



# Universidad Nacional Autónoma de Chota

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Unidad de Investigación

RESOLUCIÓN DE COORDINACIÓN N° 251-2025-FCA/UNACH

“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”



## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Director de la Unidad de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, **hace constar** que la tesis de investigación Titulada “Reserva de carbono de la biomasa aérea de la familia Lauraceae en el bosque montano La Palma, Chota”; desarrollado por el Bachiller **Videlmo Yrigoin Bustamante** de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental, **asesorado por el M Sc. Jim Jairo Villena Velázquez**; presenta un **ÍNDICE DE SIMILITUD DEL 10%**, sin incluir bibliografía; por lo tanto, cumple con el criterio de evaluación de originalidad establecido en el REGLAMENTO DE GRADOS Y TÍTULOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA aprobado mediante RESOLUCIÓN DE COMISIÓN ORGANIZADORA N°120-2022-UNACH.

Se expide la presente, a petición de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

Chota, 19 de junio de 2025.

Atentamente

**M.Sc. Jim Jairo Villena Velázquez**

**Director de la unidad de investigación de la escuela profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental**

# Vidélmo Yrigoin Bustamante

## Yrigoin Bustamante Vidélmo



Vidélmo Yrigoin Bustamante



Vidélmo Yrigoin Bustamante



Universidad Nacional Autónoma de Chota

### Detalles del documento

Identificador de la entrega **trn:oid:::1:3280092941**

Fecha de entrega

**18 jun 2025, 9:58 p.m. GMT-5**

Fecha de descarga

**18 jun 2025, 10:14 p.m. GMT-5**

Nombre de archivo

**Informe\_final\_de\_tesis\_VYB.docx**

Tamaño de archivo

**15.8 MB**

**78 Páginas**

**15.734 Palabras**

**87.919 Caracteres**




# 10% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

## Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Coincidencias menores (menos de 12 palabras)

## Fuentes principales

- 9%  Fuentes de Internet
- 3%  Publicaciones
- 5%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Marcas de integridad

### N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

### Fuentes principales

- 9% Fuentes de Internet
- 3% Publicaciones
- 5% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

### Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	repositorio.unach.edu.pe	4%
2	Internet	repositorio.unc.edu.pe	<1%
3	Trabajos del estudiante	uncedu	<1%
4	Internet	hdl.handle.net	<1%
5	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Autonoma de Chota	<1%
6	Internet	revistas.udistrital.edu.co	<1%
7	Internet	obtienearchivo.bcn.cl	<1%
8	Internet	www.coursehero.com	<1%
9	Internet	es.scribd.com	<1%
10	Internet	cdn.www.gob.pe	<1%
11	Internet	repositorio.autonoma.edu.pe	<1%

12	Publicación	Chauca Giron, Evelyn Eva. "Desarrollo morfosintactico segun el sexo, la edad y el ...	<1%
13	Internet	www.eeq.com.ec:8080	<1%
14	Publicación	Alanoca Luque, Ernesto. "Didáctica dialógica en el desarrollo del pensamiento crí...	<1%
15	Internet	repositorio.geotech.cu	<1%
16	Internet	repositorio.upsc.edu.pe	<1%
17	Trabajos del estudiante	Universidad del Istmo de Panamá	<1%
18	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo	<1%
19	Internet	edepot.wur.nl	<1%
20	Internet	repositorio.uladech.edu.pe	<1%
21	Internet	repositorio.upagu.edu.pe	<1%
22	Internet	ecobiodiversidad.pireca.com	<1%
23	Internet	repositorio.puce.edu.ec	<1%
24	Internet	unach.edu.pe	<1%
25	Internet	www.mordorintelligence.com	<1%

26	Publicación	M.J. Quinones, D.H. Hoekman. "Exploration of Factors Limiting Biomass Estimatio...	<1%
27	Internet	journalalphacentauri.com	<1%
28	Internet	publications.iadb.org	<1%
29	Internet	repositorio.ucsm.edu.pe	<1%
30	Internet	repositorio.upao.edu.pe	<1%
31	Internet	www.repositorio.unach.edu.pe	<1%
32	Publicación	ERM PERU S.A.. "EIA del Proyecto de Perforación de Pozos Exploratorios, Pozos de ...	<1%
33	Internet	ouci.dntb.gov.ua	<1%
34	Internet	repositorio.unemi.edu.ec	<1%
35	Internet	www.researchgate.net	<1%

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y AMBIENTAL**



**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**  
Tecnologías limpias y cambio climático

**TESIS PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO FORESTAL  
Y AMBIENTAL**

Reserva de carbono de la biomasa aérea de la familia Lauraceae en el bosque montano  
La Palma, Chota.

**AUTOR**  
Videlmo Yrigoín Bustamante

**ASESOR**  
M Sc. Jim Jairo Villena Velázquez

**CHOTA – PERÚ**

**MAYO**

**2025**

Una firma manuscrita en tinta azul que dice "Jim Jairo Villena Velázquez".

**Ing. Jim Jairo Villena Velázquez**  
**Docente EPIFA**

## Acta de sustentación de tesis



Universidad Nacional Autónoma de Chota  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS



Anexo 01:

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

REG. N° 020-2025-FCA/UNACH

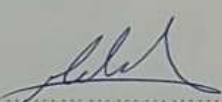
Siendo las 11 horas, del día 23 de abril de 2025, los miembros del Jurado de Tesis titulada: **Reserva de carbono de la biomasa aérea de la familia Lauraceae en el bosque montano La Palma, Chota**, integrado por:


1. Mtr. Denisse Milagros Alva Mendoza. Presidente
2. Dr. Marco Antonio Añaños Bedriñana. Secretario
3. M. Sc. Yuli Anabel Chávez Juanito. Vocal

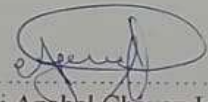
Sustentada de manera presencial, por **Videlmo Yrigoin Bustamante**, con la finalidad de obtener el Título Profesional de Ingeniero Forestal y Ambiental.

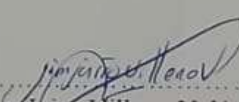
Terminada la sustentación, con las preguntas formuladas por los integrantes del Jurado y las respuestas otorgadas por el graduando, luego de deliberar, acuerda aprobar la tesis, por unanimidad; calificándola con la nota de: 14 (Catorce), se eleva la presente Acta al Coordinador de la Facultad de Ciencias Agrarias, a fin de que se le declare EXPEDITO para conferirle el correspondiente título profesional

Colpa Matara, 23 de abril del 2025

  
Mtr. Denisse Milagros Alva Mendoza.  
Presidente

  
Dr. Marco Antonio Añaños Bedriñana  
Secretario

  
M. Sc. Yuli Anabel Chávez Juanito.  
Vocal

  
M. Sc. Jim Jairo Villena Velásquez  
Asesor

## **Dedicatoria**

A Dios, fuente de sabiduría y fortaleza, por guiar mis pasos y permitirme alcanzar este logro. Agradezco su infinita bondad y el don de la vida. A mis padres, José Alcides Yrigoin Campos, Yolanda Bustamante Ramírez pilares fundamentales en mi camino. Su amor incondicional, apoyo constante y sabios consejos me han impulsado a seguir adelante y superar cada obstáculo. Dedico este triunfo a su invaluable sacrificio y dedicación. A mis hermanos, por su cariño, compañía y apoyo moral en los momentos difíciles. Su presencia ha sido una fuente de motivación y aliento durante mi formación. A mis amigos y compañeros de estudios, por compartir conmigo sus conocimientos, experiencias y amistad. Su apoyo ha sido fundamental para alcanzar mis objetivos y crecer como persona.

### **Agradecimientos**

A mis asesores al M Sc. Jim Jairo Villena Velásquez y M Sc. Gustavo Adolfo Martínez Sovero, por su invaluable conocimiento, paciencia y dedicación fueron fundamentales para la culminación de este trabajo. Su profesionalismo y guía me permitieron superar los desafíos y alcanzar los objetivos propuestos.

.

## Índice de contenidos

	Pág.
Índice de tablas.....	13
Índice de figuras.....	14
CAPÍTULO I.....	17
INTRODUCCIÓN .....	17
1.1 Planteamiento del problema .....	17
1.2 Formulación del problema .....	21
1.2.1 Problema general.....	21
1.3 Justificación.....	21
1.4 Objetivos .....	22
1.4.1 Objetivo general.....	22
1.4.2 Objetivos específicos .....	22
CAPÍTULO II. ....	23
MARCO TEÓRICO.....	23
2.1 Antecedentes .....	23
2.2 Bases teóricas-científicas .....	28
2.2.1 Bosque montano .....	28
2.2.1.1 Importancia de los bosques montanos .....	29
2.2.2 Reserva de carbono.....	29
2.2.3 Metodologías de estimar la biomasa .....	30
2.2.4 Biomasa aérea.....	30
2.2.5 Familia Lauraceae.....	31
2.2.6 Diversidad.....	32
2.2.7 Métodos de determinación de la biomasa aérea.....	32
2.2.7.1 Método destructivo .....	32
2.2.7.2 Método no destructivo .....	32
2.2.8 Ecuación alométrica .....	33
2.3 Definición de conceptos .....	33
2.3.1 Ecuación alométrica .....	33
2.3.2 Taxonomía.....	34
2.3.3 Muestra .....	34
2.3.4 Género.....	34
2.3.5 Hábitat.....	34
2.3.6 Densidad de la madera .....	34

2.3.7	<i>Árbol</i> .....	35
2.4	Hipótesis.....	35
2.5	Operacionalización de variables.....	35
CAPÍTULO III.....		36
MARCO METODOLÓGICO.....		36
3.1	Tipo y nivel de investigación.....	36
3.1.1	Tipo de investigación.....	36
3.1.2	Nivel de investigación.....	36
3.2	Diseño de la investigación.....	36
3.3	Métodos de investigación.....	37
3.4	Población, muestra y muestreo.....	43
3.4.1	Población.....	43
3.4.2	Muestra.....	43
3.4.3	Muestreo.....	44
3.5	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	44
3.5.1	Técnicas de recolección de datos.....	44
3.5.2	Instrumentos de recolección de datos.....	45
3.6	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	45
3.6.1	Técnicas de procesamiento.....	45
3.6.2	Análisis de datos.....	45
3.7	Aspectos éticos.....	46
CAPÍTULO IV.....		47
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		47
4.1	Densidad de la familia Lauraceae.....	47
4.2	<i>Diversidad y estructura de la familia Lauraceae</i> .....	47
4.3	Biomasa aérea de la familia Lauraceae.....	50
4.4	Discusión de resultados.....	54
4.5	Contratación de hipótesis.....	58
CAPÍTULO V.....		61
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		61
CAPÍTULO VI.....		63
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		63

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Tipos de ecuaciones de regresión.....	33
<b>Tabla 2</b> Matriz de operacionalización de variables .....	35
<b>Tabla 3</b> Abundancia de especies por hectárea en el bosque montano La Palma.....	48
<b>Tabla 4</b> Índice de valor de importancia de las especies de la familia Lauraceae en el bosque montano La Palma.....	50
<b>Tabla 5</b> <i>Estadísticos descriptivos del DAP y altura</i> .....	51
<b>Tabla 6</b> <i>Biomasa aérea de la familia Lauraceae en el bosque montano La Palma</i> .....	52
<b>Tabla 7</b> <i>Reserva de carbono de la familia Lauraceae en el bosque montano La Palma</i> .....	53
<b>Tabla 8</b> <i>Biomasa aérea y reserva de carbono por especie de la Lauraceae en el bosque montano La Palma</i> .....	53
<b>Tabla 9</b> <i>Contratación de hipótesis</i> .....	59
<b>Tabla 10</b> Matriz de consistencia.....	76

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> Localización del área de estudio. ....	38
<b>Figura 2</b> Densidad de la familia Lauraceae (ind parcela) en el bosque montano La Palma .....	47
<b>Figura 3</b> Abundancia relativa de especies por hectárea en el bosque montano La Palma .....	48
<b>Figura 4</b> Frecuencia relativa de las especies de la familia Lauraceae en el bosque montano La Palma .....	49
<b>Figura 5</b> Dominancia relativa de las especies de la familia Lauraceae en el bosque montano La Palma .....	49
<b>Figura 6</b> <i>IVI (100%) familia Lauraceae en el bosque montano La Palma</i> .....	50
<b>Figura 7</b> Descripción de las variables dasométricas.....	51
<b>Figura 8</b> Instrumento de recolección de datos .....	77
<b>Figura 9</b> Equipos necesarios para realización de la investigación .....	78
<b>Figura 10</b> Establecimiento de las parcelas de muestreo .....	78
<b>Figura 11</b> Identificación de especies de la familia Lauraceae.....	79
<b>Figura 12</b> Recolección de muestras botánicas de la familia Lauraceae. ....	79
<b>Figura 13</b> Etiquetado de especies de la familia Lauraceae.....	80
<b>Figura 14</b> Medición de las variables dasométricas de la familia Lauraceae .....	80
<b>Figura 15</b> Registro de las variables dasométricas de la familia Lauraceae .....	81
<b>Figura 16</b> Pegado de muestras de la familia Lauraceae en cartulina de (40*30cm) ....	81
<b>Figura 17</b> Muestra 01: Especie <i>Persea sp1</i> de la familia Lauraceae. ....	82
<b>Figura 18</b> Muestra 02: Especie <i>nectandra lineata kunth</i> de la familia Lauraceae. ....	83
<b>Figura 19</b> Muestra 03: Especie <i>ocotea argyrophylla ducke</i> de la familia Lauraceae. ...	84

## Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la reserva de carbono en la biomasa aérea de la Familia Lauraceae en el bosque montano la Palma, Chota. Se establecieron seis parcelas de 0,1 ha cada una en el área de estudio, se registraron todos los individuos con un diámetro a la altura del pecho ( $DAP \geq 10$  cm) con forcípula y altura de los árboles con hipsómetro. Mediante la fórmula  $Y = \exp(-2,977 + \ln(\rho D^2 H)) * 0,5$  se determinó que la familia Lauraceae en las parcelas evaluadas almacenan un total de 2263 kg de carbono, con un promedio de  $3,77 \text{ t ha}^{-1}$ . La parcela P6 presentó la mayor reserva de carbono total (0,419 t C), mientras que la parcela P3 se reportó la menor (0,095 t C). En la especie *Nectandra lineata* presentó mayor biomasa aérea (1,27 t) y la mayor reserva de carbono (0,64 t C), seguido de *Persea* sp1 con una biomasa aérea intermedia (0,47 t) y una reserva de carbono de (0,23 t C) y *Ocotea argyrophylla* presentó la menor biomasa aérea (0,28 t) y la menor reserva de carbono (0,14 t C). Se concluye que la familia Lauraceae posee una reserva de carbono en su biomasa aérea superior a (80 t C ha).

**Palabras clave:** Biomasa, Densidad, Diversidad, Lauraceae, Reserva de carbono.

## Abstract

The objective of this research was to determine the carbon reserve in the aboveground biomass of the Lauraceae Family in the montane forest of La Palma, Chota. Six plots of 0.1 ha each were established in the study area, all individuals with a diameter at breast height (DBH  $\geq$  10 cm) with caliper and tree height were recorded with a hypsometer. Using the formula  $Y = \exp(-2.977 + \ln(\rho D^2 H)) * 0.5$ , it was determined that the Lauraceae family in the evaluated plots stored a total of 2263 kg of carbon, with an average of 3,77 t ha<sup>-1</sup>. Plot P6 presented the highest total carbon reserve (0,419 t C), while plot P3 reported the lowest (0.095 t C). The species *Nectandra lineata* presented the highest aerial biomass (1.27 t) and the largest carbon reserve (0.64 t C), followed by *Persea* sp1 with an intermediate aerial biomass (0.47 t) and a carbon reserve of (0.23 t C) and *Ocotea argyrophylla* presented the lowest aerial biomass (0.28 t) and the lowest carbon reserve (0.14 t C). It is concluded that the Lauraceae family has a carbon reserve in its aerial biomass greater than (80 t C ha).

**Keywords:** Biomass, Density, Diversity, Lauraceae, Carbon reserve.

# CAPÍTULO I.

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 Planteamiento del problema

La familia Lauraceae juega un papel constante en estos ecosistemas montanos, y frecuentemente se sitúa entre las familias más variadas y con mayor relevancia ecológica. En China 99 especies pertenecientes a esta familia han sido catalogadas como amenazadas, principalmente por la sobreexplotación y la desaparición de hábitats, y 13 se incorporaron a la Lista Nacional de Plantas Silvestres Protegidas Clave (Tan *et al.*, 2023).

