



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

Proyecto de investigación
previo a la obtención del
título de Ingeniero Forestal

Título del Proyecto de Investigación:

Inventario florístico y estimación de carbono aéreo en la cobertura forestal nativa de la finca Santa Clara, en el cantón Baba 2022.

Autora:

July Maitte Echeverria Mera

Director del Proyecto de Investigación:

Ing. For. M.Sc. Rolando Manuel López Tobar

Mocache – Los Ríos – Ecuador

2023

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **July Maitte Echeverria Mera**, declaro bajo el juramento que el trabajo a que descrito es de mi autoría, el cual no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional y que se he consultado referencias bibliográficas que se describen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes de este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

July Maitte Echeverria Mera
C.I. 11250529763

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Ing. For. M.Sc. Rolando Manuel López Tobar**, docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante **July Maitte Echeverria Mera**, realizó el proyecto de investigación de grado de titulado “**Inventario florístico y estimación de carbono aéreo en la cobertura forestal nativa de la finca Santa Clara, en el cantón Baba 2022**”, previo a la obtención del título de ingeniero forestal, bajo mi dirección habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas por el efecto.

Ing. For. M.Sc. Rolando Manuel López Tobar

Director del Proyecto de Investigación

CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

El suscrito **Ing. For. M.Sc. Rolando Manuel López Tobar**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en calidad de Director del Proyecto de Investigación titulado “**Inventario florístico y estimación de carbono aéreo en la cobertura forestal nativa de la finca Santa Clara, en el cantón Baba 2022.**” Pertenciente al estudiante de la carrera de Ingeniería Forestal **Echeverria Mera July Maitte**, **CERTIFICA:** El cumplimiento de los parámetros establecidos por la SENESCYT, y se evidencia el reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico (URKUND) con un porcentaje al 2%.



Document Information

| | |
|-------------------|---|
| Analyzed document | INVENTARIO FLORÍSTICO Y ESTIMACIÓN DE CARBONO AÉREO ECHEVERIA.docx (D166358776) |
| Submitted | 5/9/2023 2:55:00 PM |
| Submitted by | Rolando López Tobar |
| Submitter email | rlopez@uteq.edu.ec |
| Similarity | 2% |
| Analysis address | rlopez.uteq@analysis.urkund.com |

Ing. For. M.Sc. Rolando Manuel López Tobar
Director del Proyecto de Investigación



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“Inventario florístico y estimación de carbono aéreo en la cobertura forestal nativa de la finca Santa Clara, en el cantón Baba 2022”.

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Forestal.

Aprobado por:

Ing. For. M.Sc. José Pedro Suatunce Cunuhay

Presidente del tribunal

Ing. For. M.Sc. Walter Oscar García Cox

Miembro del tribunal

Ing. For. M.Sc. Fabricio Meza Bone

Miembro del tribunal

Mocache – Los Ríos – Ecuador

2023

RESUMEN

Los bosques secos son un ecosistema amenazado por la falta de información y medidas de protección. El objetivo de este estudio fue conocer la diversidad florística de la Finca Santa Clara, estimar la biomasa arbórea y el almacenamiento de carbono. Se llevó a cabo un censo forestal que incluyó todos los individuos con un diámetro mayor a 10 cm, utilizando una cinta diamétrica y un hipsómetro para medir la altura. Se identificaron las especies forestales por sus nombres comunes proporcionados por el ayudante de la finca y se tomó un registro fotográfico de los procesos realizados. Se registraron 47 individuos, pertenecientes a 10 especies y 6 familias. La familia con mayor importancia ecológica fue Fabaceae y las especies con mayor índice de valor de importancia (IVI) fueron *Erythrina velutina*, *Cecropia peltata* y *Albizia guachapelí*. La familia con mayor índice de valor de frecuencia (IVF) también fue Fabaceae. Las clases altimétricas, diamétricas y área basal señalaron que las clases I y II, con diámetros a la altura del pecho de 0-10 cm y alturas de 5-10 m, respectivamente, presentaron la mayor cantidad de individuos y mayor área basal, mientras que la clase VII (árboles maderables entre 60 y 100 cm) presentó la mayor cantidad de biomasa. Los valores de los índices de diversidad Shannon y Simpson indicaron una diversidad baja (1,54 y 0,34, respectivamente). Se empleó el método no destructivo utilizando ecuaciones alométricas para bosques tropicales propuesto por Chavé para estimar la biomasa arbórea y el almacenamiento de carbono. La familia Fabaceae presentó la mayor cantidad de biomasa arbórea y almacena el mayor contenido de carbono debido al mayor número de individuos existentes en esta familia. Se concluye que esta zona está en proceso de regeneración natural y el comportamiento biológico de la zona dependerá tanto de la biología como de la ecología de la familia Fabaceae.

Palabras claves: diversidad florística, biomasa aérea, carbono almacenado

ABSTRAT

Dry forests are threatened by lack of information and protection initiatives. The objective of this research is to know the floristic diversity of Finca Santa Clara, estimate tree biomass and carbon storage. A forest census was carried out in which all individuals with a diameter greater than 10 cm were considered. A total of 47 individuals were recorded, in 10 species and 6 families. The most ecologically important family was Fabaceae. The species with the highest IVI were *Erythrina velutina*, *Cecropia peltata*, *Albizia guachapelí*. The family with the highest IVF was Fabaceae. The altimetric, diametric and basal area classes indicated that class I with DAP (0-10cm) and class II with heights (5-10m) presented the greatest number of individuals and with the greatest basal area, class VII (timber trees between 60 and 100 cm). The Shannon (1.54) and Simpson (0.34) diversity indices, according to the table of values proposed by Aguirre (2013) the diversity of the area is low. To estimate tree biomass and carbon storage, the non-destructive method was used using allometric equations for tropical forests proposed by Chavé et al (2003). The family that presented the highest amount of tree biomass was Fabaceae, being the same that stores the highest carbon content due to the greater number of individuals within this family. It can be deduced that this is an area undergoing natural regeneration and the biological behavior of the area will depend on both the biology and ecology of the fabaceae family.

Key words: floristic diversity, aerial biomass, carbon stored.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|------|
| DECLARACIÓN DE AUDITORIA Y CESIÓN DE DERECHOS | ii |
| CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN | iii |
| CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO..... | iv |
| CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN..... | v |
| RESUMEN..... | vi |
| ABSTRAT..... | vii |
| TABLA DE CONTENIDO..... | viii |
| CÓDIGO DUBLÍN | xiv |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| CAPÍTULO I..... | 3 |
| CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN..... | 3 |
| 1.1. Problema de la investigación..... | 4 |
| 1.1.1. <i>Planteamiento del problema</i> | 4 |
| 1.1.2. <i>Formulación del problema</i> | 4 |
| 1.1.3. <i>Sistematización del problema</i> | 5 |
| 1.2. Objetivos | 5 |
| 1.2.1. <i>Objetivo general</i> | 5 |
| 1.2.2. <i>Objetivos específicos</i> | 5 |
| 1.3. Justificación..... | 6 |
| CAPÍTULO II | 7 |
| FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN..... | 7 |
| 2.1. Marco conceptual | 8 |
| 2.1.1. <i>Inventario florístico</i> | 8 |
| 2.1.2. <i>Diversidad florística</i> | 8 |
| 2.1.3. <i>Composición florística</i> | 8 |
| 2.1.3.1. <i>Estructura florística</i> | 8 |
| 2.1.3.2. <i>Estructura horizontal</i> | 9 |
| 2.1.3.3. <i>Estructura vertical</i> | 9 |
| 2.1.4. <i>Índices para evaluar la vegetación</i> | 9 |
| 2.1.4.1. <i>Índices de valor de importancia (I.V.I)</i> | 10 |
| 2.1.4.2. <i>Índice de Valor Forestal (I.V.F)</i> | 10 |
| 2.1.5. <i>Biomasa aérea</i> | 10 |
| 2.1.5. <i>Carbono aéreo</i> | 11 |
| 2.1.6. <i>Captura de carbono</i> | 11 |

| | | |
|--------------------------------------|--|----|
| 2.1.7. | <i>Almacenamiento de carbono</i> | 11 |
| 2.1.8. | <i>Secuestro de Carbono</i> | 11 |
| 2.1.9. | <i>Método para cuantificar la biomasa y el carbono en bosques tropicales</i> | 12 |
| 2.1.9.1. | <i>Método Indirecto</i> | 12 |
| 2.2. | Marco referencial | 12 |
| 2.2.1. | <i>Bosques secos del Ecuador</i> | 13 |
| 2.2.2. | <i>Estructura y composición florística de los bosques secos</i> | 14 |
| 2.2.3. | <i>Estructura y composición florística de los bosques secos</i> | 14 |
| 2.2.4. | <i>Estudio sobre los índices de diversidad florística</i> | 15 |
| CAPITULO III..... | | 16 |
| METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN..... | | 16 |
| 3.1. | Localización | 17 |
| 3.2. | Tipo de investigación | 17 |
| 3.3. | Método de investigación | 18 |
| 3.4. | Fuentes de recopilación de la información..... | 18 |
| 3.4.1. | <i>Fuentes primarias</i> | 18 |
| 3.4.2. | <i>Fuentes secundarias</i> | 18 |
| 3.5. | Diseño de la investigación..... | 18 |
| 3.5.1. | <i>Variables a evaluar</i> | 18 |
| 3.6. | Instrumentos de la investigación | 21 |
| 3.6.1. | <i>Identificación de la diversidad florística</i> | 21 |
| 3.6.2. | <i>Índices de diversidad</i> | 21 |
| 3.6.3. | <i>Estimación del almacenamiento de carbono</i> | 23 |
| 3.7. | Tratamiento de datos | 24 |
| 3.8. | Recursos humanos y materiales..... | 24 |
| 3.8.1. | <i>Materiales de campo</i> | 24 |
| 3.8.2. | <i>Materiales de oficina</i> | 24 |
| 3.8.3. | <i>Software</i> | 24 |
| CAPÍTULO IV | | 25 |
| RESULTADOS Y DISCUSION | | 25 |
| 4.1. | Resultados | 26 |
| 4.1.1. | <i>Diversidad florística</i> | 26 |
| 4.1.2. | <i>Dominancia de especies botánicas</i> | 26 |
| 4.1.3. | <i>Abundancia de especie por familia botánica</i> | 27 |
| 4.1.4. | <i>Clases diamétrica</i> | 28 |
| 4.1.5. | <i>Distribución altimétrica</i> | 29 |
| 4.1.7. | <i>Índice de Valor de Importancia (IVI)</i> | 30 |

