mejoramiento genético en *Juglans neotropica* Diels, a los 10 meses de edad en Tunshi, Chimborazo. *Revista KnE Engineering*, 562–575. <https://doi.org/10.18502/keg.v5i2.6278>
- Reátegui, C. (2022). *Respuesta inicial de una plantación de dos procedencias de Juglans neotropica* Diels a la fertilización aplicada en tres estratos en la “Hacienda La Florencia” del Cantón y la Provincia de Loja. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/25327>
- Recalde, J. (2022). *Diseño Agroforestal para el cultivo de café en las alturas*. [Tesis de pregrado, Universidad Internacional De Andalucía]. https://dspace.unia.es/bitstream/handle/10334/7068/1261_Recalde.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Reyes, L. (2007). *Historia de la ecología*. [Maestría en Investigación, Universidad de San Carlos de Guatemala]. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/07/07_1934.pdf
- Reynoso, R., Pérez, M., López, W., Hernández, J., Muñoz, H., Cob, J., & Reynoso, D. (2018). El nicho ecológico como herramienta para predecir áreas potenciales de dos especies de pino. *Revista mexicana de ciencias forestales*. vol.9 no.48, 9(48), 47-68. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v8i48.114>
- Rico, V. (2005). *Las interacciones ecológicas y su relación con la conservación de la biodiversidad*. Universidad de alicante. <https://rua.ua.es/dspace/handle/10045/1096>
- Roca, N., Pazos, M., & Bech, J. (2007). Disponibilidad de cobre, hierro, manganeso, zinc en suelos del NO argentino. *Revista Ciencia del suelo*, 25(1), 31-42. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672007000100005&lng=es&tlng=es.
- Rodríguez, D. (2019). *Apuntes de ecología de poblaciones*. Impresión Electrónica. <https://acfiman.org/wp-content/uploads/2023/04/Apuntes-de-Ecologia-de-Poblaciones.pdf>
- Roel, Á., & Terra, J. (2006). Muestreo de suelos y factores limitantes del rendimiento. In *Agricultura de precisión: Integrando conocimientos para una agricultura moderna y sustentable*. <https://repositorio.iica.int/handle/11324/7408>
- Rojas, F., Canessa, R., & Ramírez, J. (2004). ¿Cómo incorporar linderos de árboles maderables en cafetales? *Revista KURÚ*, 1(3), 151. <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/kuru/article/view/564>
- Rosado, F. (2014). Evolución en el manejo de los agroecosistemas. *XX Aniversario del programas de Agroecosistemas Tropicales*. Colegio de Posgraduados-Veracruz. https://www.researchgate.net/publication/296834520_EVOLUCION_EN_EL_MANEJO_DE_LOS_AGROECOSISTEMAS
- Sánchez, A., Gálvez, C., Castro, J., & Ripoll, M. (2017). *Continuación del estudio sobre plantaciones puras vs mixtas de nogal híbrido (MJ209xRa) y chopo (clon I-214)*.

- Resultados tras 4 años más de evaluación del crecimiento y desarrollo fustal.* Sociedad Española de Ciencias Forestales.
<https://7cfe.congresoforestal.es/sites/default/files/actas/7CFE01-559.pdf>
- Sánchez, F., & Pontes, A. (2011). Comprensión de conceptos de ecología y sus implicaciones para la educación ambiental. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7, 271-285. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92013009010>
- Sarandón, S., & Flores, C. (2014). *Agroecología: Bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. La Plata : Universidad Nacional de La Plata.
<https://libros.unlp.edu.ar/index.php/unlp/catalog/book/72>
- Sawyer, J. (1993). *Plantations in the Tropics Environmental Concerns*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge.
https://www.academia.edu/68994581/Plantations_in_the_Tropics_Environmental_Concern
- Simbaña, S. (2023). *Evaluación ecológica asociada a Juglans neotropica Diels, en dos agroecosistemas de la Provincia de Imbabura*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica Del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/15293>
- Soledad, V., & Campo, A. (2016). Variaciones microclimáticas en el interior y exterior del bosque de caldén (*Prosopis caldenia*), Argentina. *Revista Colombiana de Geografía*, 6(1), 37-49. doi: 10.15446/rcdg.v26n1.42372.
- Squeo, F., Cepeda, J. O., & Arroyo, M. (2006). *Interacciones ecológicas en la alta montaña del valle del elqui*. Ediciones Universidad de La Serena.
<https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/120073/Squeo-LIBRO2.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Suárez, J., Duran, E., & Rosas, G. (2015). Macrofauna edáfica asociada con sistemas agroforestales en la Amazonía Colombiana. *Acta Agronómica*, 64(3), 214-220.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169940048003>