Esta familia también es importante en los bosques andinos, contribuyendo a servicios ecosistémicos como el secuestro de carbono (Díaz *et al.*, 2023). En Colombia, Lauraceae se encuentra entre las familias más diversas en los bosques montañosos. Los puntos críticos de biodiversidad para Lauraceae se superponen con zonas de transición entre tipos de vegetación, lo que resalta la importancia de estas áreas para la conservación, los factores climáticos influyen significativamente en los patrones de distribución de Lauraceae, con mayor diversidad en condiciones más cálidas y húmedas (Zhou *et al.*, 2023). Los esfuerzos de conservación son cruciales, ya que muchas especies de Lauraceae están amenazadas debido a la sobreexplotación y la pérdida de hábitat (Tan *et al.*, 2023). Las masas forestales de los bosques montanos en el mundo son una importante fuente de reserva de carbono (Torres *et al.*, 2023). Sin embargo, la cobertura forestal mundial está disminuyendo a un ritmo alarmante (Mazlan *et al.*, 2023). Según Tubiello *et al.* (2021) la superficie forestal mundial disminuyó un 12% entre 1990 y 2020. Esta disminución se debe a una variedad de factores, incluido el crecimiento demográfico, la tala ilegal y la

expansión de las áreas forestales. La agricultura ha vuelto vulnerables a las familias de plantas de los bosques de montaña y ha destruido sus hábitats (Estoque *et al.*, 2022).

Los bosques montanos son una fuente importante de almacenamiento de carbono, por lo que protegerlos es crucial para ayudar a mitigar el cambio climático (Alavi *et al.*, 2022).

Al estimar las reservas de carbono en la biomasa aérea de estos bosques, se puede obtener información relevante para planificar acciones de conservación y restauración forestal (Thrippleton *et al.*, 2023). Los bosques tienen influencia en la calidad de vida de la población mundial, ya que proveen servicios ecosistémicos, como la reserva de carbono, regularizan el clima, suministran el recurso hídrico, conservan los suelos, además proporcionan productos forestales (Mwaluseke *et al.*, 2023). Estos múltiples beneficios constituyen gran potencial para el desarrollo de los países, pero a pesar de estos beneficios ambientales, no existe una buena gestión a fin de conservarlos (Xi *et al.*, 2023).

A nivel mundial la familia Lauraceae es una de las familias más importantes en términos de almacenamiento de carbono en la biomasa aérea de los bosques montanos (Pinto *et al.*, 2023). En general, las estimaciones de la reserva de carbono de la biomasa aérea de la familia Lauraceae en los bosques montanos oscilan entre el 20% y el 40% (Buragohain *et al.*, 2023). Sin embargo, es importante tener en cuenta que estas estimaciones son solo promedios, y que el porcentaje de carbono almacenado por la familia Lauraceae puede variar en función de la ubicación, el tipo de bosque y las condiciones ambientales (Aosanen *et al.*, 2023).

América Latina cuenta con 663 millones de hectáreas de bosques montanos, que son una importante fuente de almacenamiento de carbono (Vancine *et al.*, 2023). Por lo tanto, la conservación de estos bosques es fundamental para ayudar a mitigar el cambio climático (Thrippleton *et al.*, 2023). Al estimar la reserva de carbono de la biomasa aérea en estos bosques, se puede obtener información valiosa para la planificación de acciones de

conservación y restauración forestal (Aosanen *et al.*, 2023). La Familia Lauraceae es una importante fuente de almacenamiento de carbono en los bosques montanos, en Colombia el bosque montano de la Sierra Nevada de Santa Marta, se encontró que la familia Lauraceae almacena 38,98 t/ha de biomasa aérea, lo que representa el 19,49 t/ha de carbono (Velásquez, 2015), de la misma manera, en México en el bosque montano de la Reserva de la Biósfera de Los Tuxtlas, se encontró que la familia Lauraceae almacenó 128,25 t/ha de biomasa aérea, representando el 14,13 t/ha de carbono (Gordillo *et al.*, 2020); cifras que demuestran que la familia Lauraceae es una de las familias más importantes en términos de almacenamiento de carbono en estos ecosistemas. Por lo tanto, la conservación de los bosques montanos y de la familia Lauraceae es fundamental para ayudar a mitigar el cambio climático.

El Perú tiene alrededor de 1,3 millones de hectáreas de bosques montanos. Esto representa aproximadamente el 2% de la superficie forestal del país (Aragón *et al.*, 2021), que albergan una gran diversidad de plantas y animales, y desempeñan un papel importante en la regulación del clima, la provisión de agua y la protección de la biodiversidad (More *et al.*, 2022). Sin embargo, los bosques montanos del Perú están amenazados por la deforestación, la degradación y el cambio climático (Bax *et al.*, 2021). La deforestación es la principal amenaza, y se estima que se pierde alrededor de 100 000 ha de bosques montanos cada año en el país (Aquino *et al.*, 2019).

Los bosques montanos son ecosistemas frágiles que conservan gran complejidad de diversidad vegetal (More *et al.*, 2022). El alto grado de fragilidad a los cambios climáticos, la dinámica de los cambios de cobertura y del uso del suelo, demanda tomar acciones de conservación, no solo por su riqueza biológica, sino porque cumplen un rol importante en la generación de servicios ecosistémicos (Aquino *et al.*, 2019). Dentro de la diversidad de estos bosques existe especies que pertenecen a las familias Lauraceae,

*Melastomataceae, Rubiaceae, Clethraceae, Myrtaceae*, las cuales por sus características tienen gran potencial de almacenamiento de carbono en la biomasa y el suelo, en comparación con la vegetación de otros ecosistemas forestales (Llerena, 2023).

La familia Lauraceae es un taxón muy habitual en los bosques montanos del Norte del Perú, principalmente del departamento de Cajamarca (Huamán, 2022). Tiene gran importancia económica y ecológica, son decorativos, plantas aceiteras, condimentos, propiedades medicinales, maderables, importancia ecológica y sirve de hábitat para otras especies de flora y fauna (Campos, 2020).

Los bosques altoandinos y húmedales desempeñan un papel crucial en la captura de carbono y mitigación del cambio climático. Los bosques montanos de neblina en Perú muestran alta eficiencia en el secuestro de carbono. Por ello, la investigación sobre el carbono en los ecosistemas es fundamental para comprender y abordar los desafíos ambientales más urgentes de nuestro tiempo.

La provincia de Chota alberga fragmentos de bosque montano, entre los que destaca el bosque montano de la palma, situado a 12 km al noroeste de la ciudad de Chota (Burga-Cieza *et al.*, 2020). Este ecosistema es de vital importancia para la conservación de la biodiversidad local, ya que alberga numerosas especies de flora y fauna amenazadas. Además, su vegetación contribuye significativamente a la mitigación del cambio climático al absorber los gases de efecto invernadero. Generar información básica sobre este bosque resulta fundamental para sustentar futuras investigaciones y garantizar su protección a largo plazo.

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema general**

¿Cuál es la reserva de carbono de la biomasa aérea de la familia Lauraceae en el bosque montano la Palma, Chota?

### **1.2.2 Problemas específicos**

¿Cuál es la densidad poblacional de la familia Lauraceae en el bosque montano la Palma Chota?

¿Cuál es la biomasa aérea de la familia Lauraceae en el bosque montano la Palma, Chota?

¿Cuál es la diversidad y estructura de la familia Lauraceae en el bosque montano la Palma, Chota?

## **1.3 Justificación**

La familia Lauraceae tiene alrededor de 2000 a 2500 especies y 45 géneros, incluidos árboles y arbustos, distribuidos en zonas tropicales y subtropicales, pero principalmente en el sudeste asiático tropical y América tropical (Farias *et al.*, 2023). Algunas especies también están sobreexplotadas por su madera u otros productos. Es un grupo importante de plantas que brinda una variedad de beneficios a los humanos y al medio ambiente. Sin embargo, muchas especies de Lauraceae están amenazadas por las actividades humanas. Ante ello, se necesitan esfuerzos de conservación para proteger estas especies y garantizar su supervivencia para las generaciones futuras (Xavier *et al.*, 2021).

La investigación de la reserva de carbono de la biomasa aérea de la familia Lauraceae es una iniciativa importante que contribuye a la conservación de los bosques montanos de América Latina y a la mitigación del cambio climático (Da Silva *et al.*, 2023). La familia Lauraceae es *una* fuente importante de alimento, refugio y hábitat para una gran variedad

de plantas (Xavier *et al.*, 2021). Es una de las familias que más carbono almacena (Tellez *et al.*, 2020). La investigación de la reserva de carbono de la biomasa aérea de la familia Lauraceae en el bosque montano la Palma, contribuirá a comprender mejor la importancia de esta familia para el almacenamiento de carbono y, por lo tanto, para la mitigación del cambio climático.

Los estudios sobre estimación de la capacidad de almacenamiento de carbono en los bosques montanos del norte del Perú, y específicamente Chota, son escasos, y la información aún más limitada en la familia Lauraceae. Ello despertó el interés de la investigación y se consideró necesario realizar estudios sobre este tema basándose en experiencias alcanzadas en anteriores investigaciones. Los resultados obtenidos son fuente de información para las futuras investigaciones, políticas, estrategias y gestión de recursos naturales que se puedan implementar a fin de conservar estos ecosistemas.

## **1.4 Objetivos**

### ***1.4.1 Objetivo general***

Determinar la reserva de carbono en la biomasa aérea de la Familia Lauraceae en el bosque montano la Palma, Chota.

### ***1.4.2 Objetivos específicos***

Establecer la densidad poblacional de la familia Lauraceae en el bosque montano la Palma, Chota.

Estimar la biomasa aérea de la familia Lauraceae en el bosque montano la Palma, Chota.

Evaluar la diversidad y estructura de la familia Lauraceae en el bosque montano la Palma, Chota.

## CAPÍTULO II.

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes

Pinto *et al.* (2023) evaluaron las reservas de carbono superficial y la productividad de bosques secundarios en Ecuador. Para lo cual instalaron 17 parcelas de 0,36 ha, donde midieron todos los árboles con ( $DAP \geq 5$  cm). Para estimar el carbono mediante el método destructivo. Lograron inventariar 7432 árboles, distribuidos en 82 familias, 205 géneros y 432 especies; las familias más abundantes fueron Lauraceae (32 spp.), Melastomataceae (31 spp.), Rubiaceae (29 spp.), Fabaceae (26 spp.) y Moraceae (26 spp.), determinaron que la altura de los árboles a lo largo de la gradiente altitudinal fue de  $11,3 \pm 1,7$  m, el carbono osciló de  $76,3 \pm 24,4$  Mg C ha<sup>-1</sup>. Concluyeron que la diversidad, estructura forestal y los rasgos foliares se relacionan directamente con la cantidad de las reservas de C.

Aosanen *et al.* (2023) evaluaron la composición de la comunidad vegetal y reservas de carbono de un bosque de reserva comunitaria en la India. Establecieron 15 parcelas de 0,04 ha, para árboles ( $DAP \geq 10$  cm). Para estimar la biomasa y carbono se realizó mediante ecuaciones alométricas. Dentro de cada parcela de 20 m x 20 m donde se anidaron dos subparcelas de 5 m x 5 m para arbustos y cuatro subparcelas de 1 m x 1 m para hierbas. Como resultados reportaron que en la primera parcela lograron identificar 31 árboles, 18 arbustos y 22 hierbas y en la segunda parcela 22 árboles, 25 arbustos y 24 hierbas, las familias dominantes de árboles, arbustos y hierbas fueron: Lauraceae y Moraceae, Rosaceae, Urticaceae, Leguminosae y Zingiberaceae, respectivamente. Concluyeron que la biomasa de las dos zonas de estudio fue de 327 Mg ha<sup>-1</sup>.

Dilas *et al.* (2023) evaluaron la estructura de los bosques de neblina en el Perú, resaltando su alta biodiversidad. El estudio reveló que la familia Lauraceae como el grupo taxonómico más diverso, con un registro de 25 especies. Como resultados la importancia de las lauráceas en los ecosistemas montanos peruanos. Los géneros más abundantes fueron *Cyathea* y *Miconia*, aunque *Ocotea* (Lauraceae) destacó entre los árboles. La familia Lauraceae, con sus 15 especies registradas, evidencia su papel fundamental en la estructura y dinámica del bosque. Concluyeron la necesidad de conservar estos ecosistemas únicos y frágiles, dada su alta diversidad y el papel ecológico que desempeñan las lauráceas.

Tolangay y Moktan (2022) evaluaron las reservas de carbono en los bosques subtropicales de Darjeeling en la India, para el desarrollo de la investigación establecieron parcelas de (20 m x 20 m), de manera aleatoria, donde se utilizaron la densidad de los árboles, clase diamétrica y el área basal para evaluar los atributos estructurales de los árboles forestales. Como resultados reportaron que el índice de diversidad de Shannon, la concentración de dominancia, el índice de uniformidad y el índice de riqueza de Menhinick fueron 3,588, 0,032, 0,948 y 2,566, respectivamente; las reservas de carbono fue de 123,048 Mg CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup>. Concluyendo que la familia Lauraceae representó el 18% de la comunidad arbórea, seguida de *Fabaceae* y *Malvaceae* (9%) cada una, *Euphorbiaceae*, *Myrtaceae* y *Phyllanthaceae* (7%) cada una, y *Combretaceae*, *Fagaceae* y *Meliaceae* (5%).

Hernández *et al.* (2021) el estudio se centró en comparar el almacenamiento de carbono en diferentes sistemas de uso de la tierra, incluyendo bosques, sistemas agroforestales con cacao y café, y sistemas silvopastoriles. Los resultados revelaron que la familia Lauraceae, junto con *Fabaceae* y *Primulaceae*, fueron las que presentaron mayor

almacenamiento de carbono en los sistemas agroforestales estudiados, el 24% del carbono forestal total fue acumulado por especies de la familia Lauraceae, mientras que en SAF café esta familia representó el segundo mayor grupo en términos de almacenamiento de carbono. Concluyeron que la familia Lauraceae es fundamental para el almacenamiento de carbono en sistemas agroforestales.

García *et al.* (2021) se centró en analizar la biomasa aérea de familias botánicas en un bosque siempreverde piemontano sometido a diferentes grados de intervención. El estudio encontró una alta riqueza de familias botánicas en el área de estudio, con la *Fabaceae*, *Euphorbiaceae* y *Lauraceae* como las más representativas, aportando el 50,77% del total de especies. La *Lauraceae*, en particular, contribuyó con ocho taxones, demostrando su relevancia en términos de diversidad. Sin embargo, a pesar de su diversidad, la *Lauraceae* no fue una de las familias que más contribuyó a la biomasa total. Concluyeron que la familia *Lauraceae* emerge como un componente importante de la diversidad florística en bosques siempreverdes piemontanos

San José *et al.* (2021) evaluaron el cambio de la abundancia, diversidad, composición y biomasa aérea en una reserva de bosque tropical en Costa Rica. Establecieron una parcela de 2,25 ha, realizaron el registro de todas las plantas de ( $DAP \geq 5$  cm). Reportaron que la mayor abundancia de los árboles fue con ( $DAP \geq 40$  cm), asimismo, determinaron que las familias *Lauraceae* y *Rosaceae* disminuyeron en 27%, lo que llevó a una importante disminución de la biomasa, que estuvo impulsada por eventos de sequía. Concluyeron que la reserva tropical ha experimentado una gran pérdida de biomasa aérea y por ende el almacenamiento de carbono.

Santhyami (2021) evaluó la comunidad arbórea y reservas de carbono sobre el suelo del Bosque Sagrado en Pasaman en Indonesia. Para el desarrollo de la investigación muestreó 25 subparcelas de (20 m × 20 m). Para estimar la biomasa se emplearon ecuaciones alométricas. Como resultados se inventariaron 446 árboles, representando por 139 especies de 49 familias con un área basal total de 38,59 m<sup>2</sup>, las familias más ricas fueron *Euphorbiaceae* (10) y *Lauraceae* (10). Concluyeron que la reserva total estimada de C aéreo fue de 190,62 MgC ha<sup>-1</sup>, y el mayor C lo aportaron los árboles (178,85 MgC ha<sup>-1</sup> o 93,8% del total).