| | | |
|--------------------------------------|--|----|
| 4.1.8. | <i>Índice de valor Forestal (IVF)</i> | 31 |
| 4.1.9. | <i>Índices de diversidad</i> | 32 |
| 4.1.10. | <i>Biomasa aérea y carbono almacenado por familia</i> | 33 |
| 4.1.11. | <i>Biomasa aérea y carbono almacenado por especies</i> | 34 |
| 4.2. | Discusión..... | 36 |
| CAPÍTULO V | | 42 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | | 42 |
| 5.1. | Conclusiones | 43 |
| 5.2. | Recomendaciones..... | 44 |
| CAPITULO VI | | 45 |
| BIBLIOGRAFIAS..... | | 45 |
| 6.1. | Bibliografía..... | 46 |
| ANEXOS..... | | 51 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|------------------|---|----|
| Figura 1. | Localización del área de estudio “finca santa clara”..... | 17 |
| Figura 2. | Dominancia de especies botánicas de la finca santa clara, 2022..... | 27 |
| Figura 3. | Abundancia de especies botánicas de la finca santa clara, 2022..... | 28 |
| Figura 4. | Clases diamétrica de las especies de la finca santa clara, 2022..... | 28 |
| Figura 5. | Distribución altimétrica de especies de la finca santa clara, 2022..... | 29 |
| Figura 6. | Volumen de madera de especies de la finca santa clara, 2022..... | 30 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Diversidad florística encontrada en la finca Santa Clara | 26 |
| Tabla 2. Índice de Valor de Importancia de especies de la Finca Santa Clara | 31 |
| Tabla 3. Índice de Valor Forestal de familias de la finca Santa Clara. | 31 |
| Tabla 4. Índice de Shannon en las especies encontradas en la finca Santa Clara..... | 32 |
| Tabla 5. Índice de Simpson en las especies encontradas en la finca Santa Clara..... | 33 |
| Tabla 6. Biomasa aérea y carbono almacenado a nivel de familia..... | 34 |
| Tabla 7. Biomasa aérea y carbono almacenado a nivel de especies..... | 35 |

ÍNDICE DE ECUACIONES

| | |
|---|----|
| Ecuación 1. Fórmula de la densidad relativa..... | 19 |
| Ecuación 2. Fórmula del área basal..... | 19 |
| Ecuación 3. Fórmula de la dominancia relativa | 20 |
| Ecuación 4. Fórmula de la frecuencia relativa | 20 |
| Ecuación 5. Fórmula del Índice de Valor de Importancia..... | 20 |
| Ecuación 6. Fórmula del Índice de Valor Forestal | 20 |
| Ecuación 7. Fórmula del Índice de diversidad de Shannon..... | 21 |
| Ecuación 8. Fórmula del Índice de diversidad de Simpson..... | 22 |
| Ecuación 9. Ecuación alométrica de chave | 22 |
| Ecuación 10. Fórmula del almacenamiento de carbono | 23 |
| Ecuación 11. Fórmula del secuestro de carbono | 23 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|----|
| Anexo 1. Reconocimiento de las areas de estudio y especies forestales..... | 51 |
| Anexo 2. Medición de diámetros de las especies forestales. | 51 |
| Anexo 3. Toma de alturas de las especies forestales. | 52 |
| Anexo 4. Registro de los datos obtenidos. | 52 |
| Anexo 5. Finalización de la fase de campo y colaboradores | 52 |

CÓDIGO DUBLÍN

| | | | | |
|-----------------------|---|--------------------|---------------|------------|
| Título: | “Inventario florístico y estimación de carbono aéreo en la cobertura forestal nativa de la finca Santa Clara, en el cantón Baba 2022”. | | | |
| Autor: | July Maitte Echeverría Mera | | | |
| Palabras claves: | Diversidad florística | Carbono almacenado | Biomasa aérea | Inventario |
| Fecha de publicación: | | | | |
| Editorial: | Quevedo: UTEQ- 2023. | | | |
| Resumen: | <p>Los bosques secos son un ecosistema amenazado por la falta de información y medidas de protección. El objetivo de este estudio fue conocer la diversidad florística de la Finca Santa Clara, estimar la biomasa arbórea y el almacenamiento de carbono. Se llevó a cabo un censo forestal que incluyó todos los individuos con un diámetro mayor a 10 cm, utilizando una cinta diamétrica y un hipsómetro para medir la altura. Se identificaron las especies forestales por sus nombres comunes proporcionados por el ayudante de la finca y se tomó un registro fotográfico de los procesos realizados. Se registraron 47 individuos, pertenecientes a 10 especies y 6 familias. La familia con mayor importancia ecológica fue Fabaceae y las especies con mayor índice de valor de importancia (IVI) fueron <i>Erythrina velutina</i>, <i>Cecropia peltata</i> y <i>Albizia guachapelí</i>. La familia con mayor índice de valor de frecuencia (IVF) también fue Fabaceae. Las clases altimétricas, diamétricas y área basal señalaron que las clases I y II, con diámetros a la altura del pecho de 0-10 cm y alturas de 5-10 m, respectivamente, presentaron la mayor cantidad de individuos y mayor área basal, mientras que la clase VII (árboles maderables entre 60 y 100 cm) presentó la mayor cantidad de biomasa. Los valores de los índices de diversidad Shannon y Simpson indicaron una diversidad baja (1,54 y 0,34, respectivamente). Se empleó el método no destructivo utilizando ecuaciones alométricas para bosques tropicales propuesto por Chavé para estimar la biomasa arbórea y el almacenamiento de carbono. La familia Fabaceae presentó la mayor cantidad de biomasa arbórea y almacena el mayor contenido de carbono debido al mayor número de individuos existentes en esta familia. Se concluye que esta zona está en proceso de regeneración natural y el comportamiento biológico de la zona dependerá tanto de la biología como de la ecología de la familia Fabaceae.</p> | | | |
| Descripción: | 67 hojas: Dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162 | | | |
| URL: | | | | |

INTRODUCCIÓN

El Bosque Seco Tropical es un ecosistema crucial que comprende el 42% de los bosques tropicales del mundo. Desafortunadamente, en la actualidad se encuentra altamente amenazado, con menos del 1% de su cobertura original (1). En este tipo de ecosistemas albergan una diversidad biológica importante, son hogar de una variedad de especies animales y vegetales, muchas de ellas endémicas de la región. De hecho, se estima que los bosques secos del mundo contienen alrededor del 30% de todas las especies de árboles y arbustos, y aproximadamente el 42% de todas las especies de mamíferos y aves de los trópicos (2).

Además, los bosques secos son fundamentales para la subsistencia y el bienestar humano, ya que proporcionan servicios ecosistémicos como la regulación del clima y el suministro de agua y alimentos (3). Por lo tanto, la conservación y gestión sostenible de estos ecosistemas es crucial para garantizar su diversidad biológica y el bienestar humano a largo plazo. A pesar de su importancia, estos bosques han sido poco estudiados, lo que ha dado lugar a una brecha en nuestro conocimiento de ellos. Debido a esto, hay pocas iniciativas en marcha para protegerlos y garantizar su sostenibilidad a largo plazo (1).

Los inventarios florísticos son una herramienta fundamental para el estudio de la biodiversidad vegetal en diferentes regiones del mundo. A través de estos inventarios, se puede identificar y clasificar las especies de plantas presentes en un área determinada, lo que permite conocer la composición de las comunidades vegetales y evaluar su estado de conservación(4). Gracias al desarrollo de tecnologías de muestreo y análisis más eficientes, se han logrado realizar inventarios florísticos más precisos y completos, lo que es crucial para la toma de decisiones en materia de conservación de la flora (5). Además, los inventarios florísticos también permiten el monitoreo de cambios en la composición de las comunidades vegetales y la evaluación del impacto de diferentes factores sobre ellas, como el cambio climático o la actividad humana (4).

El Dióxido de Carbono (CO₂) es el principal gas de efecto invernadero, cuyo aumento de concentración está estrechamente relacionado con el incremento de la temperatura global. Este aumento se ha producido desde la era industrial debido al uso y la

combustión frecuente de los combustibles fósiles, así como a la tala de terrenos forestales para su uso en agricultura. En la actualidad, uno de los servicios ecosistémicos más importantes que ofrecen los bosques es la captura y almacenamiento del CO₂. De esta forma, los bosques son vitales para reducir la cantidad de CO₂ en la atmósfera y mitigar el cambio climático(6).

Ante la creciente preocupación global por las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), diversas estrategias se han implementado para reducir su presencia en la atmósfera. Una de ellas es la captura y retención de CO₂ en la biomasa vegetal, lo que permite mantenerlo allí durante un período más prolongado. El secuestro de carbono a nivel de fincas es una opción que ha demostrado su eficacia en la reducción de emisiones de CO₂ y en la sostenibilidad de los agroecosistemas. La aplicación de estas medidas es fundamental para disminuir la cantidad de CO₂ emitido y mitigar su impacto en el medio ambiente y en la salud humana (7).