- Toro, E., & Roldan, I. (2018). Estado del arte, propagación y conservación de *Juglans neotropica* Diels., en zonas andinas. *Madera y bosques*, 24(1), 1-15. <https://myb.ojs.inecol.mx/index.php/myb/article/view/1560/1720>
- Trejo, G. T. (2022). *Paquete tecnológico del Nogal pecanero*. Universidad Juárez del Estado de Durango. https://www.academia.edu/78892933/Manual_tecnol%C3%B3gico_del_nogal
- Ugalde, S., Romero, C., Tarango, L., & García, S. (2022). Influencia del hábitat en la diversidad de aves insectívoras en un sistema agroforestal enclavado en un Bosque Mesófilo de Montaña. *Ciencia UAT*, 16(2), 6-25. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v16i2.1529>
- Valverde, J. (2020). *Composición química de la madera de Juglans neotropica* Diels y su relación con las propiedades químicas del suelo en un ecosistema forestal de la parroquia Valladolid, provincia de Zamora Chinchipe. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/23729>
- Van, A. (2006). *Agricultura Órgánica El suelo: sus componentes físicos*. INTA. [https://www.ciaorganico.net/documypublic/498_script-tmp-inta_material_didactico_nro_01_\(1\).pdf](https://www.ciaorganico.net/documypublic/498_script-tmp-inta_material_didactico_nro_01_(1).pdf)
- Vilanova, S. A., García, T. D., & Aletà, S. N. (2011). Evaluación del crecimiento y de la producción de madera en plantaciones españolas de nogal realizadas con progenies híbridas. Resultados en fase semiadulta. *Revista Navarra Forestal*(28), 12-19. https://www.academia.edu/54204251/Evaluaci%C3%B3n_del_crecimiento_y_de_la_producci%C3%B3n_de_madera_en_plantaciones_espa%C3%B1olas_de_nogal_realizadas_con_progenies_h%C3%ADbridas
- Villa, H., Ochoa, J., & Marincic, I. (2002). Diseño de microclimático de espacios exteriores confortables y energeticamente eficientes. *Presentado en: XXVI Semana Nacional de Energía Solar*. https://www.researchgate.net/publication/304253619_Diseño_microclimático_de_espacios_exteriores_confortables_y_energeticamente_eficientes

Wardle, D., Bardgett, R. D., Klironomos, J., & Setälä, e. (2004). Ecological Linkages Between Aboveground and Belowground Biota. *Revista Science*, 304(5677), 1629-1633. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1094875>

Yamberla, L. (2017). *Sostenibilidad del asocio de árboles con cultivos en el cantón Pimampiro, norte de Ecuador*. [Tesis de grado. Universidad Técnica Del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/6419>

ANEXOS

Anexo 1

Datos de interacción flora de los árboles en linderos ubicados en Bellavista

N° Especie	N. Común	Familia	Especie	Categoría	Total, de individuos
1	Nogal	Juglandaceae	<i>Juglans neotropica</i>	R. Natural	63
2	Limón	Rutaceae	<i>Citrus limon</i>	Árbol	27
3	Kikuyo	Poaceae	<i>Pennisetum clandestinium</i>	Arvense	966
4	Cola de caballo de campo	Equisetaceae	<i>Equisetum arvense</i>	Arvense	269
5	Aguacate	Lauraceae	<i>Persea americana</i>	Árbol	2
6	Níspero japone	Rosaceae	<i>Eriobotrya Japonica</i>	Árbol	6
7	Eucalipto	Myrtaceae	<i>Eucaliptus globulus</i>	Árbol	8
				Total	1.341