García *et al.* (2021) evaluaron la diversidad florística y la contribución a la biomasa de la familia *Lauraceae* en Quito, Ecuador. Se registraron un total de 30 familias botánicas, 65 especies y 322 individuos con (DAP ≥ 10 cm). La familia *Lauraceae*, junto con *Fabaceae* y *Euphorbiaceae*, se destacaron por presentar el mayor número de especies, contribuyendo significativamente a la riqueza florística del área.

Mayorga *et al.* (2020) evaluaron la composición florística y el potencial de almacenamiento de carbono en un Bosque Siempreverde de Tierras Bajas. El análisis se centró en individuos con diámetro a la altura del pecho (DAP ≥ 10 cm), identificando un total de 685 árboles distribuidos en 43 especies, 35 géneros, 19 familias y 13 órdenes. La familia *Lauraceae* se destacó por su importancia, contribuyendo significativamente a la diversidad y al almacenamiento de carbono. Esta familia acumuló 35,6 ± 0,7 Mg C ha<sup>-1</sup>, representando un 18,1% del total de carbono almacenado en la biomasa aérea del bosque. Concluyeron que la familia *Lauraceae* contribuye de manera significativa en la regulación del clima a través del secuestro de carbono.

Nguyen y Kappas (2020) estimaron la biomasa aérea de un bosque siempre verde latifoliado en la reserva natural en Vietnam. Para el desarrollo de la investigación se muestrearon e inventariaron 180 parcelas (20 m × 25 m) a los individuos con (DAP ≥ 5 cm). Como resultados reportaron que se registraron en campo 189 especies de 55 familias, para estimar la biomasa se utilizaron imágenes satelitales. Las cinco especies más dominantes fueron *Castanopsis indica*, *Engelhardia roxburghiana*, *Ormosia* sp., *Fokienia hodginsii* y *Archidendron balansae*, la biomasa osciló entre 18,32 Mg ha<sup>-1</sup> y 543,86 Mg ha<sup>-1</sup>. Concluyeron que de las familias *Fagaceae*, *Lauraceae*, *Euphorbiaceae*, *Fabaceae*, *Magnoliaceae*, *Dipterocarpaceae* y *Sapotaceae* fueron las más abundantes.

Villavicencio *et al.* (2020) evaluaron la biomasa arbórea y su relación con el secuestro de carbono Cerro Tres Puntas de Pillasca de Lambayeque. Para estimar la biomasa y carbono se utilizaron nueve modelos alométricos, como resultados se reportó que la familia *Lauraceae*, junto con *Moraceae*, fueron las principales contribuyentes a la biomasa total del ecosistema, con valores de 5 738,79 t ha<sup>-1</sup> y 8 457,95 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Estos resultados evidencian la importancia de la familia *Lauraceae* en el mantenimiento de la biodiversidad del ecosistema, consolidándolo como un área de gran valor para la conservación y mitigación del cambio climático en la región de Lambayeque.

Silva *et al.* (2021) reportaron que, en el refugio de vida silvestre de Lambayeque, la familia *Lauraceae*, representada principalmente por *Beilschmiedia sulcata*, mediante ecuaciones alométricas se determinó que almacena una biomasa promedio de 404,03 ± 363,78 t ha<sup>-1</sup>, contribuyendo significativamente al total de biomasa del bosque (152,61 t

ha<sup>-1</sup>). Estos resultados resaltan la importancia ecológica de esta familia en el ecosistema estudiado.

Peralta (2022) evaluó el almacenamiento de carbono en la biomasa aérea, encontrando un total de 84,21 t C/ha. La familia Lauraceae, junto con *Cunoniaceae*, *Myrtaceae* y *Melastomataceae*, contribuyeron significativamente a este acervo, almacenando el 63% del carbono total. Estos resultados confirman el rol crucial de los bosques montanos como sumideros de carbono, donde especies como las de la familia Lauraceae desempeñan un papel fundamental en el balance global de carbono del bosque montano los lanches.

Delgado *et al.* (2020) determinaron que la diversidad y estructura arbórea de la familia Lauraceae en el Bosque de Protección Pagaibamba, como resultados reportaron que la familia Lauraceae presentó un índice de valor de importancia (IVI) de 15,40%, lo que la posiciona como la segunda familia más importante en términos de abundancia, frecuencia y dominancia.

## **2.2 Bases teóricas-científicas**

### **2.2.1 *Bosque montano***

Es un tipo de bosque que se encuentra en las montañas. Se caracteriza por presentar un clima más frío y húmedo que los bosques de tierras bajas, y por una vegetación que está adaptada a estas condiciones (Kołaczek *et al.*, 2020). Los bosques montanos se encuentran en todo el mundo, desde los Andes en América del Sur hasta las montañas del Himalaya en Asia. En Perú, los bosques montanos se encuentran en los Andes, en las montañas del centro y sur del país. Es un ecosistema ubicado en las montañas a más de 1000 m.s.n.m (Ruelas *et al.*, 2021). Estos bosques desempeñan un papel importante en el

ecosistema. Son importantes para la biodiversidad porque albergan una amplia variedad de plantas y animales (Rodman *et al.*, 2020). También son importantes para el ciclo del agua, porque ayudan a controlar la escorrentía y la erosión. Están amenazados por la deforestación, la agricultura y el cambio climático (Cuni-Sanchez *et al.*, 2021). La mayor amenaza es la deforestación, ya que los bosques de montaña se talan para la ganadería, agricultura y construcción. El cambio climático también está afectando a estos bosques de alto valor ecológico y ambiental, provocando un aumento de temperatura y cambios en los patrones de precipitación.

#### ***2.2.1.1 Importancia de los bosques montanos***

Los bosques montanos son ecosistemas importantes que brindan una serie de beneficios ambientales. Albergan una gran variedad de plantas y animales, incluidas especies endémicas que solo se encuentran en estas áreas (Stenfert *et al.*, 2020). Ayudan a regular el ciclo del agua, capturando la lluvia y liberando lentamente el agua a los arroyos y ríos. Esto ayuda a prevenir inundaciones y sequías. Asimismo, a regular el clima local, manteniendo el aire fresco y limpio. Captan y almacenan carbono, lo que ayuda a mitigar el cambio climático. Es importante conservar los bosques montanos, ya que son ecosistemas valiosos que brindan una serie de beneficios ambientales (Štursová *et al.*, 2020).

#### ***2.2.2 Reserva de carbono***

Las reservas de carbono son acciones que se toman para extraer carbono de la atmósfera y almacenarlo de manera segura. Estas acciones pueden ser naturales, como la deforestación o la reforestación, o pueden ser tecnológicas, de almacenamiento de carbono (Osuri *et al.*, 2020). La reserva de carbono en plantaciones forestales es la

cantidad de carbono que se almacena en la biomasa forestal de una plantación. La biomasa forestal incluye las hojas, las ramas, los tallos, las raíces y la madera de los árboles (Wang *et al.*, 2021). Las plantaciones forestales pueden ser una forma importante de mitigar el cambio climático, ya que absorben y almacenan carbono de la atmósfera. La cantidad de carbono que puede almacenar una plantación forestal depende de una serie de componentes, incluyendo el tipo de árboles plantados, la densidad de la plantación y el clima (Brown *et al.*, 2020)..

### **2.2.3 Metodologías de estimar la biomasa**

Las metodologías para medir las reservas de carbono en los ecosistemas, con un enfoque en los métodos destructivos y no destructivos (Pérez *et al.*, 2020). La estimación del carbono en sistemas forestales utilizando el diámetro a la altura del pecho (DAP) y la altura, es un método aceptable para los remanentes naturales que permite monitorear la biomasa y el carbono en los ecosistemas, que se fundamentan mediante el uso de modelos matemáticos (Perea *et al.*, 2021). Una de las ecuaciones alométricas más utilizadas es la que relaciona el diámetro a la altura del pecho (DAP) de un árbol con su volumen. Esta ecuación se puede utilizar para estimar el volumen de un árbol sin necesidad de cortarlo (Sione *et al.*, 2019).

### **2.2.4 Biomasa aérea**

Es la cantidad total de materia orgánica que se distribuye en la parte aérea de un organismo. En el caso de los árboles, la biomasa aérea concentra las hojas, los tallos, las ramas y la corteza (Ali *et al.*, 2019). La biomasa aérea se puede medir en unidades de masa por unidad de área, como toneladas por hectárea. Se puede estimar mediante métodos directos, como la medición del peso de los árboles, o mediante métodos indirectos, como la utilización de modelos matemáticos (Trautenmüller *et al.*, 2021).

La biomasa aérea es un indicador importante de la salud y el vigor de un bosque. Los bosques con una alta biomasa aérea son más resistentes a las enfermedades y a los incendios (Ahmad *et al.*, 2021). Es muy importante desde el punto de vista del cambio climático. Los bosques absorben CO<sub>2</sub> de la atmósfera mediante la fotosíntesis. La biomasa aérea almacena el CO<sub>2</sub> capturado, lo que ayuda a mitigar el cambio climático. La biomasa aérea es un concepto importante que tiene implicaciones para la salud de los bosques, el cambio climático y la economía (Velasco y Chen, 2019)

### **2.2.5 Familia Lauraceae**

Los miembros de la familia Lauraceae son árboles, arbustos o lianas. La mayoría de las especies son de hoja perenne, pero algunas son de hoja caduca. Las hojas suelen ser alternas, simples, enteras o lobuladas, con glándulas debajo (Tan *et al.*, 2023). Las flores son pequeñas, actinomorfas, hermafroditas o unisexuales y agrupadas en axilas. Las copas de los árboles de esta familia pueden variar desde formas redondeadas hasta más extendidas y a veces cónica. La hoja consta de seis pétalos soldados a la base. Hay nueve o 12 estambres y están dispuestos en tres verticilos. Los ovarios son más altos, tienen un solo ojo y contienen un óvulo. El fruto es una baya o drupa. La familia Lauraceae es una familia económicamente muy importante. Muchas especies de esta familia se utilizan para madera, aceites esenciales, especias y medicinas (Rasingam y Karthigeyan, 2021).

La densidad de la madera en la familia Lauraceae y especies relacionadas revelan variaciones significativas entre taxones y tamaños de árboles (Chan *et al.*, 2022). Estudios sobre siete especies de Laurales en Venezuela encontraron uniformidad en la anatomía de la madera entre Lauraceae, con diferencias principalmente en la septación de las fibras y la presencia de células oleosas (Giacomotti *et al.*, 2021). La densidad de madera media a alta, que varía de 0,51 a 0,80 g/cm<sup>3</sup> (Chan *et al.*, 2022).

### **2.2.6 Diversidad**

Es la variedad de seres vivos que viven en un lugar determinado. Esto se puede medir de diferentes formas, pero una de las más comunes es la cantidad de especies que componen un ecosistema (Halder *et al.*, 2019). La riqueza de especies, procesos y ecosistemas que sustentan la vida en la Tierra. En el caso de un ecosistema, la biodiversidad se refiere a la cantidad de plantas, animales, hongos y microorganismos que lo conforman (Grossiord, 2020). Se expresa como un listado de las especies encontradas, registradas en todos los inventarios realizados en las unidades de muestreo. Esto significa que la biodiversidad se puede medir mediante un inventario, que es un recuento de todas las especies que se encuentran en un área determinada (Mosyftiani *et al.*, 2022).

### **2.2.7 Métodos de determinación de la biomasa aérea**

La biomasa aérea se puede medir en unidades de masa por unidad de área, como toneladas por hectárea. Se puede estimar mediante métodos directos, como la medición del peso de los árboles, o mediante métodos indirectos (no destructivos), como la utilización de modelos matemáticos (destructivos) (Poley y McDermid, 2020).

#### **2.2.7.1 Método destructivo**

Son los más precisos para estimar la biomasa aérea, pero también son los más costosos y laboriosos. Estos métodos implican la medición del peso de los árboles, ya sea en pie o después de ser cortados (Mahmood *et al.*, 2020).

#### **2.2.7.2 Método no destructivo**

Los métodos indirectos son menos precisos que los métodos directos, pero son más rápidos y fáciles de realizar. Estos métodos se basan en relaciones entre la biomasa aérea y otras variables, como el diámetro del tronco, la altura del árbol o la densidad de la madera (Jin *et al.*, 2020).

La elección del método para estimar la biomasa aérea depende de una serie de factores, como el tamaño del área a muestrear, el presupuesto disponible y el grado de precisión requerido (Poley y McDermid, 2020).

### 2.2.8 Ecuación alométrica

Una ecuación alométrica es una relación matemática entre dos variables biológicas que están relacionadas entre sí por el crecimiento. Estas variables suelen ser el tamaño y la masa de un organismo (Santos *et al.*, 2022).

Las ecuaciones alométricas se basan en la observación de que existe una relación constante entre el tamaño y la masa de los organismos de una misma especie (Sione *et al.*, 2019). Esta relación se puede expresar mediante una ecuación matemática.

**Tabla 1**

*Tipos de ecuaciones de regresión.*

Tipo de ecuación	Ecuación
Regresión lineal simple	$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i \quad i = 1 \dots, n.$
Regresión lineal múltiple	$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_p X_{pi}$
Regresión no lineal	$\frac{B1}{(1 + e^{- (B2 + B3X)B4})B5}$

## 2.3 Definición de conceptos

### 2.3.1 Ecuación alométrica

Una ecuación alométrica es una relación matemática que describe la relación entre dos o más variables biológicas que varían en proporción. En otras palabras, una ecuación alométrica describe cómo una característica cambia en relación con otra característica (Santos *et al.*, 2022).

### **2.3.2 Taxonomía**

Ciencia que trata de los principios, métodos y fines de la clasificación. Se aplica dentro de la biología, para la ordenación jerarquizada y sistemática, con sus nombres, de los grupos de vegetales. Es la ciencia que se ocupa de la clasificación de los organismos vivos. Su objetivo es organizar a los organismos en grupos basados en sus características compartidas.

### **2.3.3 Muestra**

Es una parte de la población en que se realizará el estudio, el tamaño de la muestra es importante para la precisión de los resultados del estudio. Una muestra más grande proporcionará resultados más precisos que una muestra más pequeña. Sin embargo, una muestra más grande también es más costosa y requiere más tiempo (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018).

### **2.3.4 Género**

Es una categoría que reúne a especies afines, es una categoría taxonómica que agrupa a las especies que comparten características compartidas o rasgos similares (Padial y De la Riva, 2021). El género es una categoría taxonómica intermedia entre la especie y la familia.

### **2.3.5 Hábitat**

Es el lugar donde vive un organismo, viene a ser la suma de las condiciones edafoclimáticas de un sitio que requiere una población para sobrevivir. Es el entorno natural o físico en el que vive un organismo, población o comunidad.

### **2.3.6 Densidad de la madera**

La densidad de la madera es una propiedad física que nos indica que tan pesada es una determinada cantidad de madera en comparación con su tamaño. Permite evaluar la

biomasa de la materia seca. La densidad de la madera es la relación entre su masa y su volumen. Se mide en kilogramos por metro cúbico (kg/m<sup>3</sup>) (Sotomayor *et al.*, 2020).

### 2.3.7 *Árbol*

El árbol se define como una planta leñosa perenne con un solo tronco principal, con varias ramas y que tenga una copa formada (Savidge, 2023). Es una planta leñosa que crece verticalmente y tiene un tronco principal.

## 2.4 Hipótesis

**H1:** La familia Lauraceae en el bosque montano La Palma, Chota, presenta una reserva de carbono mayor a 80 t ha<sup>-1</sup> en su biomasa aérea.

**H0:** La familia Lauraceae en el bosque montano La Palma, Chota, presenta una reserva de carbono menor a 80 t ha<sup>-1</sup> en su biomasa aérea.

## 2.5 Operacionalización de variables

**Tabla 2**

*Matriz de operacionalización de variables*

Variable	Definición	Dimensión	Indicador
Lauraceae	En el mundo, la familia Lauraceae tiene alrededor de 2000 a 2500 especies y 45 géneros, incluidos árboles y arbustos, distribuidos en zonas tropicales y subtropicales, pero principalmente en el sudeste asiático tropical y América tropical (Farias <i>et al.</i> , 2023).	Taxonomía	Género Familia
Biomasa	La biomasa aérea es un indicador importante de la salud y el vigor de un bosque. Los bosques con una alta biomasa aérea son más resistentes a las enfermedades y a los incendios (Ahmad <i>et al.</i> , 2021).	Parámetros dasométricos	DAP HT
Reserva de Carbono	Son acciones que se toman para extraer carbono de la atmósfera y almacenarlo de manera segura (Osuri <i>et al.</i> , 2020).	Parámetros dasométricos	DAP HT

## **CAPÍTULO III.**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1 Tipo y nivel de investigación**

##### **3.1.1 Tipo de investigación**

La investigación empleó un enfoque cuantitativo (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2019), caracterizado por el uso de datos numéricos para describir, analizar e interpretar de manera objetiva la reserva de carbono de la biomasa aérea de la familia Lauraceae. Mediante la medición rigurosa y el análisis estadístico de estos datos, se establecieron las conclusiones del estudio.