Este estudio se centrará en la importancia de los bosques secos tropicales para la conservación de la biodiversidad y la mitigación del cambio climático. Se realizará un inventario florístico tomando datos dasométricos para identificar la diversidad florística, estimar el almacenamiento de carbono aéreo y comparar la biomasa y el carbono de las diferentes familias vegetales. Estos datos son fundamentales para la toma de decisiones en materia de conservación de la flora y la gestión sostenible de los bosques secos tropicales.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de la investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

Los bosques secos son ecosistemas altamente vulnerables que se encuentran amenazados por la falta de información y la carencia de iniciativas de protección. La Finca Santa Clara, ubicada en la región costa, es un ejemplo de esta problemática, ya que su diversidad florística y su capacidad de almacenamiento de carbono son desconocidas. Ante esta situación, surge la necesidad de investigar la diversidad florística de la finca y estimar la biomasa arbórea y el almacenamiento de carbono, con el fin de generar información relevante para la conservación y el manejo sostenible de los bosques secos. Es fundamental conocer la riqueza y distribución de las especies arbóreas presentes en la finca, así como su contribución al almacenamiento de carbono, considerando que los bosques secos son importantes sumideros de carbono y su degradación puede contribuir significativamente al cambio climático. La presente investigación busca, entonces, conocer la diversidad florística y estimar la biomasa arbórea y el almacenamiento de carbono de la Finca Santa Clara, con el fin de contribuir a la conservación y el manejo sostenible de los bosques secos de la región costa.

1.1.1.1. Diagnostico

No se dispone de datos acerca de la variedad y cantidad de carbono presente en la masa vegetal aérea del bosque natural de la Finca Santa.

1.1.1.2. Pronostico

El estudio revela que la biomasa aérea de la diversidad florística presente en la Finca Santa Clara contiene una gran cantidad de carbono, y se ha aplicado una metodología que minimiza el impacto sobre el ecosistema.

1.1.2. Formulación del problema

Los árboles desempeñan una función importante como sumideros de CO₂, lo que contribuye a reducir la cantidad de este gas en la atmósfera. Dado el impacto del cambio

climático en los ecosistemas y la población mundial, es crucial comprender la diversidad de especies presentes en la finca. Para lograr esto, es necesario llevar a cabo un inventario que permita analizar los diámetros de las especies, ya que esto es un factor determinante en la cantidad de biomasa y carbono que pueden almacenar. En este sentido, los árboles con diámetros mayores son los que más contribuyen en comparación con los árboles con diámetros menores. Este conocimiento puede ser de gran utilidad para la toma de decisiones en la gestión y conservación del ecosistema forestal (8).

- ¿Cuál es la composición de especies y la cantidad de carbono almacenada en la biomasa aérea de la cobertura forestal nativa de la Finca Santa Clara?

1.1.3. Sistematización del problema

- ¿Cuál es la composición de especies y diversidad florística en la cobertura forestal nativa de la finca Santa Clara?
- ¿Cuál es el contenido de carbono en la biomasa aérea de la finca forestal nativa Santa Clara?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

- Realizar un inventario florístico para estimar el almacenamiento de carbono aéreo.

1.2.2. Objetivos específicos

- Levantar datos dasométricos para la ejecución e identificación del inventario.
- Comparar mediante el método no destructivo el contenido de biomasa y carbono de las familias registradas en el inventario.

1.3. Justificación

La presente investigación se enfocará en el estudio de especies forestales y la medición del contenido de carbono en su biomasa aérea, así como en la cantidad de carbono que pueden almacenar. Debido a la falta de información sobre la diversidad en la zona, es desconocido cuánto carbono pueden contribuir estas especies al ambiente, aunque se sabe que las especies forestales pueden fijar y almacenar carbono a niveles más altos.

La finalidad de este trabajo es a través de la aplicación del método no destructivo mismo que contribuirá al conocimiento sobre la estimación de carbono almacenado en la biomasa aérea de la hacienda Santa Clara la cual se encuentra ubicada en el cantón Baba; así como analizar de manera integral la importancia de conservar ecosistemas forestales ya que estos actúan como purificadores del ambiente ante el problema más grave que vivimos a diario como lo es el calentamiento global, cuyo propósito es poder concientizar a la población. .

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual

2.1.1. Inventario florístico

Se puede definir un inventario como una lista detallada de las cosas que se encuentran en un lugar o espacio específico. Es importante llevar a cabo este registro de forma regular, especialmente en bosques, con el objetivo de monitorear el crecimiento y la diversidad de la flora y fauna. De esta manera, se puede detectar si hay un aumento o disminución en el número de árboles o si aparecen o desaparecen especies. Se puede determinar si hay un exceso o una falta de especies en comparación con el último inventario realizado (9).

2.1.2. Diversidad florística

La diversidad se refiere a la cantidad y variedad de especies presentes en un ecosistema. La estructura del bosque es un factor determinante para evaluar la estabilidad del ecosistema, la cual puede ser alterada mediante prácticas silvícolas que modifican la estructura de las masas forestales. Es por esto que es esencial estimar las variables estructurales del bosque para comprender su funcionamiento y así contribuir al manejo forestal sostenible (10).

2.1.3. Composición florística

La composición florística se refiere a la distribución de árboles por especie en un área determinada, incluyendo su familia y la cantidad de individuos de cada especie. Esta composición está influenciada por factores ambientales, la dinámica del bosque y la ecología de las especies presentes (11).

2.1.3.1. Estructura florística.

Caicedo (11) señala que la composición florística de un bosque es un factor ambiental crucial que influye en su dinámica y ecología. Conocer la cantidad de árboles por especie, su familia y la cantidad de individuos por especie permite hacer inferencias sobre las características de la comunidad vegetal. Por su parte, según (12), la estructura florística de un bosque se refiere a la disposición espacial de los árboles que forman un rodal. Esta estructura está determinada por la distribución de las diferentes especies y la distribución de las mismas por clases de

dimensión. Además, la combinación espacial de las diferentes especies y el grado de mezcla de árboles con distintas medidas también influyen en la estructura del bosque. En resumen, la estructura florística de un bosque es fundamental para comprender su dinámica y ecología, y se establece a través de la distribución espacial y de las características de las diferentes especies arbóreas.

2.1.3.2. Estructura horizontal.

La estructura horizontal del bosque se refiere a la clasificación de especies basada en su abundancia, frecuencia y dominancia, que se suman para obtener el Índice de Valor de Importancia (IVI). Las especies con valores altos de IVI son conocidas como "especies preponderantes", las cuales indican una alta productividad y pueden tener un efecto importante en la modelación del bosque. El IVI es una herramienta útil para entender el ecosistema forestal y su importancia desde una perspectiva ecológica (13).

2.1.3.3. Estructura vertical.

La organización vertical en los bosques, también conocida como estructura vertical, se refiere a cómo los individuos se distribuyen a lo largo del perfil del bosque. Esta estructura es importante porque revela las características de las especies presentes y las condiciones ambientales que prevalecen a diferentes alturas en el bosque. Además, esta organización permite que las especies con diferentes necesidades energéticas se sitúen en los niveles adecuados para satisfacer sus requerimientos. En los estudios cuantitativos de los bosques tropicales, se han utilizado variables como la altura total, la altura de los estratos y el tamaño y forma de la copa. En particular, se han identificado cinco estratos en los bosques tropicales: los árboles emergentes, el dosel, el subdosel, el sotobosque arbustivo y el sotobosque herbáceo. Esta estructura vertical permite identificar una variedad de microclimas que influyen en factores como la cantidad de luz y los cambios atmosféricos (11).

2.1.4. Índices para evaluar la vegetación

El uso de índices de diversidad que examinan tanto la riqueza como la abundancia de especies proporciona una validación científica para establecer criterios de conservación, dado que estos índices se utilizan como indicadores ambientales para evaluar la salud del

ecosistema. Asimismo, se han empleado para orientar acciones relacionadas con la biodiversidad de los hábitats, ya que proporcionan información numérica precisa sobre censos o muestras que ayudan en la toma de decisiones para el manejo forestal (10).

2.1.4.1. Índices de valor de importancia (I.V.I)

El índice de valor de importancia (IVI) es una medida que cuantifica el valor de las especies en una comunidad vegetal, considerando tres variables importantes: dominancia, densidad y frecuencia. El IVI se calcula sumando estos tres parámetros, lo que refleja la importancia ecológica de cada especie en la comunidad. Para obtener el IVI, es necesario transformar los datos de cobertura, densidad y frecuencia en valores relativos, y la suma total de los valores relativos de cada variable debe ser igual a 100. En otras palabras, la suma total de los valores del IVI debe ser igual a 300. Es importante señalar que las especies que tienen valores altos en alguna de las variables utilizadas para estimar la importancia (cobertura, densidad, frecuencia) no siempre son más importantes que las especies con valores más bajos (14).

2.1.4.2. Índice de Valor Forestal (I.V.F)

El índice de valor forestal (IVF) es una estimación que tiene como objetivo valorar la estructura bidimensional de la vegetación arbórea, considerando tres medidas importantes. La primera medida se realiza a nivel del estrato inferior en el plano horizontal, tomando en cuenta el diámetro a la altura del pecho. La segunda medida se realiza a nivel del estrato inferior y superior en el plano vertical, tomando en cuenta la altura. Y la tercera medida se realiza a nivel del estrato superior en el plano horizontal, considerando la cobertura (15).