Anexo 2.*Datos de interacción flora de la plantación pura ubicada en Natabuela*

N° Especie	N. Común	Familia	Especie	Categoría	Total de individuos
1	Nogal	Juglandaceae	<i>Juglans neotropica</i>	R. Natural	36
2	Mala madre	Asparagaceae	<i>Chlorophytum comosum</i>	Arvense	203
3	Kikuyo	Poaceae	<i>Pennisetum clandestinium</i>	Arvense	700
4	Trebol	Oxalidaceae	<i>Oxalis corniculata</i>	Arvense	96
5	Ateracea	Asteraceae	<i>Bidens pilosa L.</i>	Arvense	10
6	Guatilla	Cucurbitaceae	<i>Cyclanthera pedata</i>	Arvense	3
7	Cola de caballo	Equisetaceae	<i>Equisetum arvense</i>	Arvense	1
8	Ayote	Cucurbitaceae	<i>Cucurbita ficifolia</i>	Arvense	2
9	Mora de castilla	Rosaceae	<i>Rubus glaucus Benth</i>	Arbusto	3
10	Picris	Asteraceae	<i>Picris hieracioides</i>	Arvense	17
				Total	1.071

Anexo 3*Interacción fauna-Insectos en la plantación pura ubicado en Natabuela*

N° Especie	Nombre común	Orden	Familia	Especie	Total de individuos
1	Mariposa gigante	Lepidopera	Nymphalidae	<i>Caligo eurilochus</i>	6
2	Mosca de fruta	Diptera	Drosophilidae	Drosophila equinoxialis	1
3	Sapos verdaderos	Anfibio	Bufonidae	Rhinella margaritifera	1
4	Larvas	Collembola	Isotomidae	Folsomia candida	25
5	Caxo	Coleoptera	Scarabaeidae	Paulosawaya whymperi	2
6	Avispa	Hymenoptera	Vespidae	Polistes versicolor	1
7	Hormigas	Hymenoptera	Formicidae	Atta cephalotes	4
8	Araña saltadora	Artrópodo	Salticidae	Megafreya sutrix	2
				Total	42

Anexo 4*Interacción fauna-Insectos en árboles en lindero ubicado en Bellavistas*

N° Especie	Nombre común	Orden	Familia	Especie	Total, de individuos
1	Polilla minadora	Lepidopera	Gracillariidae	<i>Acrocercops brongniardella</i>	1
2	Mariposa gris	Lepidopera	Hesperiidae	<i>Gesta</i>	3
3	Mosca de fruta	Diptera	Drosophilidae	<i>Drosophila equinoxialis</i>	15
4	Larvas	Collembola	Isotomidae	<i>Folsomia candida</i>	148
5	Caxo	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Paulosawaya whymperi</i>	7
6	Avispa	Hymenoptera	Vespidae	<i>Polistes versicolor</i>	9
7	Hormigas	Hymenoptera	Formicidae	<i>Atta cephalotes</i>	15
8	Araña saltadora	Artrópodo	Salticidae	<i>Megafreya sutrix</i>	10
9	Chinche verde	Hemiptera	Pentatomidae	<i>Nezara viridula</i>	21
10	Termitas	trichoptera	Hidropsícinae	<i>Cheumatopsyche sp</i>	1
Total					230