##### **3.1.2 Nivel de investigación**

La investigación fue de nivel descriptivo (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2019), porque estuvo orientada a cuantificar la reserva de carbono de la biomasa aérea de la familia Lauraceae en el bosque montano La Palma, Chota.

#### **3.2 Diseño de la investigación**

La investigación fue de diseño no experimental de corte transversal (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018), porque se estudió las variables tal y como se presentaron en su contexto natural, sin la manipulación de las condiciones de estudio. El investigador observó los fenómenos tal y como se presentaron, sin intervenir de ninguna manera.

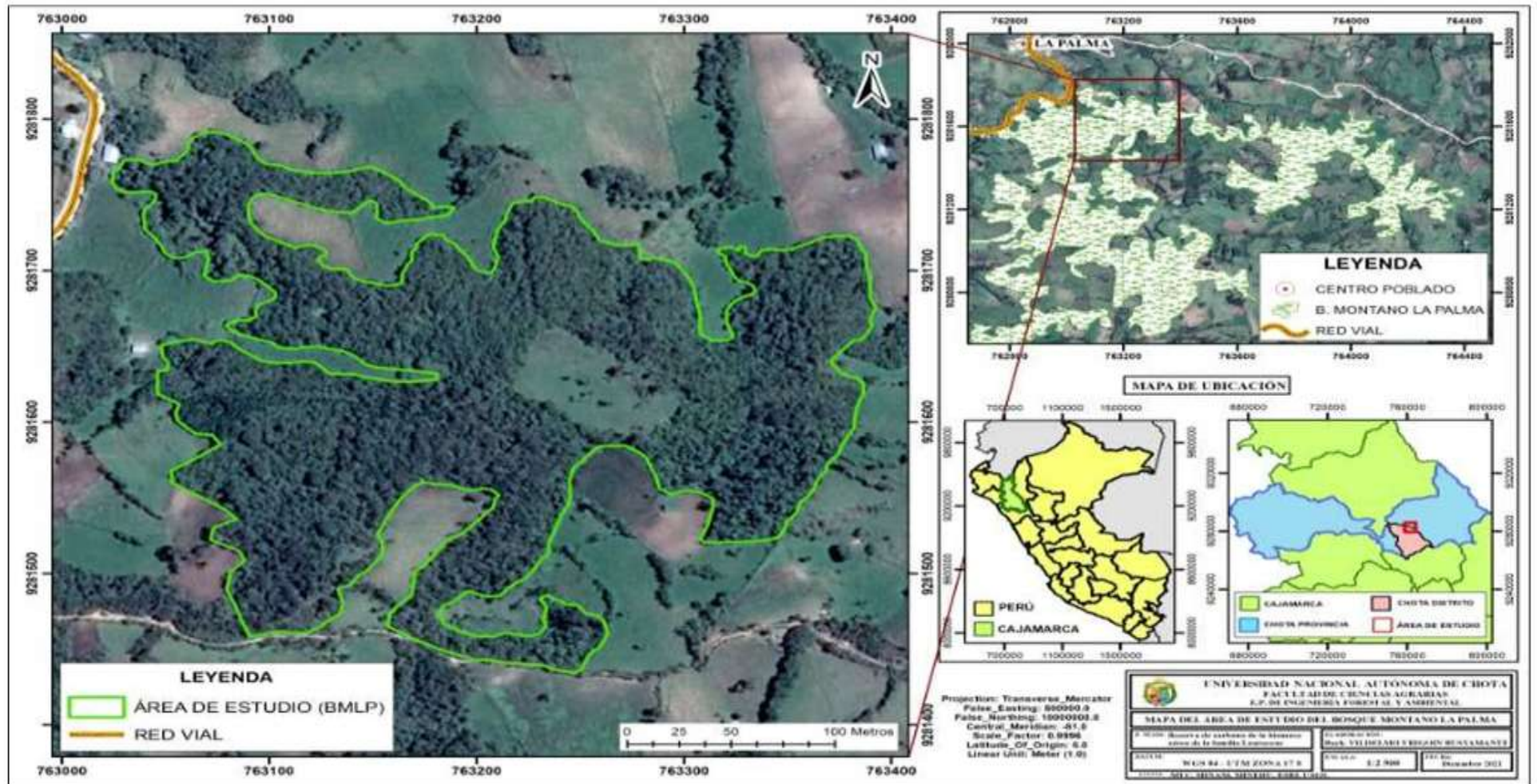
### **3.3 Métodos de investigación**

#### **3.3.1 Área de estudio**

El bosque de La Palma, se encuentra en Conchán, provincia de Chota, departamento de Cajamarca, es un remanente de un bosque de montaña ubicado entre 2800 y 3000 m.s.n.m. El bosque tiene una superficie de unas 20 ha y está formado por una amplia variedad de árboles, arbustos, epífitas y orquídeas. La ubicación geográficamente se encuentra entre 762850.28 y 9282027.26 a una altitud de 2932 m.s.n.m. Este ecosistema forma parte de la cabecera de la microcuenca del río Doñana, afluente del río Chotano. La precipitación promedio es de 1200 mm. La temporada de lluvias va de octubre a abril, con los meses más lluviosos siendo diciembre, enero y febrero. La precipitación es más abundante en las zonas altas del bosque, donde puede llegar a superar los 1500 mm anuales.

**Figura 1**

*Localización del área de estudio.*



### **3.3.2 Muestreo de datos**

Se estableció seis parcelas de 0,1 hectáreas cada una, ubicadas estratégicamente en diferentes sectores del bosque La Palma. Con el objetivo de analizar la dinámica vertical de la vegetación y caracterizar la estructura forestal, se censaron todos los individuos arbóreos con un diámetro a la altura del pecho (DAP) igual o superior a 10 cm. Para cada individuo, se registraron el DAP y la altura utilizando, respectivamente, una forcípula y un hipsómetro láser. Adicionalmente, se georreferenciaron los individuos mediante un GPS Garmin.

Se realizó la medición del diámetro DAP y de la altura de cada árbol. Esta información, esencial en dendrometría, facilitó la estimación de la biomasa individual de cada especie arbórea. Al emplear factores alométricos se estimó medir la biomasa total del ecosistema. Esta variable se evidenció como un indicador crucial de la productividad forestal, mostrando la cantidad de materia orgánica acumulada a través del tiempo. Igualmente, la biomasa total se relacionó directamente con la capacidad del ecosistema para almacenar carbono, un elemento de gran importancia en el marco del cambio climático mundial.

### **3.3.3 Colecta de muestras botánicas**

Se colectaron muestras botánicas de la familia Lauraceae con partes de rama terminal, inflorescencias, flores y frutos. Este procedimiento se llevó a cabo con el propósito de obtener un registro morfológico exhaustivo de las especies, dado que estas estructuras presentan caracteres diagnósticos esenciales para la diferenciación genérica y específica, incluso en aquellos casos en los que las especies exhiben similitudes morfológicas.

### **3.3.4 Prensado de muestras botánicas**

Las muestras fueron colocadas en una prensa de madera dentro de papel periódico intercalados con cartones sujetados con rafia, fueron trasladadas al laboratorio de la Universidad Nacional Autónoma de Chota.

### **3.3.5 Herborizado de muestras botánicas**

En esta etapa se realizó la identificación, herborización, montaje y etiquetado de las muestras colectadas en campo, en la Institución Científica Depositaria de Material Biológico “Herbario Pedro Coronado Arrascue” de la UNACH monitoreado por el encargado para su validación.

Se procedió a determinar la especie de cada planta mediante la utilización de claves taxonómicas. Posteriormente, las muestras vegetales fueron secadas y prensadas para asegurar la preservación de sus características morfológicas y cromáticas, previniendo así su deterioro. Finalmente, se adhirieron a cartulinas, acompañadas de etiquetas detalladas que incluían información sobre la especie, el sitio de recolección, la fecha del muestreo y el nombre del colector.

### **3.3.6 Secado de muestras vegetativas**

Para este proceso se utilizó una estufa a 60 °C por un periodo de 24 horas, en la Institución Científica Depositaria de Material Biológico “Herbario Pedro Coronado Arrascue”, de la UNACH, donde se realizó el monitoreo que el secado sea uniforme. El secado a esta temperatura resultó ser una técnica invaluable en nuestra investigación. Al conservar de forma eficaz la coloración natural, la textura y otras características morfológicas esenciales, contribuyó a realizar la identificación precisa y detallada de la familia estudiada.

### **3.3.7 Montaje**

Se realizó el pegado de las muestras en cartulinas de 40 \* 30 cm<sup>2</sup> para la identificación de especies botánicas. La identificación de las especies se realizó en el “Herbario Pedro Coronado Arrascue”, de la UNACH. Considerando la base de datos de TROPICOS, Herbarium Field Museum, los nombres científicos se verificaron a través de la plataforma Plant list.

La combinación de estas técnicas garantiza una identificación precisa y confiable de las especies botánicas. El uso de cartulinas estandarizadas facilita el manejo y conservación de las muestras a largo plazo. La consulta de múltiples bases de datos y la comparación con especímenes de referencia en un herbario aumentan la confiabilidad de los resultados y minimizan la posibilidad de errores.

### **3.3.8 Cálculo de la densidad de madera**

Los valores de densidad por especie fueron obtenidos de la base de datos. <https://www.gbif.org/>

### **3.3.9 Análisis de la información**

Para calcular la diversidad arbórea se contabilizaron todos los individuos en cada una de las parcelas.

#### **Abundancia relativa**

$$AR = \left( \frac{\text{Número de especies individuales}}{\text{Número total individuos}} \right) \times 100 \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

AR: abundancia relativa.

### **Abundancia absoluta**

$$Aa = \frac{Ni}{a}$$

Ecuación 2

Donde:

Aa: abundancia absoluta.

Ni: número de individuos por especie.

a: área muestreada.

### **Frecuencia relativa**

$$Ar = \frac{Aa}{N} \times 100$$

Ecuación 3

Donde:

Ar: abundancia relativa

Aa: abundancia absoluta

N: número de individuos totales en la muestra.

### **Frecuencia absoluta**

$$F_a = \frac{P_i}{p_t}$$

Ecuación 4

Donde:

Fa: frecuencia absoluta

Pi: número de parcelas en que la especie está presente

Pt: número total de parcelas.

### **Dominancia relativa**

$$D_r = \frac{AB}{ABt} * 100$$

Ecuación 5

Donde:

Dr: dominancia relativa

AB: área basal

ABt: área basal total

### **Índice de valor de importancia**

$$IVI = Ar + Fr + Dr$$

Ecuación 6

Donde:

IVI: índice de valor de importancia

Ar: abundancia relativa

Fr: frecuencia relativa

Dr: dominancia relativa

### **Estimación de carbono**

$$Carbono = BM A \times FC$$

Ecuación 7

Donde:

Carbono: Cantidad de carbono almacenado en la biomasa aérea (generalmente en kilogramos de carbono - kg C)

BM A= Biomasa aérea (en kilogramos - kg)

FC = Factor de conversión de biomasa a carbono (generalmente 0.5)

## **3.4 Población, muestra y muestreo**

### **3.4.1 Población**

Constituida por todos los árboles pertenecientes a la familia Lauraceae que se identificaron en el bosque montano la Palma – Chota.

### **3.4.2 Muestra**

Constituida por la parte aérea de los árboles de la familia Lauraceae que se encontraron en seis parcelas de evaluación de 1000 m<sup>2</sup> de área, con vegetación, en cada parcela delimitada (50 \* 20 m) se evaluaron los individuos existentes con (DAP ≥ 10 cm). utilizando la metodología de la décima de hectárea (Gentry, 1993). Estas unidades

muestrales fueron distribuidas de la subdivisión de las unidades del Mapa Nacional de Cobertura Vegetal, de manera proporcional al tamaño de la superficie total a evaluar tal como señalan diversos investigadores no existe una cifra predeterminada para el número de parcelas necesarias en un estudio de investigación científica, la estrategia mas acertada para dilucidar la cantidad idónea radica en la ejecución de un muestreo piloto inicial, cuyos datos permitan llevar a cabo un análisis estadístico que determine el tamaño de muestra precisa, ajustándose de manera específica a los objetivos particulares que persigue la investigación.

### **Muestreo**

Se empleó un diseño de muestreo aleatorio estratificado para evaluar la reserva de carbono en la biomasa aérea de la familia Lauraceae en el bosque montano La Palma, Chota. Esta metodología, siguiendo las directrices del inventario de flora y vegetación del MINAM (2015), permitió una representación más precisa de la variabilidad de la población al dividir el área de estudio en estratos homogéneos.

Cada estrato fue definido de manera que los individuos (en este caso, los árboles de la familia Lauraceae) dentro de él presentaran características más similares entre sí que con los individuos de otros estratos.

## **3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **3.5.1 Técnicas de recolección de datos**

Se utilizó el inventario forestal para anotar y medir las variables dasométricas para cuantificar la biomasa y carbono de la familia Lauraceae. Los datos tomados en campo se tabularon a través del Excel, mediante métodos estadísticos. Los resultados del cálculo de la biomasa aérea y captura de carbono se presentaron en figuras, tablas, gráficos donde se muestra que las proporciones de carbono que acumule la familia Lauraceae. El análisis de datos, así como la interpretación se realizó considerando resultados obtenidos en

estudios realizados en bosques con similares características, comparándolos y discutiendo. Los datos de diversidad y estructura arbórea se evaluaron de manera complementaria, para la determinación de reserva de carbono de la familia Lauraceae.

### **3.5.2 Instrumentos de recolección de datos**

Bases de publicaciones científicas: Scopus, Elsevier, ProQuest, como base que fundamentaron nuestra investigación.

**Guía de observación:** se utilizó para contabilizar los individuos de la familia Lauraceae.

**Ficha de Parcela:** se utilizó para anotar número de parcela, ubicación geográfica (coordenadas GPS) y fecha de muestreo. Asimismo, tamaño, forma, pendiente, orientación, tipo de suelo, cobertura vegetal, presencia de disturbios.

**Ficha de muestreo de biomasa:** se utilizó para anotar número de árbol, especie, DAP, altura total.

## **3.6 Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

### **3.6.1 Técnicas de procesamiento**

Los datos recopilados en las hojas de campo fueron ingresados a una hoja de cálculo digital (Excel). A partir de las dimensiones de cada árbol (diámetro a la altura del pecho y altura), se aplicaron ecuaciones alométricas para estimar su biomasa aérea. Para cuantificar el carbono contenido en esta biomasa (Ecuación 7), se asumió que el 50% de la masa seca correspondía a carbono. Multiplicando la biomasa seca de cada individuo por este factor, se obtuvo el contenido de carbono individual. Finalmente, al sumar los valores de carbono de todos los árboles dentro de una parcela y de todos los árboles de un estrato, se determinó el carbono total para cada unidad de análisis.

### **3.6.2 Análisis de datos**

Se utilizó la estadística descriptiva para analizar la diversidad y estructura arbórea de la familia, donde se realizó el cálculo de abundancia absoluta, abundancia relativa, frecuencia absoluta, frecuencia relativa, dominancia absoluta, dominancia relativa, índice de valor de importancia y posición sociológica absoluta. Asimismo, el análisis de dispersión de las variables dasométricas se realizó en el programa R estudio.

### **3.7 Aspectos éticos**

La presente investigación se utilizó los siguientes aspectos éticos y rigor científico: Objetividad: el presente estudio se realizó con absoluta independencia, así como los hechos recolectados, tal y como se desarrollen en su contexto natural. Originalidad: se realizó respetando los derechos de autor cumpliendo con los parámetros de las normas APA séptima edición. Veracidad: la información que se presentó en el estudio será fidedigna, cuidando la confidencialidad de la misma.