2.1.5. Biomasa aérea

La biomasa aérea de un árbol se refiere a la cantidad total de materia orgánica presente en sus hojas, ramas, tronco y corteza, y su cálculo puede realizarse mediante métodos directos e indirectos. A menudo, se emplean métodos directos, que involucran la toma de muestras, para estimar la biomasa aérea de un bosque. Es importante considerar diversos factores, como las características dasométricas, la edad, la calidad del sitio, la composición de especies y las condiciones climáticas, edáficas y topográficas, o el tipo de clones establecidos en las plantaciones forestales comerciales (PFC), para mejorar la precisión de la estimación en cada

condición específica. En general, la biomasa arbórea se obtiene mediante la aplicación de ecuaciones alométricas que se basan en la estructura diamétrica de los árboles (16).

2.1.5. Carbono aéreo

El carbono aéreo hace referencia al carbono almacenado en las estructuras de las especies arbóreas, incluyendo árboles, arbustos, especies maderables y frutales. Este carbono no se libera, y en su lugar, los árboles emiten oxígeno a través del proceso de fotosíntesis (17).

2.1.6. Captura de carbono

El secuestro y la fijación de carbono se refieren al origen y almacenamiento del carbono atmosférico en forma de biomasa en los océanos, bosques y tierra. Este proceso es considerado uno de los servicios ambientales más importantes, ya que ayuda a regular la temperatura global y la composición química del agua marina y las zonas costeras (18).

2.1.7. Almacenamiento de carbono

La capacidad del bosque para retener una cantidad determinada de carbono por hectárea, sin que este sea liberado a la atmósfera, se conoce como almacenamiento de carbono. Para determinar esta capacidad, se consideran factores como el tipo de bosque o vegetación, la densidad de la madera y otros factores de ajuste, que se basan en datos de biomasa obtenidos a partir de los inventarios forestales. La cantidad promedio de carbono por hectárea que nunca será liberada a la atmósfera se utiliza para calcular la remuneración por el servicio ambiental de almacenamiento, que se refiere a un único pago por la conservación del bosque. Este pago tiene como objetivo prevenir un cambio permanente en el uso del suelo, como la creación de parques nacionales o zonas de reserva (19).

2.1.8. Secuestro de Carbono

El incremento en la cantidad de carbono de un reservorio que no sea la atmósfera se conoce como secuestro de carbono. Este proceso implica la eliminación directa de dióxido de carbono de la atmósfera a través de cambios en el uso del suelo, forestación, reforestación y otras prácticas que mejoran el contenido de carbono en los suelos agrícolas. El uso de un

sumidero es esencial para este proceso, el cual se refiere a cualquier actividad, mecanismo o proceso que separa un gas de efecto invernadero, un aerosol o un precursor de gases de efecto invernadero de la atmósfera (18).

2.1.9. Método para cuantificar la biomasa y el carbono en bosques tropicales

Las ecuaciones alométricas son modelos matemáticos que permiten estimar el volumen, la biomasa y el contenido de carbono de los árboles utilizando variables fácilmente medibles, como el diámetro medido a la altura del pecho y la altura total de los árboles (20).

2.1.9.1. Método Indirecto.

Este enfoque es conocido como no destructivo, ya que no involucra la destrucción del árbol. En lugar de eso, utiliza información de fácil medición, como el diámetro a la altura del pecho en centímetros, la altura total en metros y la densidad de la madera o la gravedad específica, para estimar la cantidad de carbono almacenado en la biomasa total de cada árbol. Estos métodos emplean ecuaciones alométricas para la estimación de biomasa, comúnmente para grupos de especies y bosques enteros (21).

2.2. Marco referencial

En este estudio se analizó la biomasa forestal y la captura de carbono de varias especies forestales en la Reserva Ecológica Arenillas, ubicada en la costa sur de Ecuador. Se utilizaron técnicas de muestreo no destructivas en las zonas de restauración pasiva de la reserva para identificar árboles con un diámetro mayor a 10 cm y medir el área basal, volumen de los fustes, carbono almacenado y biomasa forestal de cada especie en 10 lugares importantes. Los resultados indicaron que la especie *Ceiba trichistandra* tuvo la mayor biomasa leñosa total y el máximo potencial de almacenamiento de carbono, seguida por *Cochlospermum vitifolium* y *Eriotheca ruizii*, pertenecientes a las familias Malvaceae y Bixaceae. La biomasa total de las 21 especies encontradas fue de 752,8 t/ha. El estudio subraya la importancia de los ecosistemas secos tropicales como reservas de carbono y su papel en la mitigación del cambio climático. La información obtenida puede ser valiosa para la gestión de áreas protegidas en términos del balance de carbono a nivel regional y mundial (22).

En el Área del Bosque Protector Aguarongo se realizó un estudio con el propósito de medir la cantidad de carbono capturado por la especie nativa *Hesperomeles Ferruginea* y las especies introducidas *Eucalyptus* y *Pinus*. Se empleó un método no destructivo para medir la altura y el diámetro a la altura del pecho (DAP) de las especies, y se registraron aquellas con un DAP de 10 cm o más. Según el análisis realizado con ecuaciones alométricas, se encontró que las especies introducidas presentan un mayor DAP en comparación con las especies nativas. Los resultados indican que la cantidad de CO₂ capturado por hectárea es de 0,90 ton/ssp para la especie *Eucalyptus*, 0,60 ton/ssp para la especie *Pinus* y 0.10 ton/ssp para la especie nativa *Hesperomeles ferruginea*. Se concluye que las especies introducidas capturan menos CO₂ debido a que están presentes en menor cantidad por hectárea (23).

Este estudio se realizó en el área turística del cantón Gualaceo, en la provincia de Azuay, con el objetivo de estimar la captura de carbono en parques urbanos y riberas de los ríos Santa Bárbara y San Francisco. Para ello, se realizó un inventario forestal mediante un censo de árboles, obteniendo datos como el diámetro a la altura del pecho y la altura total de cada especie. Se utilizó un método no destructivo basado en ecuaciones alométricas para estimar la biomasa forestal. En total, se registraron 2,957 árboles de 28 familias y 53 especies en una superficie de 12,247 hectáreas. La captura de carbono se estimó en 557,392 toneladas, con una captura de CO₂ de 2,082,331 toneladas durante el año 2021 y un promedio de captura de 39,289 toneladas por árbol. Las especies nativas con mayor capacidad de captura del CO₂ fueron *Salix humboldtiana* Willd y *Alnus acuminata* Kunth, mientras que las especies introducidas con mayor estimación de captura del CO₂ fueron *Eucalyptus citriodora* Hook y *Fraxinus chinensis* (24).

2.2.1. Bosques secos del Ecuador

Los árboles en los bosques secos han desarrollado diversas estrategias para sobrevivir en condiciones de sequía. Estas estrategias se reflejan en características anatómicas y organolépticas de las estructuras tanto de los árboles como de la flora menor. La disponibilidad de agua en estos ecosistemas está estrechamente relacionada con la actividad fisiológica de las especies que lo habitan. Es por ello que algunas especies se han convertido en indicadoras del ecosistema, al presentar características que les permiten adaptarse y sobrevivir en condiciones de sequía, como la pérdida de hojas en épocas de sequía (25).

El bosque seco es un ecosistema importante en Ecuador, ya que cuenta con una gran variedad de especies únicas en este ambiente. Según el Ministerio del Ambiente de Ecuador (MAE), existen dos tipos de bosques secos en el país: el bosque seco tropical, ubicado en las regiones costeras, y el bosque seco interandino, ubicado en las provincias de Carchi, Pichincha e Imbabura. Estos bosques son el hogar de especies representativas como *Vachellia macracanta*, *Bursera graveolens*, *Tabebuia chrysantha* y *Ceiba trichistandra*, así como de cactáceas endémicas de estos ecosistemas, como los géneros *Opuntia* y *Cleistocactus*. Estas especies son un ejemplo de adaptación a los bosques secos y su capacidad para sobrevivir en condiciones de sequía (26).

2.2.2. Estructura y composición florística de los bosques secos

Los bosques secos tropicales presentan una composición y estructura variables que están determinadas por la influencia humana, incluyendo la densidad, el área basal, la altura y la estratificación. Debido a su estructura relativamente simple y menor biomasa en comparación con los bosques húmedos, esta característica los convierte en ecosistemas altamente resilientes. En consecuencia, los bosques secos tropicales son considerados como ecosistemas capaces de resistir y recuperarse de perturbaciones ambientales. Actualmente, el conocimiento sobre la sucesión vegetal es limitado y descriptivo, mientras que la perturbación y la pérdida de la cobertura vegetal son bastante comunes. Para comprender los cambios en la vegetación en términos espaciales y temporales, es fundamental tener una caracterización cuantitativa adecuada, ya que la estructura y composición de los árboles cambian gradualmente y a diferentes velocidades. Por lo tanto, la cuantificación de estos cambios es esencial para una mejor comprensión de la dinámica de la vegetación durante la sucesión (27)

2.2.3. Estructura y composición florística de los bosques secos

Los bosques secos tropicales presentan una composición y estructura variables que están determinadas por la influencia humana, incluyendo la densidad, el área basal, la altura y la estratificación. Debido a su estructura relativamente simple y menor biomasa en comparación con los bosques húmedos, esta característica los convierte en ecosistemas altamente resilientes. En consecuencia, los bosques secos tropicales son considerados como ecosistemas capaces de resistir y recuperarse de perturbaciones ambientales. Actualmente, el

conocimiento sobre la sucesión vegetal es limitado y descriptivo, mientras que la perturbación y la pérdida de la cobertura vegetal son bastante comunes. Para comprender los cambios en la vegetación en términos espaciales y temporales, es fundamental tener una caracterización cuantitativa adecuada, ya que la estructura y composición de los árboles cambian gradualmente y a diferentes velocidades. Por lo tanto, la cuantificación de estos cambios es esencial para una mejor comprensión de la dinámica de la vegetación durante la sucesión (27).