Anexo 5*Interacción fauna-Aves en la plantación pura ubicado en Natabuela*

N° Especie	N. Común	Orden	Familia	Especie	Total, de individuos
1	Colibrí	Apodiformes	Trochilidae	<i>Colibri coruscans</i>	20
2	Gorrión	Passeriformes	Passeridae	<i>Zonotrichia capensis</i>	24
3	Tórtola	Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	1
	Alondras	Passeriformes	Alaudidae	<i>Alauda arvensis</i>	2
4	Pájaro brujo	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Molothrus bonariensis</i>	1
5	Huiracchuros	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Pheucticus chrysogaster</i>	2
				Total	50

Anexo 6*Interacción fauna-Aves en árboles en lindero pura ubicado en Bellavistas*

N° Especie	N. Común	Orden	Familia	Especie	Total, de individuos
1	Mirlo	Passeriformes	Turdidae	<i>Turlus merula</i>	2
2	Gorrión	Passeriformes	Passeridae	<i>Zonotrichia capensis</i>	13
3	Tórtolas	Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	3
4	Tucurpillas	Columbiformes	Columbidae	<i>Pheucticus chrysogaster</i>	2
5	Colibrí	Apodiformes	Trochilidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	8
6	Huiracchuros	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Pheucticus chrysogaster</i>	1
<i>Total</i>					29

Anexo 7

Toma de datos Microclimáticas de temperatura-humedad relativa fuera y dentro del predio de Bellavista (Árboles en linderos)

**Anexo 8**

Toma de datos Microclimáticas de temperatura-humedad relativa fuera y dentro del predio de Natabuela (Plantación pura)



Anexo 9

Elaboración de transectos en el sistema de árboles en lindero (Bellavista)

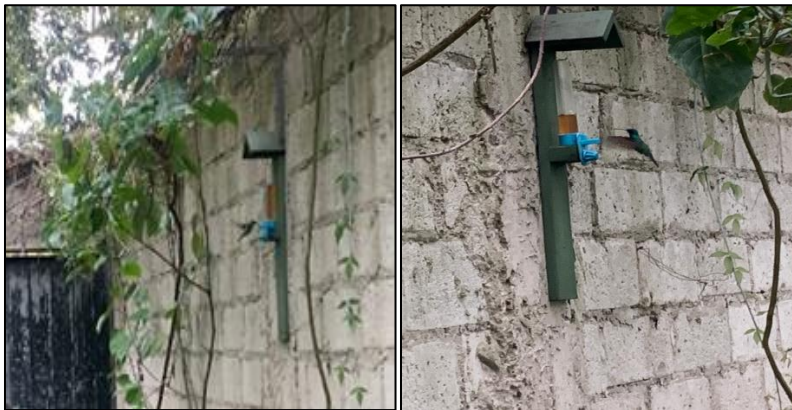
**Anexo 10**

Elaboración de parcelas en el sistema de plantación pura (Natabuela)



Anexo 11

Avistamiento de aves en el sistema de Plantación pura (Natabuela) y de árboles en linderos en (Bellavista)

**Anexo 12**

Instalación de trampas Pitfall en los dos sistemas de estudio (plantación pura) y (árboles en lindero).



Anexo 13

Análisis de especies de insectos en el laboratorio de entomología de la UTN


**Anexo 14**

Recolección y almacenaje de las muestras de tierra dentro y fuera de los sistemas de plantación pura (Natabuela) y árboles en lindero (Bellavista)



Anexo 15

Resultados de laboratorio de las muestras de tierras del sistema de plantación pura dentro y fuera del lugar. Predio de Bellavista dentro de (árboles en lindero).