## CAPÍTULO IV.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

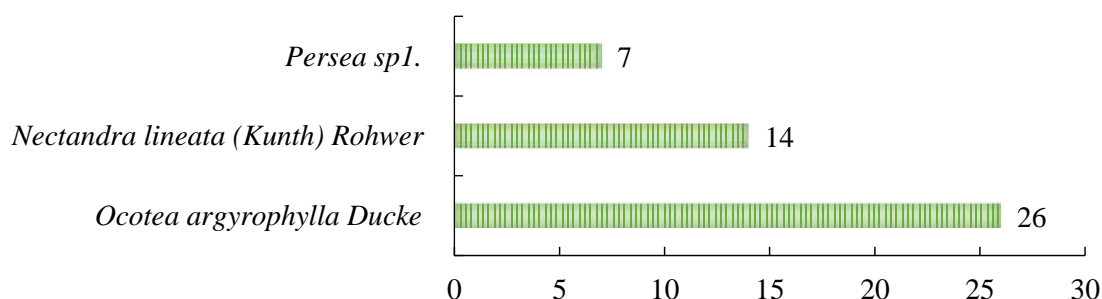
A continuación, se describen los resultados obtenidos sobre la reserva de carbono de la biomasa aérea de la familia Lauraceae en el bosque montano La Palma, Chota.

#### 4.1 Densidad de la familia Lauraceae

La Figura 2 presenta la densidad de individuos de tres especies de la familia Lauraceae, *Ocotea argyrophylla* Ducke es la especie con mayor densidad de individuos por hectárea (26), seguido de *Nectandra lineata* (Kunth) Rohwer con una densidad intermedia, de 14 individuos por hectárea y la especie con menor densidad fue *Persea* sp1. con siete individuos por hectárea.

#### Figura 2

*Densidad de la familia Lauraceae (individuos parcela) en el bosque montano La Palma*



#### 4.2 Diversidad y estructura de la familia Lauraceae

En la Tabla 3 y Figura 3, se muestra que en el bosque montano La Palma, en seis parcelas de evaluación se identificaron 785 individuos que coexisten con los individuos de la familia Lauraceae, lo que indica una alta dominancia de un grupo diverso de especies no identificadas. Las especies con mayor presencia de la familia Lauraceae fueron *Ocotea argyrophylla* Ducke (20 individuos, 2,7%), *Nectandra lineata* (Kunth) Rohwer (13 individuos, 1,7%) y *Persea* sp1 (5 individuos, 0,6%). La familia Lauraceae es una familia

importante en los bosques montanos, ya que muchas de sus especies son árboles maderables y medicinales.

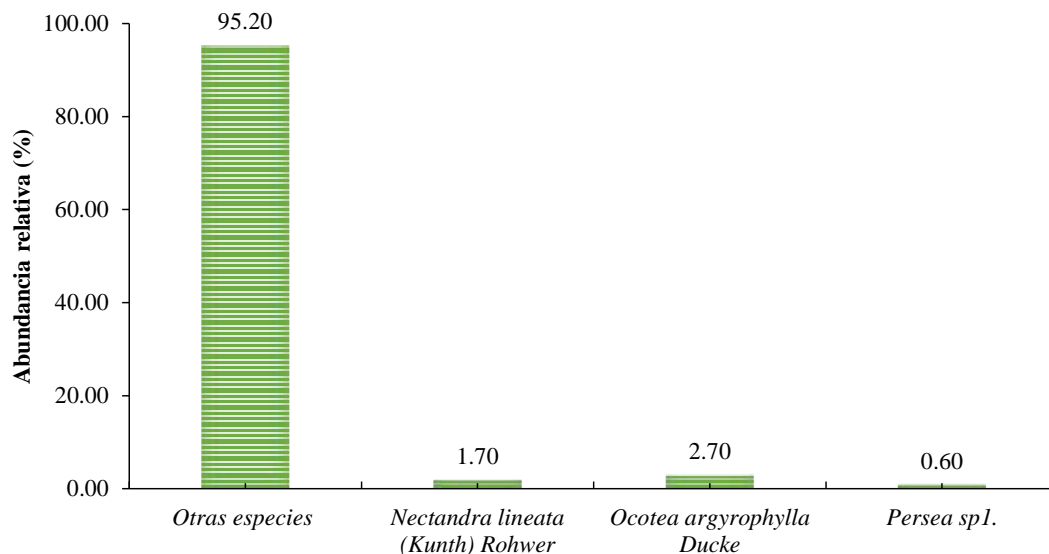
**Tabla 3**

*Abundancia de especies por hectárea en el bosque montano La Palma*

Especies	Abundancia absoluta	Abundancia relativa
Otras especies	1247	95,2%
<i>Nectandra lineata</i> (Kunth) Rohwer	22	1,7%
<i>Ocotea argyrophylla</i> Ducke	33	2,7%
<i>Persea sp1.</i>	8	0,6%

**Figura 3**

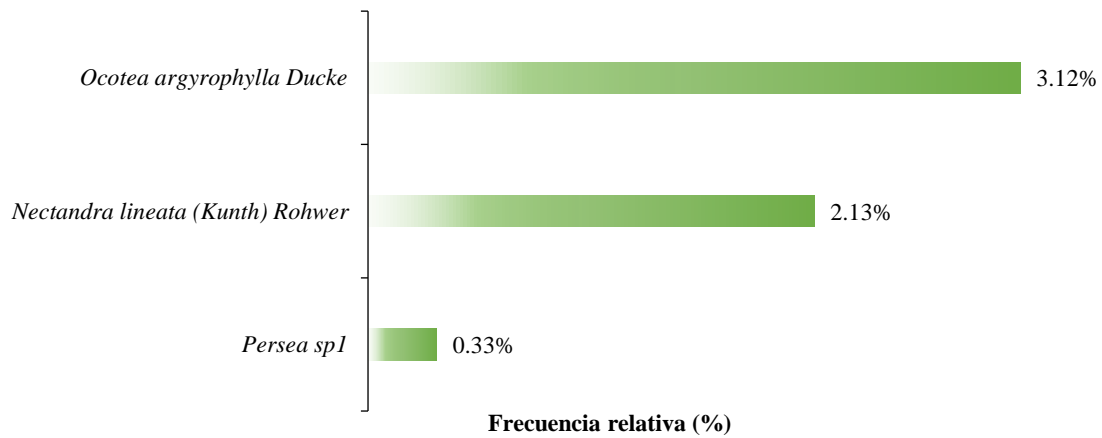
*Abundancia relativa de especies por hectárea en el bosque montano La Palma*



La Figura 4 presenta los resultados de la evaluación de seis parcelas en el bosque montano La Palma, sobre la frecuencia relativa de las especies de la familia Lauraceae. En conjunto, las tres especies tienen una frecuencia relativa total de 5,58% en las seis parcelas evaluadas, donde *Ocotea argyrophylla* fue la especie con mayor frecuencia relativa (3,12%), seguido de *Nectandra lineata* con (2,13%), y *Persea sp1* es la especie con menor frecuencia relativa (0,33%).

#### Figura 4

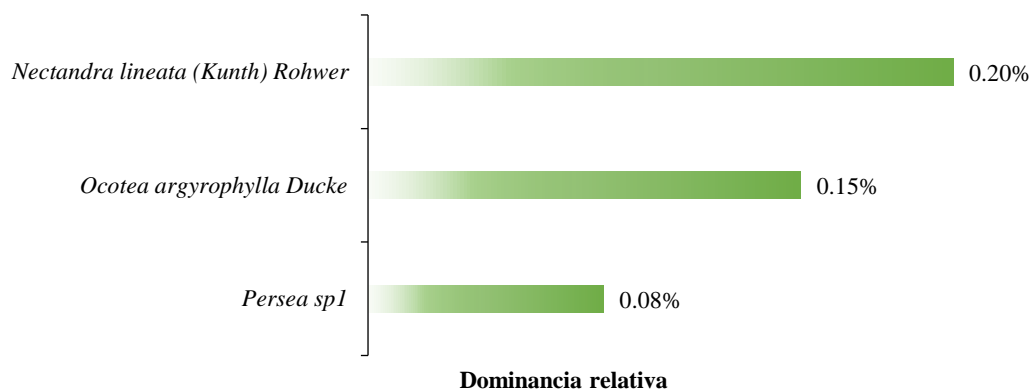
Frecuencia relativa de las especies de la familia Lauraceae en el bosque montano La Palma



En la Figura 5 se presenta los resultados de la dominancia relativa de las especies de la familia Lauraceae, la especie *Nectandra lineata* es la especie dominante en 0,20%, esto significa que es la especie con mayor cobertura de copa en el área de estudio, seguido de *Ocotea argyrophylla* con 0,15% y la especie *Persea* sp1 con 0,08%.

#### Figura 5

Dominancia relativa de las especies de la familia Lauraceae en el bosque montano La Palma



La Tabla 4 y Figura 6 presentan que la familia Lauraceae tiene un valor de importancia de 3,66%, siendo *Ocotea argyrophylla* la especie más abundante con 1,98%, seguida de

*Nectandra lineata* con 1,33% y *Persea* sp1 con 0,35%. La baja abundancia relativa de estas tres especies indica que son relativamente poco comunes en el ecosistema.

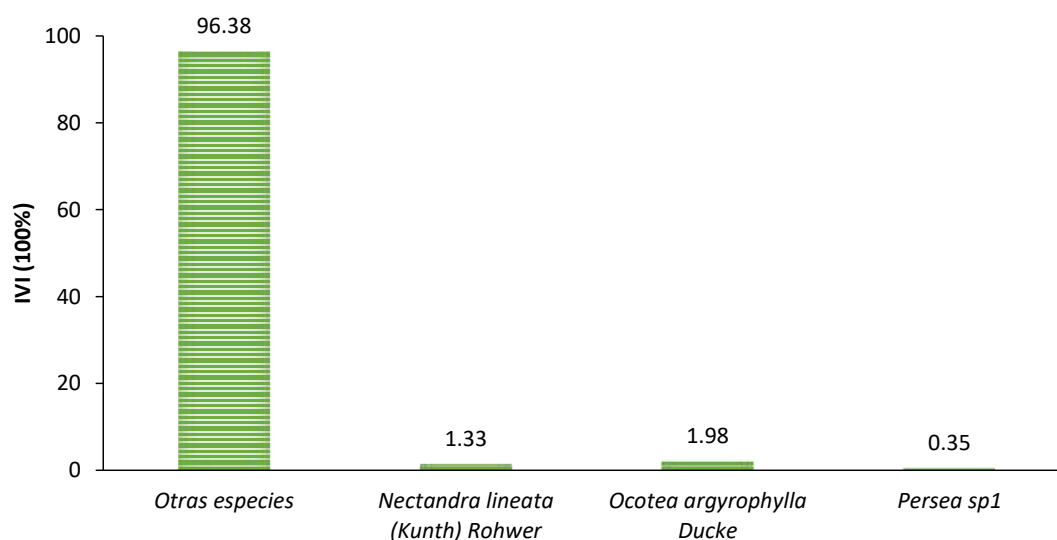
**Tabla 4**

*Índice de valor de importancia de las especies de la familia Lauraceae en el bosque montano La Palma*

Especies	IVI	IVI (100%)
Otras especies	2,89	96,38%
<i>Nectandra lineata</i> (Kunth) Rohwer	0,04	1,33%
<i>Ocotea argyrophylla</i> Ducke	0,06	1,98%
<i>Persea</i> sp1	0,01	0,35%

**Figura 6**

*IVI (100%) familia Lauraceae en el bosque montano La Palma*



### 4.3 Biomasa aérea de la familia Lauraceae

En la Tabla 5 y Figura 7 se muestra que el bosque montano La Palma, tanto el DAP como la altura tienen un rango amplio, lo que indica una gran variabilidad en las medidas, el promedio del DAP y la altura son iguales (22 cm y 9 m, respectivamente), lo que indica que las medidas se distribuyen de manera similar alrededor de estos valores. El coeficiente de variación es similar para ambas variables (43% y 36%, respectivamente), lo que indica que la variabilidad es relativamente alta en comparación con la media.

**Tabla 5**

*Estadísticos descriptivos del DAP y altura*

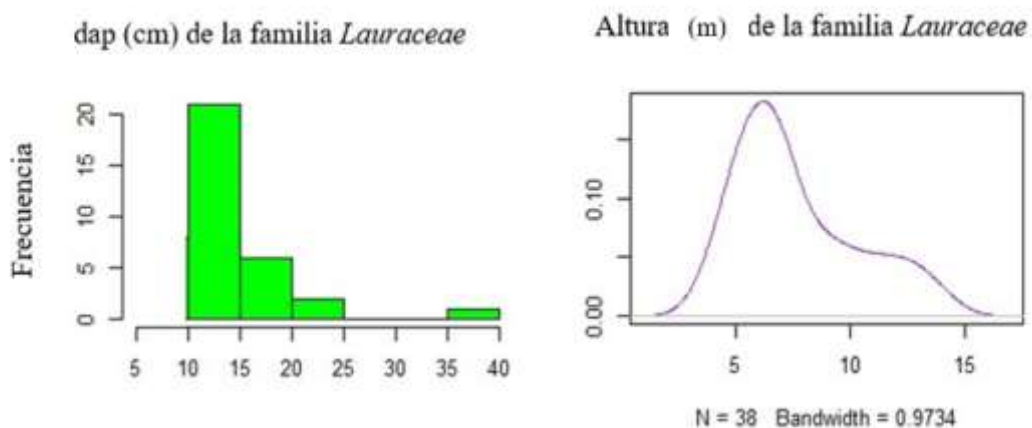
Parámetro	Mínimo	Máximo	X	Moda	S	Varianza	CV
Dap (cm)	10	38	22	14	6	33	0.43
Ht (m)	4	14	9	6	3	8	0.36

\*S: desviación estándar, CV: coeficiente de variación, X: promedio.

En la Figura 7 se observa que la mayor cantidad de individuos de las especies *Nectandra lineata*, *Ocotea argyrophylla* y *Persea* sp1. de la familia Lauraceae se concentran en el rango de diámetro a la altura del pecho (DAP) entre 10 y 15 cm y en una altura de 5 a 10 m.

**Figura 7**

*Descripción de las variables dasométricas*



En la Tabla 6, se muestra que la familia Lauraceae presenta una biomasa aérea total de 2263 kg en las seis parcelas estudiadas, con un promedio de 367,17 kg por parcela. La parcela P6 destaca con la mayor biomasa aérea total (838,7 kg) y por hectárea (8,380 t ha<sup>-1</sup>), mientras que la parcela P3 presenta la menor biomasa total (19 kg) y por hectárea (0,190 t ha<sup>-1</sup>). Se observa una considerable variabilidad en la biomasa aérea entre las parcelas, con valores que van desde 19 kg en P3 hasta 838,7 kg en P6. Esta última parcela, con un número relativamente alto de individuos (16) y una biomasa aérea muy alta,

sugiere que estas plantas de la familia Lauraceae son particularmente eficientes en la producción de biomasa.

**Tabla 6**

*Biomasa aérea de la familia Lauraceae en el bosque montano La Palma*

<b>Parcelas</b>	<b>Individuos</b>	<b>B área (kg)</b>	<b>B área (t)</b>	<b>B área (t ha<sup>-1</sup>)</b>
P1	4	298,0	0,298	2,980
P2	2	778,7	0,778	7,780
P3	1	19,0	0,019	0,190
P4	6	123,3	0,123	1,230
P5	9	205,3	0,205	2,050
P6	16	838,7	0,838	8,380
<b>Total</b>	<b>38</b>	<b>2263</b>	<b>2,263</b>	<b>22,630</b>

En la Tabla 7, se muestra que la familia Lauraceae en las seis parcelas estudiadas tiene una reserva total de carbono de 1 131,5 kg, con un promedio de 1,886 t ha<sup>-1</sup>. La parcela P6 tiene la mayor reserva de carbono total (0,419 t), mientras que la parcela P3 tiene la menor (0,001 t). El promedio de reserva de carbono por parcela es de 0,189 t. La mayoría de los individuos (42%) se encuentran en la parcela P6. La familia Lauraceae es un componente importante del ecosistema en las seis parcelas estudiadas, almacenando una cantidad significativa de carbono. La diferencia en la reserva de carbono total entre las parcelas se puede atribuir a una serie de factores, como la densidad de árboles, la edad de los árboles y la composición de las especies.