2.2.4. Estudio sobre los índices de diversidad florística

Delgado et al.(28) Su estudio tuvo lugar en 15 fincas ubicadas en el municipio de La Playa de Belén, en el departamento de Norte de Santander. Durante el estudio, se implementaron tres modelos agroecológicos y se evaluaron los índices de biodiversidad florística, que incluyen la abundancia, equidad, riqueza, diversidad y dominancia. Los resultados mostraron la presencia de 54 especies pertenecientes a 42 géneros y 32 familias botánicas, entre las que se destacan Fabaceae y Melastomataceae. Los índices de biodiversidad global del municipio fueron los siguientes: abundancia 523, riqueza específica 22, diversidad de especies de Margalef 3,35, equidad de Shannon-Wiener 3,47 y dominancia de Simpson 0,040. Esto sugiere que las comunidades forestales evaluadas presentaron una diversidad moderada y una dominancia baja.

Rubio et al. (29) evaluaron zonas perturbadas por actividades antrópicas y establecieron un plan de restauración ecológica utilizando especies nativas del bosque secundario en la Amazonia ecuatoriana. En el inventario de la flora se encontraron 33 familias y 74 especies, con predominio de Bromeliaceae *Catopsis*, *Cedrela odorata*, *Cecropia peltata*, *Persea americana* y *Schizolobium parahybum*. Los índices de diversidad y valor de importancia resaltaron la importancia de la especie *S. parahybum*. Los índices de riqueza específica de Margalef y Menhinick fueron de 7.39 y 0.44, respectivamente, lo que indica una gran cantidad de especies. El índice de Simpson fue de 0.87, lo que sugiere que no hay una especie dominante, y el índice de Shannon-Wiener de 3.01 indica equidad en la comunidad.

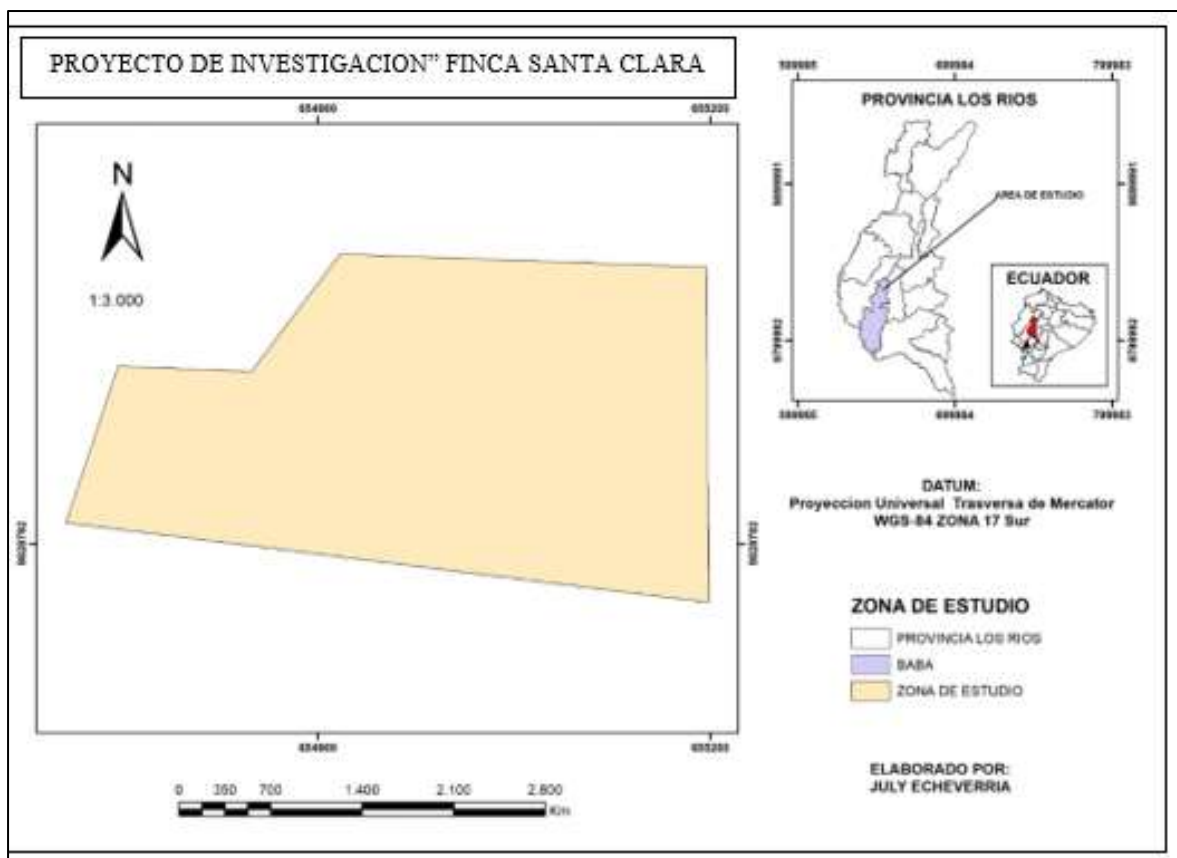
CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

La presente investigación se realizó en la hacienda Santa Clara, en el cantón Baba, provincia de Los Ríos. La Finca Santa Clara, presenta en sus zonas de protección especies forestales nativas. Se encuentra a una altitud de 9 msnm, longitud: W 79°40'0" y latitud S 1°46'60", con una precipitación media de 447 mm, el clima es seco tropical y su temperatura promedio de 27°C.

Figura 1. Localización del área de estudio “Finca Santa Clara”.



3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación que se utilizó fue el diagnóstico, ya que para conocer la diversidad florística existente en la Finca Santa Clara se recopiló datos específicos para el objeto de estudio como: DAP, área basal, volumen, altura, biomasa aérea de la cobertura y contenido de carbono almacenado de las especies encontradas en la zona de estudio.

3.3. Método de investigación

Los métodos de investigación fueron de observación y deductivo, mediante un recorrido se conocieron las zonas de protección, permitiendo conocer el área de estudio. Además, se procedió a tomar datos dasométricos como DAP y altura, así como los diferentes cálculos utilizando ecuaciones alométricas.

3.4. Fuentes de recopilación de la información

Para el desarrollo de la investigación se recopiló información proveniente de fuentes tanto primarias como secundarias.

3.4.1. Fuentes primarias

Se obtuvo información a través de la recopilación de resultados directos *in situ* en la zona de estudio

3.4.2. Fuentes secundarias

La información utilizada en la presente investigación fue obtenida de libros, revistas Científicas, artículos científicos, tesis, informes y boletines divulgativos.

3.5. Diseño de la investigación

Esta investigación es de tipo no experimental. Se ejecutó un inventario forestal mediante un censo total para conocer la diversidad de especies forestales existentes en la zona de estudio, considerando variables de DAP y altura para posteriormente conocer biomasa aérea y contenido de carbono aéreo a través de ecuaciones alométricas.

3.5.1. Variables a evaluar

3.5.1.1. Diámetro.

La medición se realizó sobre la corteza del árbol a 1,30 m del suelo, o a una distancia específica sobre las gambas u otra irregularidad en el fuste Sione et al., (30).

3.5.1.2. Altura.

La altura de los árboles se la determino de forma indirecta con la ayuda del equipo de medición hipsómetro.

3.5.1.3. Densidad relativa.

La densidad permitió conocer la abundancia de una especie. Para calcularla se empleó la siguiente fórmula propuesta por Reyes Reyes et al.,(31):

Ecuación 1. *Fórmula de la densidad relativa*

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad de especies}}{\text{Densidad total de todos los individual}} \times 100$$

3.5.1.4. Área Basal.

El área basal se la empleo para estimar el volumen de especies. La fórmula que se aplico es la propuesta por Díaz Lezcano et al., (32):

Ecuación 2. *Fórmula del área basal*

$$AB = \frac{\pi(Dap)^2}{4}$$

3.5.1.5. Abundancia Relativa.

Se calcula dividiendo el número de especies de un grupo por el número total de especies de todos los grupos (33).

3.5.1.6. Dominancia Relativa.

Para calcular la dominancia relativa se aplicó la siguiente fórmula propuesta por Santamaría et al.,(34):

Ecuación 3. *Fórmula de la dominancia relativa*

$$DmR = \frac{\text{Área basal de la especie}}{\text{Área basal de todas las especies}} * 100$$

3.5.1.7. Frecuencia Relativa.

La frecuencia es la probabilidad de encontrar una especie en una unidad muestral y se mide en porcentaje. Para calcular la frecuencia relativa se aplicó la fórmula propuesta por Rojas et al (35):

Ecuación 4. *Fórmula de la frecuencia relativa*

$$Fr = \frac{\text{Fa de la especie}}{\text{Fa de todas las especies}} * 100$$

3.5.1.8. El Índice de Valor de Importancia.

Este parámetro mide el valor de las especies, en base a la dominancia, densidad y frecuencia. Para calcular el I.V.I se aplicó la siguiente fórmula propuesta por Mena-Mosquera et al., (13):

Ecuación 5. *Fórmula del Índice de Valor de Importancia*

$$\text{I.V. I} = \text{Dr}\% + \text{Fr}\% + \text{Dr}\%$$

3.5.1.9. Índice de Valor Forestal.