LABONORT

LABORATORIOS NORTE
Av. Cristobal de Troya 4-93 y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050


REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<p>DATOS DE PROPIETARIO Nombre: ARIAGNA GONZALÓN Ciudad: Ibarra Teléfono: 0979683943 Fax:</p>	<p>DATOS DE LA PROPIEDAD Provincia: Imbabura Cantón: Ibarra Parroquia: San Antonio Sitio: Bellavista</p>
<p>DATOS DEL LOTE Sitio: Bellavista Superficie: Número de Campo: M2. San Antonio Cultivo Actual: Cítricos (3años) A Cultivar:</p>	<p>DATOS DE LABORATORIO Nro Reporte.: 11773 Tipo de Análisis: Completo Muestra: Suelo. San antonio Fecha de Ingreso: 2024-01-15 Fecha de Reporte: 2024-01-18</p>

Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION
N	37.50	ppm	
P	18.63	ppm	
S	4.65	ppm	
K	0.62	meq/100 ml	
Ca	9.20	meq/100 ml	
Mg	3.97	meq/100 ml	
Zn	3.10	ppm	
Cu	7.33	ppm	
Fe	42.12	ppm	
Mn	4.86	ppm	
B	0.60	ppm	
pH	7.02		
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml	
Al		meq/100 ml	
Na		meq/100 ml	
Ce	0.340	mS/cm	
MO	2.03	%	

Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	%	ppm	(%)	Clase Textural		
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	CI	Arena	Limo	Arcilla
2.32	6.40	21.24	13.79					


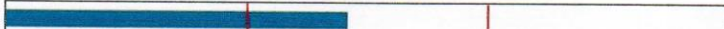





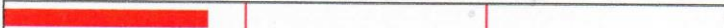







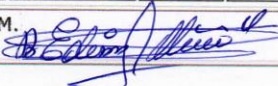
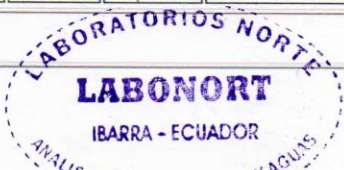
Dr. Quim. Edison M. Miño M.
Responsable Laboratorio



LABONORT
IBARRA - ECUADOR
ANÁLISIS QUÍMICOS SUELOS Y AGUAS


Anexo 16

Resultados laboratorio Bellavista fuera del predio de árboles en lindero

LABONORT									
 <p>LABORATORIOS NORTE Av. Cristobal de Troya 4-93 y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050</p>									
REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS									
DATOS DE PROPIETARIO Nombre: ARIAGNA GONZALÓN Ciudad: Atuntaqui Teléfono: 0979683943 Fax:	DATOS DE LA PROPIEDAD Provincia: Imbabura Cantón: Antonio Ante Parroquia: Atuntaqui Sitio: Natabuela								
DATOS DEL LOTE Sitio: Natabuela Superficie: Número de Campo: M1: Natabuela Cultivo Actual: A Cultivar: Aguacate	DATOS DE LABORATORIO Nro Reporte.: 11772 Tipo de Análisis: Completo Muestra: Suelo Natabuela Fecha de Ingreso: 2024-01-15 Fecha de Reporte: 2024-01-18								
Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION						
N	42.50	ppm							
P	15.00	ppm							
S	5.75	ppm							
K	0.95	meq/100 ml							
Ca	8.90	meq/100 ml							
Mg	2.45	meq/100 ml							
Zn	2.53	ppm							
Cu	3.72	ppm							
Fe	39.16	ppm							
Mn	4.36	ppm							
B	1.06	ppm							
pH	7.26								
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml							
Al		meq/100 ml							
Na		meq/100 ml							
Ce	0.440	mS/cm							
MO	3.03	%							
Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	%	ppm	Clase Textural				
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
3.63	2.58	11.95	12.30						
Dr. Quim. Edison M. Miño M. Responsable Laboratorio					 				

Anexo 17

Resultados laboratorio Predio de Natabuela dentro de la (Plantación pura)



LABONORT

LABORATORIOS NORTE
Av. Cristobal de Troya 4-93 y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

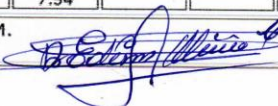
REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