**Tabla 7**

*Reserva de carbono de la familia Lauraceae en el bosque montano La Palma*

Parcelas	Individuos	RC (kg)	RC (t)	RC (t ha <sup>-1</sup> )
P1	4	149,0	0,149	1,490
P2	2	389,4	0,389	3,890
P3	1	9,5	0,095	0,095
P4	6	61,7	0,062	0,615
P5	9	102,7	0,103	1,030
P6	16	419,4	0,419	4,194
<b>Total</b>	<b>38</b>	<b>1131,5</b>	<b>1,132</b>	<b>11,315</b>

En la Tabla 8 se muestra que las tres especies de Lauraceae analizadas acumulan en conjunto 2,05 t de biomasa aérea y 1,02 t C. *N. lineata* destaca por poseer la mayor biomasa aérea (1,27 t) y la mayor reserva de carbono (0,64 t). Le sigue *Persea* sp1 con una biomasa aérea intermedia (0,47 t) y una reserva de carbono de 0,23 t. Finalmente, *O. argyrophylla* presenta la menor biomasa aérea (0,28 t) y la menor reserva de carbono (0,14 t). Estos resultados evidencian que las especies de Lauraceae estudiadas son importantes para la captura y almacenamiento de carbono.

**Tabla 8**

*Biomasa aérea y reserva de carbono por especie de la Lauraceae en el bosque montano La Palma*

Especies	B área (t)	RC (t ha <sup>-1</sup> )
<i>Nectandra lineata</i> (Kunth) Rohwer	1,27	0,64
<i>Ocotea argyrophylla</i> Ducke	0,28	0,14
<i>Persea</i> sp1	0,47	0,23
<b>Total</b>	<b>2,05</b>	<b>1,02</b>

#### 4.4 Discusión de resultados

En nuestra investigación se obtuvo que la familia Lauraceae, *Ocotea argyrophylla* Ducke fue la especie con mayor densidad de individuos por hectárea (26), seguido de *Nectandra lineata* (Kunth) Rohwer con una densidad intermedia, de 14 individuos por hectárea y la especie con menor densidad fue *Persea* sp1. con siete individuos por hectárea. Resultados similares reportaron Pinto *et al.* (2023) quienes coinciden en la importancia de Lauraceae como una de las familias más abundantes en los bosques neotropicales. Esto sugiere un patrón general en los ecosistemas. Por su parte, Aosan *et al.* (2023) confirman la importancia de Lauraceae como familia dominante en bosques tropicales, pero se centra en la composición de la comunidad vegetal en general. Estudios realizados por Tolangay y Moktan (2022), San José *et al.* (2021), Santhyami (2021), García *et al.* (2021), Nguyen y Kappas (2020), Villavicencio *et al.* (2020), Silva *et al.* (2021), Peralta (2022) destacan que Lauraceae es una familia clave en los bosques tropicales, subtropicales y montanos, que contribuyen significativamente a la biomasa y al almacenamiento de carbono.

La importancia ecológica de la familia Lauraceae estuvo consistentemente entre las familias más representativas (Valenzuela *et al.*, 2024; Díaz *et al.*, 2023). Las especies de *Ocotea*, particularmente *O. argyrophylla*, mostraron alta densidad e importancia ecológica en múltiples estudios (Castrillón & Giraldo, 2022). La densidad de árboles varió entre sitios, desde 274 hasta 603 individuos por hectárea (Valenzuela *et al.*, 2024).

La densidad por hectárea de la familia Lauraceae varía según los diferentes estudios. En la Reserva Forestal Pasoh, Negeri Sembilan, se registraron un total de 6667 tallos de Lauraceae en el año 2000, representando 11 géneros y 49 especies, con una biomasa aérea estimada en 39,71 t ha<sup>-1</sup> (Nizam *et al.*, 2008). En el Bosque Ombrófilo Mixto (MOF) en Brasil, se encontró que la familia Lauraceae tenía un valor de importancia del 9,51% en

un remanente de 15,2 ha, con 11 especies de árboles identificadas (Kieras *et al.*, 2020). Además, en un estudio en Santa Catarina, el 59,46% de las 37 especies de Lauraceae muestreadas se clasificaron como raras, lo que contribuye a la comprensión de la rareza de las especies en esa región (Fontana *et al.*, 2016). Estos estudios proporcionan información sobre la densidad e importancia de la familia Lauraceae en diferentes ecosistemas forestales. Ante ello, la familia Lauraceae desempeña un papel importante en los ecosistemas naturales, en particular en las regiones montañosas y premontanas. Estudios realizados en Tailandia, Perú y China han documentado una alta diversidad de especies dentro de esta familia, con 24 especies encontradas en el norte de Tailandia (Srisuwan *et al.*, 2024) y hasta 146 especies por hectárea en la selva central de Perú (Giacomotti *et al.*, 2021). Lauraceae suele estar entre las familias más abundantes y ricas en especies en estos bosques, junto con *Melastomataceae*, *Cunoniaceae* y *Rubiaceae* (Burga-Cieza *et al.*, 2021). En China, se han registrado 510 especies nativas de Lauraceae, cuya riqueza de especies disminuye con la latitud y se correlaciona positivamente con el índice de aridez y la precipitación, sin embargo, muchas especies de Lauraceae enfrentan desafíos de conservación, y 99 especies se consideran amenazadas en China debido a la sobreexplotación y la pérdida de hábitat (Tan *et al.*, 2023). por consiguiente La elevación, las propiedades del suelo y los factores climáticos influyen significativamente en la distribución y abundancia de las especies de Lauraceae en estos ecosistemas (Srisuwan *et al.*, 2024)

Se obtuvo que las especies más abundantes fueron *Ocotea argyrophylla* Ducke (20 individuos, 2,7%), *Nectandra lineata* (Kunth) Rohwer (13 individuos, 1,7%) y *Persea* sp1 (5 individuos, 0,6%). La familia Lauraceae exhibe una diversidad y estructura arbórea significativas en diferentes ambientes forestales. La investigación realizada en el Bosque de Protección Pagaibamba en Chota reveló que la familia Lauraceae es la segunda

más diversa, con cinco especies y 108 individuos, mostrando una posición relativa de 15,23% dentro del bosque (Delgado *et al.*, 2020). Del mismo modo, los estudios en el Parque Estatal Araucaria en el sur de Brasil, destacaron la riqueza de especies de Lauraceae, enfatizando su importancia para la conservación del Bosque Ombrófilo Mixto (Passos *et al.*, 2021). Además, las investigaciones en un remanente de 15,2 ha del Bosque Ombrófilo Mixto demostraron que la familia Lauraceae juega un papel crucial en la dinámica del bosque, con 11 especies de árboles identificadas y un valor de importancia de 9,51% (Kieras *et al.*, 2020). Estos hallazgos subrayan colectivamente la composición diversa y la importancia estructural de la familia Lauraceae en varios ecosistemas forestales.

La familia Lauraceae exhibe diferentes niveles de abundancia en diferentes regiones. En el Bosque de Protección Pagaibamba en Chota, Perú, la familia Lauraceae es la segunda más diversa, con un total de 108 individuos y un Índice de Valor de Importancia de 15,40% (Delgado *et al.*, 2020). Por otro lado, en el sur de México, un estudio reveló 120 especies de Lauraceae en 10 géneros, con Chiapas, Oaxaca y Veracruz albergando el mayor número de especies, particularmente en bosques nubosos y selvas tropicales. Las especies endémicas representan el 47,5% de los taxones estudiados, concentrados principalmente en estos estados, con solo 58 especies presentes en las reservas naturales del sur de México (Lorea, 2017).

Con respecto a la abundancia *Ocotea argyrophylla* fue la especie con mayor frecuencia relativa (3,12%), seguido de *Nectandra lineata* (2,13%), y *Persea* sp1 es la especie con menor frecuencia relativa (0,33%). Investigaciones realizadas reportaron La frecuencia relativa de especies en la familia Lauraceae varía entre diferentes regiones, estudio realizado por Delgado *et al.* (2020) anotan un IVI de 15,40%. En Santa Catarina, representó el 59,46% de las 37 especies de Lauraceae (Fontana *et al.*, 2016). Además, el

género *Ocotea*, que es un componente importante de la familia Lauraceae, comprende alrededor de 450 especies, predominantemente neotropicales, con diferentes niveles de diversidad genética y distribución en diferentes continentes (Trofimov *et al.*, 2022). Resultados similares reportaron Kieras *et al.* (2020) y Delgado *et al.* (2020) quienes obtuvieron que la familia Lauraceae alcanzó un IVI de 9,51% y 15,40% respectivamente, estos resultados resaltan la importancia ecológica y el impacto de la familia Lauraceae en varios ecosistemas forestales.

Con respecto a la biomasa aérea entre las parcelas, los valores oscilaron de 0,19 t ha<sup>-1</sup> a 22,63 t ha<sup>-1</sup>. Resultados similares reportaron Nizam *et al.* (2008) quienes estimaron una biomasa aérea total de 39,71 t ha<sup>-1</sup> para la familia Lauraceae en la Reserva Forestal Pasoh, con el género *Litsea* como el mayor contribuyente. Los autores reportaron una distribución aleatoria de esta familia en el área de estudio. Similarmente, Silva *et al.* (2021) encontraron que *Beilschmiedia sulcata*, una especie de Lauraceae, almacenó 152,61 t ha<sup>-1</sup>. Estos estudios resaltan la importancia de la familia Lauraceae en el almacenamiento de carbono forestal y evidencian la variabilidad en la biomasa aérea de esta familia entre diferentes ecosistemas y especies.

Resultados similares se reportaron en la India, la familia Lauraceae fue una de las familias dominantes en un bosque de reserva comunitaria (Aosanen *et al.*, 2023), en el mismo lugar Tolangay y Moktan (2022) reportó que la familia Lauraceae representó el 18% de la comunidad arbórea en bosques subtropicales. Por su parte Nguyen y Kappas (2020) en Vietnam, obtuvieron que la familia Lauraceae fue una de las más abundantes en un bosque siempre verde latifoliado. Santhyami (2021) en Indonesia, obtuvo que la familia Lauraceae fue una de las familias más ricas en un bosque sagrado, coincidiendo con lo obtenido por Li *et al.* (2023) donde en China anotan que la familia Lauraceae fue una de las familias principales en un bosque subtropical. En Ecuador se describen mejores

resultados donde se obtuvo que la familia Lauraceae almacenó  $35,6 \pm 0,7 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ C}$  en el bosque montano (Tierres *et al.*, 2020). La familia Lauraceae es una familia de plantas leñosas que juega un papel importante en el almacenamiento de carbono en los bosques tropicales.

La importancia ecológica de varios ecosistemas forestales en América del Sur, destacan que los bosques andinos juegan un papel crucial en la regulación del carbono, con estimaciones que van desde  $103,1 \text{ Mg ha}^{-1}$  a  $206,22 \text{ Mg ha}^{-1}$  de biomasa aérea. Los bosques de galería en Paraguay mostraron un menor almacenamiento de carbono a  $69,48 \text{ tC ha}^{-1}$  (Díaz *et al.*, 2023). En los bosques andinos colombianos, las familias *Rubiaceae*, *Lauraceae* y *Melastomataceae* fueron ecológicamente importantes, siendo *Wettinia kalbreyeri* una especie clave (Castrillón & Giraldo, 2022). Estos estudios resaltan la importancia de los diversos ecosistemas forestales en el secuestro de carbono y la conservación de la biodiversidad, enfatizando la necesidad de su protección y manejo sostenible

#### 4.5 Contratación de hipótesis

**Ho:** La familia Lauraceae en el bosque montano La Palma, Chota, presenta una reserva de carbono menor a  $80 \text{ t ha}^{-1}$  en su biomasa aérea.

**H1:** La familia Lauraceae en el bosque montano La Palma, Chota, presenta una reserva de carbono mayor a  $80 \text{ t ha}^{-1}$  en su biomasa aérea.

En el presente estudio, se evaluó la reserva de carbono en la biomasa aérea de la familia Lauraceae en el bosque montano La Palma, Chota (Tabla 9). A partir del análisis de los datos, se rechaza la Ho: La familia Lauraceae en el bosque montano La Palma, Chota, presenta una reserva de carbono menor a  $80 \text{ t ha}^{-1}$  en su biomasa aérea, y se acepta la

hipótesis alterna H1. Se ha encontrado evidencia suficiente, mediante la medición de la biomasa aérea, para concluir que la familia Lauraceae posee una reserva de carbono en su biomasa aérea superior a 80 t.

**Tabla 9**

*Contratación de hipótesis*

<b>Familia</b>	<b>Área de estudio (ha)</b>	<b>B área (t ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>RC (t ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Costo por tonelada</b>	<b>Costo total</b>
Lauraceae	7,25	164,0	81,6	\$50	\$4,080

Estudios recientes en Perú han resaltado la importancia del secuestro de carbono y su valor económico en varios ecosistemas. En la región de la Puna seca, se encontró que las formaciones vegetales almacenan más de 13.5 millones de toneladas métricas de CO<sub>2</sub> equivalente, valoradas en aproximadamente \$86 millones (Medina et al., 2020). Los humedales costeros también demuestran un potencial significativo de almacenamiento de carbono, con estimaciones que oscilan entre 64 y 77 TnC ha<sup>-1</sup> en diferentes comunidades vegetales (Chavez y Aponte, 2023). Perú ha implementado varios mecanismos para abordar el cambio climático, incluyendo 169 proyectos de Mecanismo de Desarrollo Limpio en el sector energético y proyectos REDD+ en áreas protegidas, que se proyecta que reducirán las emisiones de carbono en 25.48 millones de toneladas durante una década (Dilas et al., 2020). Un estudio exhaustivo sobre las vías de descarbonización sugiere que lograr emisiones netas de CO<sub>2</sub> cero para 2050 es factible y podría generar beneficios netos de 161 mil millones de dólares (Quirós et al., 2021).

La familia Lauraceae tiene un valor económico y medicinal significativo, con especies que producen aceites esenciales y compuestos bioactivos utilizados en varias industrias (Feng et al., 2022). La investigación sobre cuatro especies amazónicas de Lauraceae reveló fracciones volátiles prometedoras para aplicaciones industriales, lo que sugiere

posibles alternativas a la explotación maderera (Muñoz et al., 2024). Una revisión de sesquiterpenos y diterpenos de Lauraceae destacó sus diversas bioactividades, incluyendo citotoxicidad, antiinflamación y propiedades antioxidantes. Los aceites esenciales de las plantas Lauraceae demuestran actividad antibacteriana contra patógenos comunes, con concentraciones inhibitorias mínimas que van de 0,2 a 1000  $\mu\text{g/mL}$  (Feng et al., 2022). En China, donde se encuentran 510 especies nativas de Lauraceae, 99 se consideran amenazadas debido a la sobreexplotación y pérdida de hábitat. Si bien la mayoría de las especies amenazadas están protegidas en reservas naturales, algunas, incluidas dos especies protegidas a nivel nacional, carecen de cobertura de conservación, lo que requiere esfuerzos urgentes de conservación in situ (Tan et al., 2023).

## CAPÍTULO V.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 CONCLUSIONES

La familia Lauraceae, en seis parcelas, almacena un total de 2263 kg C, con un promedio de 3,77 t ha<sup>-1</sup>, con parcela P6 teniendo mayor reserva de carbono y la parcela P3 más pequeña reserva de carbono. Esto confirma el papel relevante de esta familia en la captura y almacenamiento de carbono, contribuyendo así a mitigar los efectos del cambio climático.

Se identificó que *Ocotea argyrophylla* es la especie con mayor densidad de individuos (33 por hectárea) en la familia Lauraceae, seguida por *Nectandra lineata* (22 por hectárea) y *Persea* sp1 (7 por hectárea). Estos resultados sugieren que *Ocotea argyrophylla* desempeña un papel ecológico clave en el ecosistema, potencialmente influyendo en procesos como la dinámica de regeneración, la estructura del bosque y los ciclos biogeoquímico.

Se obtuvo que el bosque montano La Palma, la familia Lauraceae presenta una baja diversidad de especies con alta dominancia de *Ocotea argyrophylla*, *Nectandra lineata* y *Persea* sp1.

Se investigó que las especies de la familia Lauraceae acumulan 1,02 t C ha, *Nectandra lineata* destaca por poseer la mayor biomasa aérea (1,27 t) y la mayor reserva de carbono (0,64 t C ha<sup>-1</sup>). seguido de *Persea* sp1 con una biomasa aérea intermedia (0,47 t) y una reserva de carbono de (0,23 t C ha<sup>-1</sup>). Finalmente, *Ocotea argyrophylla* presentó la menor biomasa aérea (0,28 t) y la menor reserva de carbono (0,14 t C ha<sup>-1</sup>).

## **5.2 RECOMENDACIONES**

A los investigadores emplear metodologías de muestreos estandarizadas para obtener datos precisos sobre la distribución espacial y la abundancia poblacional de las especies de Lauraceae. La información generada será crucial para establecer líneas base para el monitoreo a largo plazo y la implementación de estrategias de conservación efectivas.