Se aplicará la siguiente fórmula propuesta por Noble et al., (36):

Ecuación 6. *Fórmula del Índice de Valor Forestal*

$$\text{I.V. F} = \text{DAPr} + \text{Ar} + \text{Cr}$$

3.6. Instrumentos de la investigación

3.6.1. Identificación de la diversidad florística

Se llevó a cabo un inventario forestal mediante un censo, donde se identificó las especies forestales por sus nombres comunes proporcionados por el ayudante de la finca, posteriormente se registró todos los individuos con DAP > 10 cm, la cual se utilizó una cinta diamétrica para la medición de cada individuo y para la altura se utilizó el instrumento de medición hipsómetro y finalmente se llevó un registro fotográfico de cada uno de los procesos realizados. Para el estudio de la misma se calculó la dominancia, abundancia, área basal, volumen, se establecieron clase diamétrica y altimétricas, se usó índices de diversidad de Shannon como el de Simpson, el Índice de Valor de Importancia y el Índice de Valor forestal.

3.6.2. Índices de diversidad

3.6.2.1. Índice de diversidad de Shannon (H').

El índice de diversidad de Shannon-Wiener se fundamenta en la proporción de especies presentes en una comunidad. Este índice varía entre 1,5 y 3,4 y rara vez sobrepasa 4,5. A medida que el valor de este índice aumenta, la diversidad de la comunidad también se incrementa.

Ecuación 7. *Fórmula del Índice de diversidad de Shannon*

$$H' = \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

El cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener implica el uso de la proporción de individuos presentes en cada especie, representada por p_i . La estimación de p_i se realiza mediante la fórmula n_i/N , donde n_i es el número de individuos de cada especie y N es el número total de individuos en la muestra. El índice se calcula a partir de la suma de p_i por el logaritmo natural de p_i , para todas las especies presentes en la muestra. El número total de especies presentes en la muestra se representa por S (37).

3.6.2.2. Índice de diversidad de Simpson.

El índice de Simpson es una media aritmética ponderada de abundancia proporcional y mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados aleatoriamente de una muestra pertenezcan a la misma especie. Dado que la media de la abundancia proporcional de las especies aumenta al disminuir el número de especies y aumentar la abundancia de las especies más abundantes, el valor de D obtiene valores pequeños en conjuntos de datos de alta diversidad y grandes valores en conjuntos de datos con baja diversidad. El valor de la D de Simpson varía de 0 a 1, con 0 representando diversidad infinita y 1 representando ninguna diversidad, por lo que cuanto mayor sea el valor, menor es la diversidad. Por esta razón, el índice de Simpson suele expresarse como su inverso ($1/D$) o su complemento ($1-D$) (37).

Ecuación 8. Fórmula del Índice de diversidad de Simpson

$$D = \sum n_i (n_i - 1) / N (N - 1)$$

Dónde:

- n_i : el número de organismos que pertenecen a la especie i
- N : el número total de organismos

3.6.3. Estimación de biomasa aérea

Para la estimación de la biomasa aérea de las especies forestales existentes en la Finca Santa Clara, se empleó el método indirecto basado en ecuaciones alométricas propuesta por Chave et al., (38), específicamente usada para bosques tropicales, esta fórmula determina de forma cuantitativa la relación (medida de un árbol-biomasa-en función de otra medida), por ejemplo, el Diámetro registrado en el inventario forestal anteriormente realizado; la fórmula que se empleó fue la siguiente:

Ecuación 9. Ecuación alométrica de Chave

$$B_{ss} = (p * \exp(-1.499 + (2.148 * \ln(D)) + (0.207 * \ln(D)^2) - (0.0281 * \ln(D)^3) * 0.001$$

Dónde:

Bss= Biomasa Sobre el Suelo (Árbol), (t/ha).

p= es la densidad de Madera (g/cm³)

D= es el diámetro a la altura del pecho (cm)

Para el valor de “p” (densidad de la madera), se empleó la tabla de valores para las especies recomendados para América del Sur tropical según (38) . Se empleó la constante 0,614 g/cm³ para aquellas especies que no figuran en la tabla, debido a que sus densidades específicas aún no han sido determinadas.

3.6.3. Estimación del almacenamiento de carbono

Para estimar el almacenamiento de carbono (CA) se empleó la fórmula propuesta por (Penman et al., (39), la cual se multiplicó la biomasa total por el factor 0.5 ya que la biomasa vegetal de un árbol, en promedio contiene un 50% de carbono almacenado, para finalmente obtener este valor en TC/ha⁻¹.

Ecuación 10. Fórmula del almacenamiento de carbono

$$\mathbf{CA = BT * 0.5}$$

Dónde:

CA: carbono aéreo en toneladas de carbono (tc)

BT= Biomasa total en toneladas

3.6.4. Cálculo del secuestro de carbono

Para calcular el secuestro de dióxido de carbono se utilizó la fórmula propuesta por Chamorro Meza & Falconi Romero, (40).

Ecuación 11. Fórmula del secuestro de carbono

$$\mathbf{CO2 = CT * Fc}$$

Dónde:

CO₂= Dióxido de carbono secuestrado (t/ha)

CT= carbono total almacenado (t/ha)

Fc= factor de conversión a CO₂ (3.6667)

3.7. Tratamiento de datos

Se empleó un análisis descriptivo, ya que se estimó el DAP y altura de los individuos, y para ordenar, clasificar y analizar nuestra información se utilizó el programa Microsoft Excel.

3.8. Recursos humanos y materiales

Para llevar a cabo el proyecto de investigación se utilizó materiales de campo, de oficina y software para organizar y analizar la información:

3.8.1. *Materiales de campo*

- Cámara fotográfica
- Cinta diamétrica (fiber glass measuring tape, 20 M)
- Lapiceros (Big)
- Flexómetro (Stanley, 5m/16)
- Libreta de campo
- Machete (bellota)
- Hipsómetro (pistola haga)
- Guías para la identificación de especies
- Mapa de la finca

3.8.2. *Materiales de oficina*

- Dispositivo de almacenamiento (Kingston).
- Hojas de papel bond e impresión.
- Ordenador.
- Carpetas de cartón.
- Internet

3.8.3. *Software*

- Microsoft Word 2019
- Microsoft Excel 2019

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Diversidad florística

La diversidad florística encontrada en la finca Santa Clara está compuesta por 10 especies, 10 géneros, y 6 familias botánicas diferentes. La familia Fabaceae es la más representada con tres especies (*Erythrina velutina*, *Albizia guachapele* y *Samanea samán*) y un total de 32 individuos, lo que indica una alta diversidad en esta familia. La familia Malvaceae y Urticaceae tienen dos especies cada una, mientras que las otras familias (Bixaceae, Sapotaceae, Malvaceae y Poaceae) están representadas por una sola especie cada una.

Tabla 1 Diversidad florística encontrada en la finca Santa Clara

| No. | N. Común | N. Científico | Familia | Individuos |
|-----|--------------|---|------------|------------|
| 1 | Palo prieto | <i>Erythrina velutina</i> Willd. | Fabaceae | 27 |
| 2 | Guachapele | <i>Albizia guachapele</i> (Kunth) Dugand | Fabaceae | 4 |
| 3 | Samán | <i>Samanea samán</i> (Jacq.) Merr. | Fabaceae | 1 |
| 4 | Guabo de río | <i>Zygia longifolia</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Britton & Rose | Fabaceae | 2 |
| 5 | Bototillo | <i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng. | Bixaceae | 2 |
| 6 | Guarumo | <i>Cecropia peltata</i> L. | Urticaceae | 5 |
| 7 | Guasmo | <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. | Malvaceae | 3 |
| 8 | Beldaco | <i>Pseudobombax millei</i> (Standl.) A. Robyns | Malvaceae | 1 |
| 9 | Caimito | <i>Chrysophyllum cainito</i> L. | Sapotaceae | 1 |
| 10 | Caña guadua | <i>Guadua angustifolia</i> Kunth. | Poaceae | 1 |

FUENTE: Finca Santa Clara

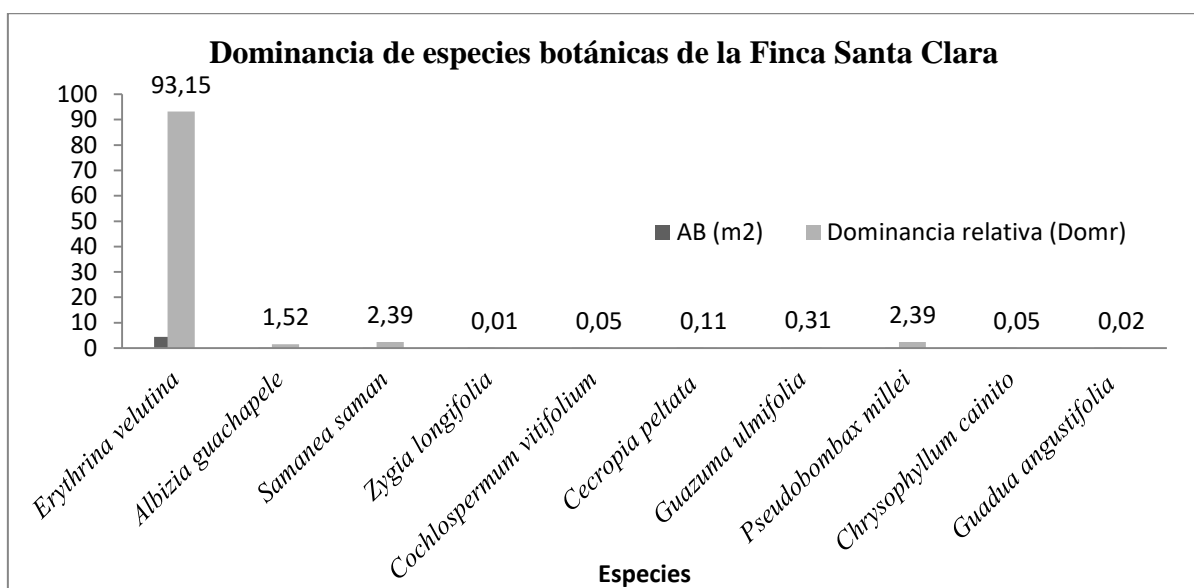
ELABORADO: July Echeverría

4.1.2. Dominancia de especies botánicas

Según los resultados obtenidos el gráfico indica que la especie *Erythrina velutina* es la especie dominante con una dominancia relativa del 93,15% y un área basal de 4,47 m². Esto

significa que esta especie tiene una gran presencia en la finca en comparación con otras especies. Las otras especies presentes en la finca tienen una dominancia relativa mucho menor, lo que indica que no tienen una presencia tan fuerte en la finca como *Erythrina velutina*. Sin embargo, algunas especies como *Samanea samán* y *Pseudobombax millei* tienen una dominancia relativa del 2,39%, lo que indica que también tienen una presencia significativa en la finca. La *Guadua angustifolia* tiene la menor área basal y dominancia relativa, lo que indica que es la especie menos abundante en la finca.