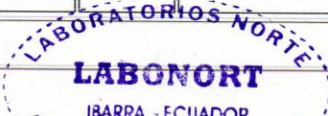
DATOS DE PROPIETARIO Nombre: ARIAGNA GONZALÓN Ciudad: Ibarra Teléfono: 0779683943 Fax:	DATOS DE LA PROPIEDAD Provincia: Imbabura Cantón: Ibarra Parroquia: San Antonio Sitio: Bellavista
DATOS DEL LOTE Sitio: Bellavista Superficie: Número de Campo: M1: Bellavista Cultivo Actual: Aguacate (10años) A Cultivar:	DATOS DE LABORATORIO Nro Reporte.: 11807 Tipo de Análisis: Completo Muestra: Suelo, Bellavista Fecha de Ingreso: 2024-01-10 Fecha de Reporte: 2024-01-15

Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION
N	33.75	ppm	
P	6.82	ppm	
S	2.00	ppm	
K	0.36	meq/100 ml	
Ca	5.50	meq/100 ml	
Mg	1.68	meq/100 ml	
Zn	3.25	ppm	
Cu	5.49	ppm	
Fe	46.35	ppm	
Mn	5.36	ppm	
B	0.27	ppm	
pH	7.26		
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml	
Al		meq/100 ml	
Na		meq/100 ml	
Ce	0.160	mS/cm	
MO	1.01	%	

Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	Rrm	Clase Textural		
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla
3.27	4.67	19.94	7.54					

Dr. Quim. Edison M. Miño M. Responsable Laboratorio






LABONORT
IBARRA - ECUADOR

Anexo 18

Resultados laboratorio Natabuela fuera del predio de plantación pura














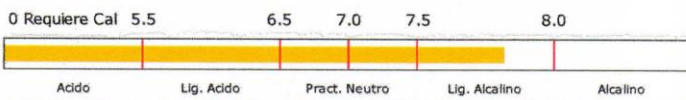

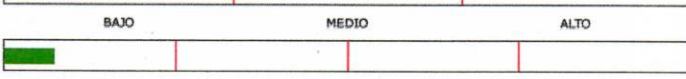

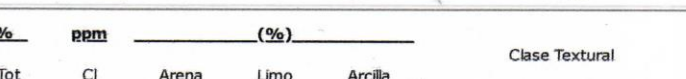
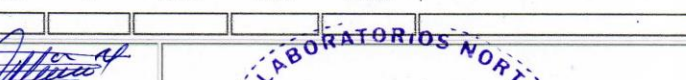
LABONORT

LABORATORIOS NORTE
Av. Cristobal de Troya 4-93 y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

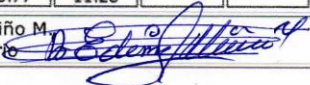
REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DE PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD	
Nombre: ARIAGNA GONZALÓN		Provincia: Imbabura	
Ciudad: Atuntaquí		Cantón: Antonio Ante	
Teléfono: 0997683943		Parroquia: Andrade Marín	
Fax:		Sitio: Natabuela	

DATOS DEL LOTE		DATOS DE LABORATORIO	
Sitio: Natabuela		Nro Reporte.: 11806	
Superficie:		Tipo de Análisis: Completo	
Número de Campo: M1: Natabuela		Muestra: Suelo, Natabuela	
Cultivo Actual: Aguacate (10años)		Fecha de Ingreso: 2024-01-10	
A Cultivar:		Fecha de Reporte: 2024-01-15	

Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION
N	53.75	ppm	
P	130.41	ppm	
S	25.50	ppm	
K	0.13	meq/100 ml	
Ca	9.11	meq/100 ml	
Mg	2.04	meq/100 ml	
Zn	2.65	ppm	
Cu	6.75	ppm	
Fe	26.56	ppm	
Mn	3.50	ppm	
B	0.86	ppm	
pH	7.82		
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml	
Al		meq/100 ml	
Na		meq/100 ml	
Ce	0.570	mS/cm	
MO	1.76	%	

Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	(%)	Clase Textural		
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
4.47	15.69	85.77	11.28						

Dr. Quim. Edison M. Miño M. 

Responsable Laboratorio