A los tesisistas de la UNACH desarrollar proyectos de investigación que exploren en profundidad el rol ecológico de las especies de Lauraceae dentro del bosque montano La Palma. Esto podría incluir estudios sobre sus interacciones con la fauna local, su contribución a la estructura y funcionamiento del ecosistema, y análisis detallados de la dinámica del carbono, incluyendo tasas de secuestro, almacenamiento en biomasa y su ciclo dentro de estas especies

Se insta al Gobierno Regional a implementar políticas y programas concretos dirigidos a la conservación activa de las especies de Lauraceae en el bosque montano La Palma. Esto implica la identificación y protección de áreas críticas que albergan poblaciones significativas, especialmente de especies consideradas raras o amenazadas. Asimismo, fortalecer los mecanismos de control y vigilancia para prevenir la deforestación y la degradación del hábitat.

A la Gerencia de Recursos Naturales es importante realizar estudios más amplios en diferentes zonas del bosque montano La Palma para determinar la distribución y abundancia de las especies de Lauraceae.

## CAPÍTULO VI.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmad, A., Gilani, H., & Ahmad, S. R. (2021). Forest Aboveground Biomass Estimation and Mapping through High-Resolution Optical Satellite Imagery—A Literature Review. *Forests*, 12(7), Article 7. <https://doi.org/10.3390/f12070914>
- Alavi, G., Diels, J., Gilles, J., & Willems, P. (2022). Soil organic carbon in Andean high-mountain ecosystems: Importance, challenges, and opportunities for carbon sequestration. *Regional Environmental Change*, 22(4), 128. <https://doi.org/10.1007/s10113-022-01980-6>
- Ali, A., Lin, S.-L., He, J.-K., Kong, F.-M., Yu, J.-H., & Jiang, H.-S. (2019). Big-sized trees overrule remaining trees' attributes and species richness as determinants of aboveground biomass in tropical forests. *Global Change Biology*, 25(8), 2810-2824. <https://doi.org/10.1111/gcb.14707>
- Aosanen, A., Changkija, S., Brearley, F. Q., & Tripathi, S. K. (2023). Plant Community Composition and Carbon Stocks of a Community Reserve Forest in North-East India. *Forests*, 14(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/f14020245>
- Aquino, R., López, L., Falcón, R., Diaz, S., & Galvez, H. (2019). First Inventory of Primates in the Montane Forests of the Pasco and Ucayali Regions, Peruvian Amazon. *Primate Conservation*, 33, 1-11.
- Aragón, S., Salinas, N., Nina-Quispe, A., Quellon, V. H., Paucar, G. R., Huaman, W., Porroa, P. C., Olarte, J. C., Cruz, R., Muñoz, J. G., Yupayccana, C. S., Espinoza, T. E. B., Tito, R., Cosio, E. G., & Roman-Cuesta, R. M. (2021). Aboveground biomass in secondary montane forests in Peru: Slow carbon recovery in agroforestry legacies. *Global Ecology and Conservation*, 28, e01696. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01696>
- Bax, V., Castro-Nunez, A., & Francesconi, W. (2021). Assessment of Potential Climate Change Impacts on Montane Forests in the Peruvian Andes: Implications for Conservation Prioritization. *Forests*, 12(3), Article 3. <https://doi.org/10.3390/f12030375>

- Brown, H. C. A., Berninger, F. A., Larjavaara, M., & Appiah, M. (2020). Above-ground carbon stocks and timber value of old timber plantations, secondary and primary forests in southern Ghana. *Forest Ecology and Management*, 472, 118236. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118236>
- Buragohain, M. K., Dar, A. A., Babu, K. N., & Parthasarathy, N. (2023). Tree community structure, carbon stocks and regeneration status of disturbed lowland tropical rain forests of Assam, India. *Trees, Forests and People*, 11, 100371. <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2023.100371>
- Burga-Cieza, A. M., Burga-Cieza, J. J., Alcalde-Alfaro, V. W., Martínez-Sovero, G., Iglesias-Osores, S., & Villena-Velásquez, J. J. (2020). *Caracterización florística del relicto Los Lanches del Bosque Montano Las Palmas – Chota, Perú*. SciELO Preprints. <https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.1092>
- Burga-Cieza, A. M., Cieza, J. B., Iglesias-Osores, S., Alcalde-Alfaro, V. W., Martínez-Sovero, G., Dávila-Estela, L., & Villena-Velásquez, J. J. (2021). Estructura, diversidad y endemismo de la flora del relicto Los Lanches del bosque montano Las Palmas, Cajamarca, Perú. *Ciencia Amazónica (Iquitos)*, 9(1), Article 1. <https://doi.org/10.22386/ca.v9i1.319>
- Campos, J. W. (2020). Metodologías de muestreo de la diversidad florística. *Universidad Nacional de Cajamarca*. <https://doi.org/10/C34-M>
- Castrillón, C. A. D., & Giraldo, J. A. S. (2022). Estructura y diversidad florística de dos bosques andinos en el Resguardo Indígena Nuestra Señora Candelaria de La Montaña (Riosucio, Caldas, Colombia). *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural*, 26(2), Article 2. <https://doi.org/10.17151/bccm.2022.26.2.1>
- Chan, G., De Jong, B. H. J., González-Valdivia, N. A., López-Hernández, J. C., Morales-Ruiz, D. E., Venegas-Venegas, J. A., Reyes-Sosa, M., & Aryal, D. R. (2022). Densidad de madera de especies arbóreas dominantes de la selva tropical subperennifolia de Calakmul, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 9(3). <https://doi.org/10.19136/era.a9n3.3386>

- Chavez, R., & Aponte, H. (2023). Carbono en el Pacífico sudamericano: Reservas en comunidades vegetales de un humedal costero en Perú. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*.  
<https://doi.org/10.18257/raccefyn.1925>
- Cuni-Sanchez, A., Sullivan, M. J. P., Platts, P. J., Lewis, S. L., Marchant, R., Imani, G., Hubau, W., Abiem, I., Adhikari, H., Albrecht, T., Altman, J., Amani, C., Aneseyee, A. B., Avitabile, V., Banin, L., Batumike, R., Bauters, M., Beeckman, H., Begne, S. K., ... Zibera, E. (2021). High aboveground carbon stock of African tropical montane forests. *Nature*, 596(7873), Article 7873. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03728-4>
- Da Silva, A., de Souza, I., de Souza, J. M. T., Schaffrath, V. R., Galvão, F., & Bohn Reckziegel, R. (2023). Urban Parks in Curitiba as Biodiversity Refuges of Montane Mixed Ombrophilous Forests. *Sustainability*, 15(2), Article 2.  
<https://doi.org/10.3390/su15020968>
- Delgado, Delgado Benavides, A., & Gustavo Martínez Sovero. (2020). Diversidad y estructura arbórea de la familia Lauraceae en el Bosque de Protección Pagaibamba -Querocoto, Chota. *Revista Nor@ndina*, 2(2), 88-95. <https://doi.org/10.37518/2663-6360X2020v2n2p88>
- Díaz, S. E., Londoño-Hernández, D. J., & Ariza-Corté, W. (2023). Análisis ecológico de comunidades en la vegetación arbórea del parque Chicaque, Cundinamarca. *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural*, 27(2), Article 2.  
<https://doi.org/10.17151/bccm.2023.27.2.3>
- Dilas, J. O., Mugruza-Vassallo, C. A., & Peña, J. L. M. (2023). Composición, diversidad y estructura arbórea en un bosque de neblina sobre 2 100 msnm en el Perú. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 11(1), Article 1.
- Dilas, J. O., Ortecho, R., & Alvarez, A. (2020). Captura de Carbono: Un enfoque sobre el cambio climático y los servicios ecosistémicos en el Perú. *Alpha Centauri*, 1(2), 02-14.  
<https://doi.org/10.47422/ac.v1i2.8>

- Estoque, R. C., Dasgupta, R., Winkler, K., Avitabile, V., Johnson, B. A., Myint, S. W., Gao, Y., Ooba, M., Murayama, Y., & Lasco, R. D. (2022). Spatiotemporal pattern of global forest change over the past 60 years and the forest transition theory. *Environmental Research Letters*, 17(8), 084022. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac7df5>
- Farias, K. S., Alves, F. M., Santos-Zanuncio, V. S., de Sousa Jr, P. T., Silva, D. B., & Carollo, C. A. (2023). Global distribution of the chemical constituents and antibacterial activity of essential oils in Lauraceae family: A review. *South African Journal of Botany*, 155, 214-222. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2023.02.028>
- Feng, H., Jiang, Y., Cao, H., Shu, Y., Yang, X., Zhu, D., & Shao, M. (2022). Chemical characteristics of the sesquiterpenes and diterpenes from Lauraceae family and their multifaceted health benefits: A review. *Heliyon*, 8(12), e12013. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e12013>
- Fontana, C., Gasper, A. L. D., & Sevegnani, L. (2016). A raridade das espécies arbóreas de Lauraceae no planalto do Estado de Santa Catarina, Brasil. *Hoehnea*, 43(3), 361-369. <https://doi.org/10.1590/2236-8906-95/2015>
- García, Y., Arteaga-Crespo, Y., Torres-Navarrete, B., Bravo-Medina, C., Robles-Morillo, M., García-Quintana, Y., Arteaga-Crespo, Y., Torres-Navarrete, B., Bravo-Medina, C., & Robles-Morillo, M. (2021). Biomasa aérea de familias botánicas en un bosque siempreverde piemontano sometido a grados de intervención. *Colombia Forestal*, 24(1), 45-59. <https://doi.org/10.14483/2256201x.15939>
- García, Y., Arteaga-Crespo, Y., Torres-Navarrete, B., Bravo-Medina, C., & Robles-Murillo, M. (2021). Biomasa aérea de familias botánicas en un bosque siempreverde piemontano sometido a grados de intervención. *Colombia forestal*, 24(1), 45-59. <https://doi.org/10.14483/2256201X.15939>
- Giacomotti, J., Reynel, C., Fernandez-Hilario, R., Revilla, I., Palacios-Ramos, S., Terreros-Camac, S., Daza, A., & Linares-Palomino, R. (2021). DIVERSIDAD Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA EN UN GRADIENTE ALTITUDINAL EN CHANCHAMAYO, SELVA

<https://doi.org/10.24841/fa.v30i1.533>

- Gordillo, M. C., Pérez Farrera, M. Á., & Castillo Santiago, M. Á. (2020). Estructura y composición arbórea del bosque tropical caducifolio secundario en la Depresión Central, Chiapas, México. *Madera y Bosques*, 26(3). <https://doi.org/10.21829/myb.2020.2632055>
- Grossiord, C. (2020). Having the right neighbors: How tree species diversity modulates drought impacts on forests. *New Phytologist*, 228(1), 42-49. <https://doi.org/10.1111/nph.15667>
- Halder, I., Castagneyrol, B., Ordóñez, C., Bravo, F., del Río, M., Perrot, L., & Jactel, H. (2019). Tree diversity reduces pine infestation by mistletoe. *Forest Ecology and Management*, 449, 117470. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117470>
- Hernández, H.-E., Andrade, H.-J., Suárez-Salazar, J.-C., Sánchez-A., J.-R., Gutiérrez-S., D.-R., Gutiérrez-García, G.-A., Trujillo-Trujillo, E., Casanoves, F., Hernández-Núñez, H.-E., Andrade, H.-J., Suárez-Salazar, J.-C., Sánchez-A., J.-R., Gutiérrez-S., D.-R., Gutiérrez-García, G.-A., Trujillo-Trujillo, E., & Casanoves, F. (2021). Almacenamiento de carbono en sistemas agroforestales en los Llanos Orientales de Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 69(1), 352-368. <https://doi.org/10.15517/rbt.v69i1.42959>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2019). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (1° Edición). McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V. México. 714 p.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw Hill educación. <http://repositorio.uasb.edu.bo/handle/54000/1292>
- Huamán, P. (2022). Patrones en la composición florística de la vegetación en la microcuenca Rio Grande, La Encañada – Cajamarca. *Universidad Nacional de Cajamarca*. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/5069>
- Jin, S., Su, Y., Song, S., Xu, K., Hu, T., Yang, Q., Wu, F., Xu, G., Ma, Q., Guan, H., Pang, S., Li, Y., & Guo, Q. (2020). Non-destructive estimation of field maize biomass using terrestrial

- lidar: An evaluation from plot level to individual leaf level. *Plant Methods*, 16(1), 69.  
<https://doi.org/10.1186/s13007-020-00613-5>
- Kieras, W. S., Machado, S. D. A., Pelissari, A. L., Cysneiros, V. C., & Da Silva, S. A. (2020). INFLUENCE OF THE LAURACEAE FAMILY ON THE DYNAMICS OF A MIXED OMBROPHILOUS FOREST REMNANT. *FLORESTA*, 51(1), 164.  
<https://doi.org/10.5380/rf.v51i1.67629>
- Kołodziej, P., Margielewski, W., Gałka, M., Karpińska-Kołodziej, M., Buczek, K., Lamentowicz, M., Borek, A., Zernitskaya, V., & Marcisz, K. (2020). Towards the understanding the impact of fire on the lower montane forest in the Polish Western Carpathians during the Holocene. *Quaternary Science Reviews*, 229, 106137.  
<https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2019.106137>
- Llerena, C. M. (2023). *Composición y diversidad florística de un área de bosque nuboso en la cuenca del río San Alberto, Oxapampa, Pasco*.  
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/6004>
- Lorea, F. G. (2017). La familia Lauraceae en el sur de México: Diversidad, distribución y estado de conservación. *Botanical Sciences*, 71, 59-70. <https://doi.org/10.17129/botsci.1663>
- Mahmood, H., Siddique, M. R. H., Islam, S. M. Z., Abdullah, S. M. R., Matieu, H., Iqbal, Md. Z., & Akhter, M. (2020). Applicability of semi-destructive method to derive allometric model for estimating aboveground biomass and carbon stock in the Hill zone of Bangladesh. *Journal of Forestry Research*, 31(4), 1235-1245.  
<https://doi.org/10.1007/s11676-019-00881-5>
- Mayorga, J. C. T., Esponda, D. C., Chávez, E. S., & Quezada, M. C. (2020). Potencial de carbono en el estrato arbóreo de un bosque siempreverde de tierras bajas, Sucumbíos—Ecuador. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 8(2), Article 2.
- Mazlan, S. M., Jaafar, W. S. W. M., Omar, H., Teh, Y. A., & Cutler, M. E. J. (2023). Assessing Forest Carbon Accumulation Potential Across Different Treatments using Field Inventory Data. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1167(1), 012028. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1167/1/012028>

- Medina, C. E., Medina, Y. K., & Bocardo, E. F. (2020). Valoración económica del secuestro y almacenamiento de carbono en la puna seca del suroeste del Perú. *Bosque (Valdivia)*, *41*(2), 165-172. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002020000200165>
- More, A., Devenish, C., Carrillo-Tavara, K., Piana, R. P., Lopez-Malaga, C., Vega-Guarderas, Z., & Nuñez-Cortez, E. (2022). Distribution and conservation status of the mountain tapir (Tapirus pinchaque) in Peru. *Journal for Nature Conservation*, *66*, 126130. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2022.126130>
- Mosyafiani, A., Wahyu, A., Kaswanto, K., Wiyoga, H., Syasita, N., Septa, A. F., & Djauhari, D. (2022). Monitoring and analyzing tree diversity using i-Tree eco to strengthen urban forest management. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, *23*(8), Article 8. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d230822>
- Muñoz, A., López, R., González, M. C., Castillo, O. J., Cervantes-Díaz, M., & Celis, M. (2024). Prospecting for non-timber forest products by chemical analysis of four species of Lauraceae from the Amazon region of Colombia. *Journal of Wood Science*, *70*(1), 33. <https://doi.org/10.1186/s10086-024-02148-y>
- Mwaluseke, M. L., Mwakalukwa, E. E., & Maliondo, S. M. S. (2023). Vegetation composition, diversity, stand structure and carbon stock of a dry evergreen montane forest of Lendikinya forest reserve in Tanzania. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, *24*(1), Article 1. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d240164>
- Nguyen, T. D., & Kappas, M. (2020). Estimating the Aboveground Biomass of an Evergreen Broadleaf Forest in Xuan Lien Nature Reserve, Thanh Hoa, Vietnam, Using SPOT-6 Data and the Random Forest Algorithm. *International Journal of Forestry Research*, *2020*, e4216160. <https://doi.org/10.1155/2020/4216160>
- Nizam, M. S., Norfazlina, B., Latiff, A., & Supardi, N. (2008). Dynamics of Lauraceae trees and their biomass in the 50-ha plot at Pasoh Forest Reserve, Negeri Sembilan, Malaysia. *Sains Malaysiana*, *37*(1), 21-32.
- Osuri, A. M., Gopal, A., Raman, T. R. S., DeFries, R., Cook-Patton, S. C., & Naeem, S. (2020). Greater stability of carbon capture in species-rich natural forests compared to species-