Figura 2. Dominancia de especies botánicas encontradas en la finca Santa Clara, 2022.

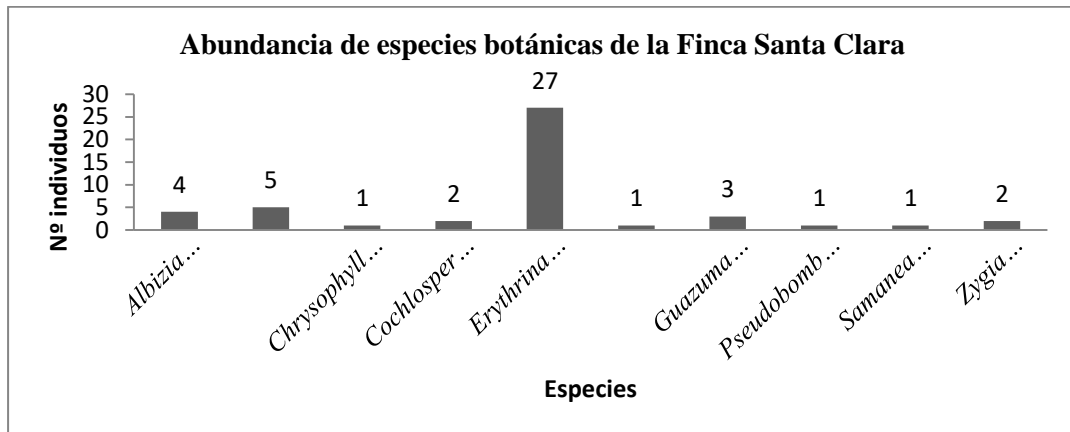


4.1.3. Abundancia de especie por familia botánica

Dado los resultados de abundancia y dominancia de las especies botánicas encontradas en la Finca Santa Clara permite entender la composición de la vegetación en el área. En este caso, se observa que la especie *Erythrina velutina* tiene la mayor área basal y dominancia relativa, lo que indica que es la especie más abundante y dominante en la finca. Además, se encontraron un total de 27 individuos de *Erythrina velutina*, lo que confirma su alta abundancia en el área. Por otro lado, las especies *Samanea samán*, *Pseudobombax millei* tienen una dominancia relativa del 2,39%, lo que indica que son especies importantes en la finca. Aunque su abundancia es menor que la de *Erythrina velutina*, su presencia es significativa y puede tener un impacto en la biodiversidad y en la estructura de la vegetación en la finca. Las especies *Albizia guachapele*, *Zygia longifolia*, *Cochlospermum vitifolium*,

Cecropia peltata, *Guazuma ulmifolia*, *Chrysophyllum cainito* y *Guadua angustifolia* tienen una baja abundancia y dominancia relativa en comparación con *Erythrina velutina*. Sin embargo, su presencia es importante para la diversidad biológica de la finca.

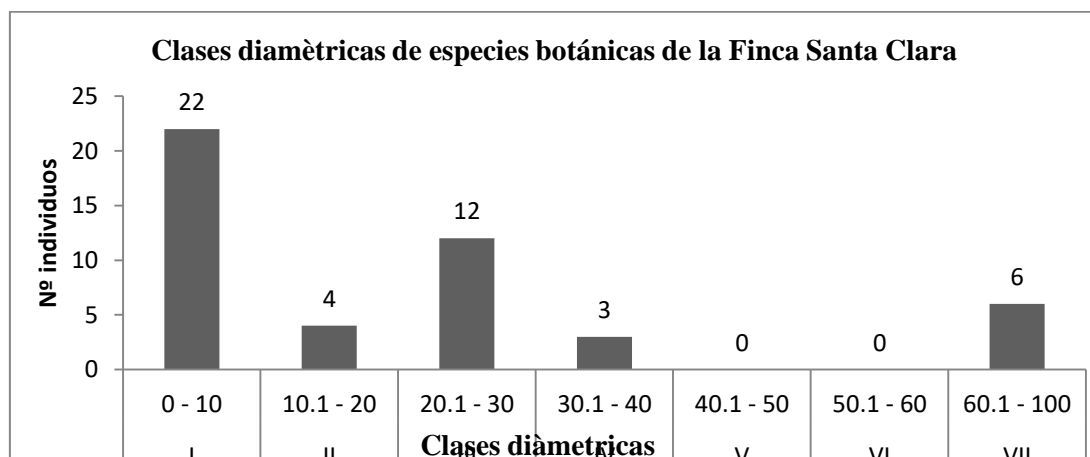
Figura 3. Abundancia de especies botánicas encontrada en la finca Santa Clara, 2022.



4.1.4. Clases diamétrica

En base a los resultados obtenidos se logró determinar que la mayoría de los árboles se encuentran en la Clase diamétrica I, que abarca diámetros de 0 a 10 cm, con un total de 22 árboles. La Clase diamétrica III, que abarca diámetros de 20.1 a 30 cm, tiene el segundo mayor número de árboles con 12. Las Clases diamétricas II, IV, VII tienen menos árboles, con 4, 3 y 6, respectivamente. No se encontraron árboles en las Clases diamétricas V y VI, que abarcan diámetros de 40.1 a 60 cm.

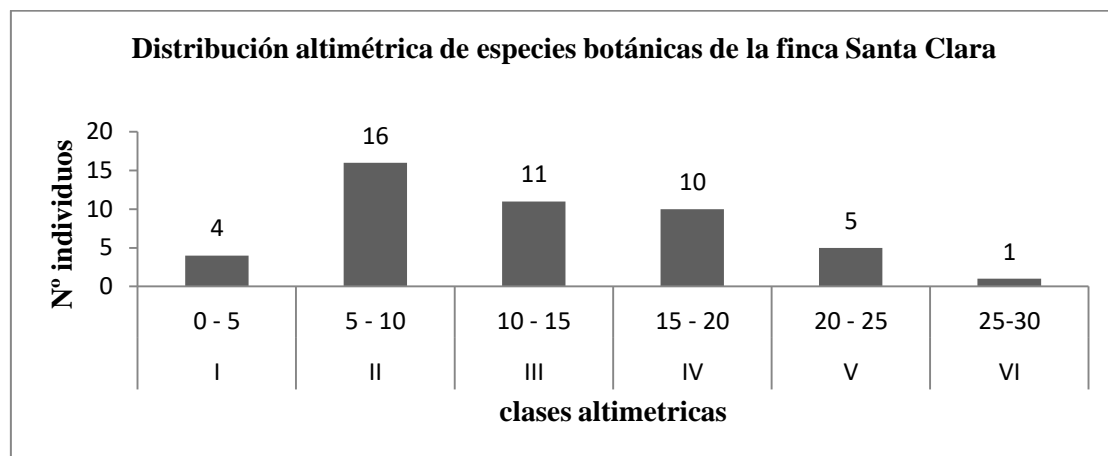
Figura 4. Clases diamétrica de las especies encontradas en la finca Santa Clara, 2022.



4.1.5. Distribución altimétrica

Los resultados obtenidos indican que la mayoría de los árboles se encuentran en la clase altimétrica II (entre 5 y 20 m), seguida por la clase altimétrica III (entre 10 y 30 m). Además, hay un número significativo de árboles en las clases altimétricas IV y V (entre 15 y 25 m). Solo un árbol (*Pseudobombax millei*) se encontró en la clase altimétrica VI (entre 25 y 30 m). Esta información proporciona información valiosa sobre la ecología de las plantas y la topografía de la finca Santa Clara.