- poor plantations. *Environmental Research Letters*, 15(3), 034011.  
<https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab5f75>
- Padial, J. M., & De la Riva, I. (2021). A paradigm shift in our view of species drives current trends in biological classification. *Biological Reviews*, 96(2), 731-751.  
<https://doi.org/10.1111/brv.12676>
- Passos, M. G. D., Prado, G. P. D., Fontana, C., & Bianchini, E. (2021). Structure and Tree Diversity in a Mixed Ombrophilous Forest Remnant, Southern Brazil. *Floresta e Ambiente*, 28(2), e20200064. <https://doi.org/10.1590/2179-8087-floram-2020-0064>
- Peralta, M. A. (2022). *Estimación de carbono almacenado en la biomasa aérea del bosque montano Los Lanches, Chota – Perú*.  
<http://repositorio.unach.edu.pe/handle/20.500.14142/199>
- Perea, M. A., Andrade, H. J., & Segura-Madrigal, M. A. (2021). Estimación de Biomasa Aérea y Carbono con Teledetección en Bosques Alto-Andinos de Boyacá, Colombia. Estudio de caso: Santuario de Fauna y Flora Iguaque. *Revista Cartográfica*, 102, Article 102.  
<https://doi.org/10.35424/rcarto.i102.821>
- Pérez, J. J., Telles Antonio, R., Alanís Rodríguez, E., Yerena Yamallel, J. I., García García, D. A., & Gómez Cárdenas, M. (2020). Estimación del carbono almacenado en una plantación de *Tectona grandis* L. f. Mediante ecuaciones alométricas. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 11(57). <https://doi.org/10.29298/rmcf.v11i57.550>
- Pinto, E., Cuesta, F., Bernardi, A., Llerena-Zambrano, M., Pérez, Á. J., van der Sande, M. T., Gosling, W., & Burgess, K. S. (2023). Determinants of above-ground carbon stocks and productivity in secondary forests along a 3000-m elevation gradient in the Ecuadorian Andes. *Plant Ecology & Diversity*, 0(ja).  
<https://doi.org/10.1080/17550874.2023.2274844>
- Poley, L., & McDermid, G. (2020). A Systematic Review of the Factors Influencing the Estimation of Vegetation Aboveground Biomass Using Unmanned Aerial Systems. *Remote Sensing*, 12(7), Article 7. <https://doi.org/10.3390/rs12071052>

- Quirós, J., Godínez, G., De La Torre Ugarte Pierrend, D. G., Heros, C., Lazo Lazo, J., Ruiz, E., Quispe, B., Diez Canseco, D., Garro, F., Mora, J., Eguren, L., Sandoval, M., Campos, S., Salmeri, M., Baron, R., Fernández-Baca, J., Iju Fukushima, A. S., Saavedra, V., & Vogt-Schilb, A. (2021). *Costos y beneficios de la carbono-neutralidad en Perú: Una evaluación robusta*. Inter-American Development Bank. <https://doi.org/10.18235/0003286>
- Rasingam, L., & Karthigeyan, K. (2021). **Two new names in the family Lauraceae**. *Phytotaxa*, 491(2), Article 2. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.491.2.9>
- Rodman, K. C., Veblen, T. T., Battaglia, M. A., Chambers, M. E., Fornwalt, P. J., Holden, Z. A., Kolb, T. E., Ouzts, J. R., & Rother, M. T. (2020). A changing climate is snuffing out post-fire recovery in montane forests. *Global Ecology and Biogeography*, 29(11), 2039-2051. <https://doi.org/10.1111/geb.13174>
- Ruelas, D., Pacheco, V., Inche, B., & Tinoco, N. (2021). A preliminary review of *Nephelomys albicularis* (Tomes, 1860) (Rodentia: Cricetidae), with the description of a new species from the Peruvian montane forests. *Zootaxa*, 5027(2), 175-210. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.5027.2.3>
- San José, M., Werden, L., Peterson, C. J., Oviedo-Brenes, F., & Zahawi, R. A. (2021). Large tree mortality leads to major aboveground biomass decline in a tropical forest reserve. *Oecologia*, 197(3), 795-806. <https://doi.org/10.1007/s00442-021-05048-w>
- Santhyami, S. (2021). Tree Community Structure and Aboveground Carbon Stock of Sacred Forest in Pasaman, West Sumatera. *BIOTROPIA - The Southeast Asian Journal of Tropical Biology*, 28(3), Article 3. <https://doi.org/10.11598/btb.2021.28.3.1416>
- Santos, M. L. dos, Leite, H. G., Cavalcante, V. S., Fernandes, L. V., & Neves, J. C. L. (2022). Allometric equations for biomass and contents of macronutrients in a young *Tectona grandis* stand. *Revista Brasileira de Ciência Do Solo*, 46, e0220030. <https://doi.org/10.36783/18069657rbcs20220030>

- Savidge, R. A. (2023). Intrinsic Regulation of Diameter Growth in Woody Plants. *Forests*, *14*(5), Article 5. <https://doi.org/10.3390/f14051065>
- Silva, F. Z. da, Raffo, D. C. D., Idrogo, C. R., & Paredes, G. D. (2021). Estructura y biomasa arbórea del Refugio de Vida Silvestre Laquipampa, Lambayeque, Perú. *Paubrasilia*, *4*, e0055-e0055. <https://doi.org/10.33447/paubrasilia.2021.e0055>
- Sione, S. M. J., Andrade-Castañeda, H. J., Ledesma, S. G., Rosenberger, L. J., Oszust, J. D., & Wilson, M. G. (2019). Aerial biomass allometric models for *Prosopis affinis* Spreng. In native Espinal forests of Argentina. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, *23*, 467-473. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v23n6p467-473>
- Sotomayor Castellanos, J. R., Ávila Calderón, L. E. A., Sotomayor Castellanos, J. R., & Ávila Calderón, L. E. A. (2020). Densidad y módulo dinámico de tres maderas mexicanas impregnadas con boro. Evaluación con vibraciones transversales. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, *8*(1), 176-190. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2310-34692020000100176&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2310-34692020000100176&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Srisuwan, S., Sungkaew, S., Wachrinrat, C., Asanok, L., Kamyo, T., Thinkampheang, S., Kachina, P., Hermhuk, S., Phumphueng, W., Yarnvudhi, A., & Marod, D. (2024). Diversity and spatial distribution of Lauraceae tree species in Lower Montane Forest at Doi Suthep-Pui National Park, Northern Thailand. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, *25*(10), Article 10. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d251013>
- Stenfert, J., Batista, P. V. G., Jacobs, S. R., Breuer, L., Quinton, J. N., & Rufino, M. C. (2020). Agricultural land is the main source of stream sediments after conversion of an African montane forest. *Scientific Reports*, *10*(1), Article 1. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-71924-9>
- Štursová, M., Šnajdr, J., Koukol, O., Tláškal, V., Cajthaml, T., & Baldrian, P. (2020). Long-term decomposition of litter in the montane forest and the definition of fungal traits in the successional space. *Fungal Ecology*, *46*, 100913. <https://doi.org/10.1016/j.funeco.2020.100913>

- Tan, C., Ferguson, D. K., Tang, Z., & Yang, Y. (2023a). Distribution and conservation of the Lauraceae in China. *Global Ecology and Conservation*, 46, e02566. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2023.e02566>
- Tan, C., Ferguson, D. K., Tang, Z., & Yang, Y. (2023b). Distribution and conservation of the Lauraceae in China. *Global Ecology and Conservation*, 46, e02566. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2023.e02566>
- Tan, C., Ferguson, D. K., Tang, Z., & Yang, Y. (2023c). Distribution and conservation of the Lauraceae in China. *Global Ecology and Conservation*, 46, e02566. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2023.e02566>
- Tan, C., Ferguson, D. K., Tang, Z., & Yang, Y. (2023d). Distribution and conservation of the Lauraceae in China. *Global Ecology and Conservation*, 46, e02566. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2023.e02566>
- Thrippleton, T., Temperli, C., Krumm, F., Mey, R., Zell, J., Stroheker, S., Gossner, M. M., Bebi, P., Thürig, E., & Schweier, J. (2023). Balancing disturbance risk and ecosystem service provisioning in Swiss mountain forests: An increasing challenge under climate change. *Regional Environmental Change*, 23(1), 29. <https://doi.org/10.1007/s10113-022-02015-w>
- Tolangay, D., & Moktan, S. (2022). *Assessment of carbon stock and sequestration potential in sub-tropical forests of Darjeeling, eastern Himalaya*.
- Torres, B., Bravo, C., Torres, A., Tipán-Torres, C., Vargas, J. C., Herrera-Feijoo, R. J., Heredia-R, M., Barba, C., & García, A. (2023). Carbon Stock Assessment in Silvopastoral Systems along an Elevational Gradient: A Study from Cattle Producers in the Sumaco Biosphere Reserve, Ecuadorian Amazon. *Sustainability*, 15(1), Article 1. <https://doi.org/10.3390/su15010449>
- Trautenmüller, J. W., Péllico Netto, S., Balbinot, R., Watzlawick, L. F., Dalla Corte, A. P., Sanquetta, C. R., & Behling, A. (2021). Regression estimators for aboveground biomass and its constituent parts of trees in native southern Brazilian forests. *Ecological Indicators*, 130, 108025. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.108025>

- Trofimov, D., Cadar, D., Schmidt-Chanasit, J., Rodrigues De Moraes, P. L., & Rohwer, J. G. (2022). A comparative analysis of complete chloroplast genomes of seven *Ocotea* species (Lauraceae) confirms low sequence divergence within the *Ocotea* complex. *Scientific Reports*, *12*(1), 1120. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-04635-4>
- Tubiello, F. N., Conchedda, G., Wanner, N., Federici, S., Rossi, S., & Grassi, G. (2021). Carbon emissions and removals from forests: New estimates, 1990–2020. *Earth System Science Data*, *13*(4), 1681-1691. <https://doi.org/10.5194/essd-13-1681-2021>
- Valenzuela, X. G. V., Verdugo, R. B. M., Cuásquer, J. F. T., & Anguaya, L. A. C. (2024). Estructura y composición florística de un ecosistema forestal en Brillasol, parroquia García Moreno del cantón Cotacachi. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, *6*(6), 333-360. <https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v6i6.1289>
- Vancine, M. H., Muylaert, R. L., Niebuhr, B. B., Oshima, J. E. de F., Tonetti, V., Bernardo, R., Angelo, C. D., Rosa, M. R., Grohmann, C. H., & Ribeiro, M. C. (2023). *The Atlantic Forest of South America: Spatiotemporal dynamics of remaining vegetation and implications for conservation* (p. 2023.09.16.558076). bioRxiv. <https://doi.org/10.1101/2023.09.16.558076>
- Velasco, E., & Chen, K. W. (2019). Carbon storage estimation of tropical urban trees by an improved allometric model for aboveground biomass based on terrestrial laser scanning. *Urban Forestry & Urban Greening*, *44*, 126387. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.126387>
- Velásquez, J. O. (2015). *Protocolo de restauración ecológica para zonas de alta ñontaña en la región norte de los Andes Colombianos* [Http://purl.org/dc/dcmitype/Text, Universidad de Córdoba (ESP)]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=66259>
- Villavicencio, E. E., Mendoza-Morales, S., & Méndez Gonzalez, J. (2020). Modelo para predecir biomasa foliar seca de *Litsea parvifolia* (Hemsl.) Mez. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, *11*(58). <https://doi.org/10.29298/rmcf.v11i58.642>
- Wang, G., Zhang, Y., Guan, D., Xiao, L., & Singh, M. (2021). The potential of mature *Sonneratia* apetala plantations to enhance carbon stocks in the Zhanjiang Mangrove National Nature

Reserve. *Ecological Indicators*, 133, 108415.

<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.108415>

Xavier, J. K. A. M., Maia, L., Figueiredo, P. L. B., Folador, A., Ramos, A. R., Andrade, E. H.,

Maia, J. G. S., Setzer, W. N., & da Silva, J. K. R. (2021). Essential Oil Composition and DNA Barcode and Identification of *Aniba* species (Lauraceae) Growing in the Amazon Region. *Molecules*, 26(7), Article 7. <https://doi.org/10.3390/molecules26071914>

Xi, L., Shu, Q., Sun, Y., Huang, J., & Song, H. (2023). Carbon storage estimation of mountain forests based on deep learning and multisource remote sensing data. *Journal of Applied Remote Sensing*, 17(1), 014510. <https://doi.org/10.1117/1.JRS.17.014510>

Zhou, R., Ci, X., Hu, J., Zhang, X., Cao, G., Xiao, J., Liu, Z., Li, L., Thornhill, A. H., Conran, J. G., & Li, J. (2023). Transitional areas of vegetation as biodiversity hotspots evidenced by multifaceted biodiversity analysis of a dominant group in Chinese evergreen broad-leaved forests. *Ecological Indicators*, 147, 110001. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110001>

## Anexos

**Tabla 10**

*Matriz de consistencia*

<b>Problema general</b>	<b>Objetivo general</b>	<b>Hipótesis general</b>	<b>Variables</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicadores</b>
¿Cuál es la reserva de carbono de la biomasa aérea de la familia Lauraceae en el bosque montano la Palma, Chota?	Determinar la reserva de carbono en la biomasa aérea de la Familia Lauraceae en el bosque montano la Palma, Chota.	H1: La familia Lauraceae en el bosque montano La Palma, Chota, presenta una reserva de carbono mayor a 80 t ha <sup>-1</sup> en su biomasa aérea.	Lauraceae	Taxonomía	Especie Género Familia
<b><i>Problemas específicos</i></b>	<b><i>Objetivos específicos</i></b>		Biomasa	Parámetros dasométricas	DAP HT
¿Cuál es la densidad poblacional de la familia Lauraceae en el bosque montano la Palma Chota?	Establecer la densidad poblacional de la familia Lauraceae en el bosque montano la Palma, Chota.		Reserva de Carbono	Parámetros dasométricas	DAP HT
¿Cuál es la biomasa aérea de la familia Lauraceae en el bosque montano la Palma, Chota?	Estimar la biomasa aérea de la familia Lauraceae en el bosque montano la Palma, Chota.	<b>Tipo de investigación</b>	<b>Nivel de investigación</b>	<b>Diseño de la investigación</b>	<b>Población</b> Todos los árboles pertenecientes a la familia Lauraceae
¿Cuál es la diversidad y estructura de la familia Lauraceae en el bosque montano la Palma, Chota?	Evaluar la diversidad y estructura de la familia Lauraceae en el bosque montano la Palma, Chota.	La investigación empleó un enfoque cuantitativo (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018).	La investigación fue de nivel descriptivo (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018).	La investigación fue de diseño no experimental de corte transversal (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018).	<b>Muestra</b> seis parcelas de evaluación de 1000 m <sup>2</sup>

**Figura 8**

*Instrumento de recolección de datos*

**FICHA DE PARCELA.**

Número de parcela.....

Fecha: .....

Lugar: .....

Coordenadas (UTM): .....; .....

N.º	Especie	Nombre común	Nombre científico	DAP	HT	características u observaciones
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						

**Figura 9**

*Equipos necesarios para realización de la investigación*



**Figura 10**

*Establecimiento de las parcelas de muestreo*



**Figura 11**

*Identificación de especies de la familia Lauraceae.*



**Figura 12**

*Recolección de muestras botánicas de la familia Lauraceae.*



**Figura 13**

*Etiquetado de especies de la familia Lauraceae*



**Figura 14**

*Medición de las variables dasométricas de la familia Lauraceae*



**Figura 15**

*Registro de las variables dasométricas de la familia Lauraceae*



**Figura 16**

*Pegado de muestras de la familia Lauraceae en cartulina de (40\*30cm)*



**Figura 17**

*Muestra 01: Especie Persea sp1 de la familia Lauraceae.*



**Figura 18**

*Muestra 02: Especie nectandra lineata kunth de la familia Lauraceae.*



**Figura 19**

*Muestra 03 Especie ocotea argyrophylla Ducke de la familia Lauraceae.*