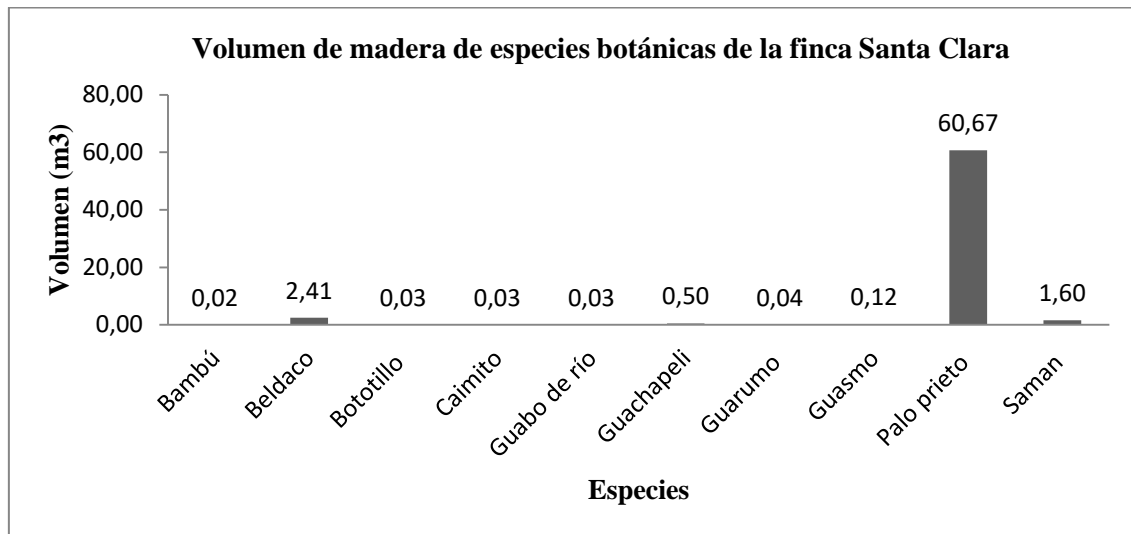
Figura 5. Distribución altimétrica de especies botánicas encontradas en la finca Santa Clara, 2022.



4.1.6. Volumen de madera

De acuerdo a los resultados obtenidos se observa que la especie con mayor volumen de madera es el Palo Prieto, con un volumen de $60,67\text{m}^3$, seguida por el Beldaco con un volumen de $2,41\text{m}^3$ y el Samán con un volumen de $1,60\text{m}^3$. El resto de especies tienen volúmenes de madera bastante bajos, lo que indica que su aprovechamiento para la industria maderera podría no ser muy significativo. Sin embargo, es importante destacar que el valor de una especie no se limita a su volumen de madera, sino que existen otros factores como su importancia ecológica y cultural.

Figura 6. Volumen de madera de especies botánicas encontradas en la finca Santa Clara, 2022



4.1.7. Índice de Valor de Importancia (IVI)

El Índice de Valor de Importancia (IVI) es una medida que combina la abundancia y la dominancia relativa de una especie en un área determinada. Las especies con un IVI alto indican que son importantes y tienen un impacto significativo en la estructura y función del ecosistema. En la Finca Santa Clara, la especie con el IVI más alto es *Erythrina velutina*, lo que indica que es una especie muy importante en el área. *Cecropia peltata* y *Albizia guachapele* también tienen un IVI significativo. El comportamiento de la diversidad biológica dentro de la finca va a depender de la biología y ecología de estas especies, es decir, la diversidad de fauna silvestre será dependiente de los frutos que estas especies producen para su alimentación y la estructura de sus ramas para hábitat, entre otras funciones. *Pseudobombax millei*, *Samanea samán*, *Guazuma ulmifolia*, *Guadua angustifolia*, *Cochlospermum vitifolium*, *Zygia longifolia* y *Chrysophyllum cainito* tienen IVI más bajos, lo que indica que son menos abundantes o dominantes en el área.

Tabla 2. Índice de Valor de Importancia de las especies botánicas encontradas en la Finca Santa Clara

| Nombre Científico | IVI (%) |
|---------------------------------|----------------|
| <i>Erythrina velutina</i> | 180,23 |
| <i>Cecropia peltata</i> | 29,27 |
| <i>Albizia guachapele</i> | 24,84 |
| <i>Pseudobombax millei</i> | 11,92 |
| <i>Samanea samán</i> | 11,92 |
| <i>Guazuma ulmifolia</i> | 10,40 |
| <i>Guadua angustifolia</i> | 9,56 |
| <i>Cochlospermum vitifolium</i> | 8,01 |
| <i>Zygia longifolia</i> | 7,97 |
| <i>Chrysophyllum cainito</i> | 5,88 |
| Total | 300 |

FUENTE: Finca Santa Clara

ELABORADO: July Echeverria

4.1.8. Índice de valor Forestal (IVF)

Los resultados indican que la familia Fabaceae es la más importante en términos de valor forestal en la finca Santa Clara, con un valor de IVF de 209,41. Le siguen en importancia las familias Malvaceae, con un IVF de 31,21, y Urticaceae, con un IVF de 20,75. Las familias restantes, Bixaceae, Sapotaceae y Poaceae, tienen un valor de IVF más bajo en comparación con las tres primeras. Cuanto mayor sea el valor del IVF, mayor será la importancia de la familia en cuestión en términos de conservación y restauración del ecosistema

Tabla 3. Índice de Valor Forestal en las familias encontradas en la finca Santa Clara

| Familia | Área Basal (m²) | N.º de Individuos | Densidad Relativa (D.r) | Dominancia Relativa (Dom.r) | Especies / Familia | Diversidad Relativa (Div.r) | IVF |
|----------------|---|------------------------------|--|--|-----------------------------------|--|------------|
| Fabaceae | 4,67 | 34 | 72,34 | 97,07 | 4 | 40 | 209,41 |
| Malvaceae | 0,13 | 4 | 8,51 | 2,70 | 2 | 20 | 31,21 |
| Urticaceae | 0,01 | 5 | 10,64 | 0,11 | 1 | 10 | 20,75 |
| Bixaceae | 0,002 | 2 | 4,26 | 0,05 | 1 | 10 | 14,31 |
| Sapotaceae | 0,002 | 1 | 2,13 | 0,05 | 1 | 10 | 12,18 |
| Poaceae | 0,001 | 1 | 2,13 | 0,02 | 1 | 10 | 12,15 |
| TOTAL | 4,802 | 47 | 100 | 100 | 10 | 100 | 300 |

FUENTE: Finca Santa Clara

ELABORADO: July Echeverria

4.1.9. Índices de diversidad

Según los resultados obtenidos el valor del índice de Shannon es de 1,54, lo que indica que la diversidad biológica de la zona evaluada es relativamente alta, es decir, cuanto mayor sea el valor del índice de Shannon, mayor será la diversidad biológica de la zona. El valor del índice de Simpson es de 0,3441, lo que indica que la diversidad biológica en la zona evaluada es relativamente baja, es decir, Cuanto mayor sea el valor del índice de Simpson, menor será la diversidad biológica. Los resultados sugieren que, aunque hay una alta diversidad biológica en la zona evaluada (según el índice de Shannon), la distribución de especies no es muy uniforme (según el índice de Simpson).

4.1.9.1. Índice de Shannon.

Tabla 4. Índice de Shannon en las especies encontradas en la finca Santa Clara

| Nombre Científico | Familia | Abundancia | A.R. (Pi) | Pi*Ln (Pi) | Pi*Ln (Pi) |
|---------------------------------|------------|------------|-----------|---------------|---------------|
| <i>Albizia guachapele</i> | Fabaceae | 4 | 0,09 | -0,21 | 0,21 |
| <i>Cecropia peltata</i> | Urticaceae | 5 | 0,11 | -0,24 | 0,24 |
| <i>Chrysophyllum cainito</i> | Sapotaceae | 1 | 0,02 | -0,08 | 0,08 |
| <i>Cochlospermum vitifolium</i> | Bixaceae | 2 | 0,04 | -0,13 | 0,13 |
| <i>Erythrina velutina</i> | Fabaceae | 27 | 0,57 | -0,32 | 0,32 |
| <i>Guadua angustifolia</i> | Poaceae | 1 | 0,02 | -0,08 | 0,08 |
| <i>Guazuma ulmifolia</i> | Malvaceae | 3 | 0,06 | -0,18 | 0,18 |
| <i>Pseudobombax millei</i> | Malvaceae | 1 | 0,02 | -0,08 | 0,08 |
| <i>Samanea samán</i> | Fabaceae | 1 | 0,02 | -0,08 | 0,08 |
| <i>Zygia longifolia</i> | Fabaceae | 2 | 0,04 | -0,13 | 0,13 |
| | | 47 | | -1,54 | 1,54 |

FUENTE: Finca Santa Clara

ELABORADO: July Echeverria

4.1.9.2. Índice de Simpson.

Tabla 5. Índice de Simpson en las especies encontradas en la finca Santa Clara

| Nombre Común | Nombre Científico | Familia | Abundancia (n) | (ni(ni-1) /N(N-1)) |
|---------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------|---------------------------|
| Guachapelí | <i>Albizia guachapele</i> | Fabaceae | 4 | 0,0056 |
| Guarumo | <i>Cecropia peltata</i> | Urticaceae | 5 | 0,0093 |
| Caimito | <i>Chrysophyllum cainito</i> | Sapotaceae | 1 | 0,0000 |
| Bototillo | <i>Cochlospermum vitifolium</i> | Bixaceae | 2 | 0,0009 |
| Palo prieto | <i>Erythrina velutina</i> | Fabaceae | 27 | 0,3247 |
| Caña guadua | <i>Guadua angustifolia</i> | Poaceae | 1 | 0,0000 |
| Guasmo | <i>Guazuma ulmifolia</i> | Malvaceae | 3 | 0,0028 |
| Beldaco | <i>Pseudobombax millei</i> | Malvaceae | 1 | 0,0000 |
| Samán | <i>Samanea samán</i> | Fabaceae | 1 | 0,0000 |
| Guabo de río | <i>Zygia longifolia</i> | Fabaceae | 2 | 0,0009 |
| TOTAL | | | 47 | 0,3441 |

FUENTE: Finca Santa Clara

ELABORADO: July Echeverria

4.1.10. Biomasa aérea y carbono almacenado por familia

De acuerdo a los resultados obtenidos, se pudo determinar que la familia Fabaceae presentó la mayor biomasa y cantidad de carbono almacenado, con una biomasa aérea de 737,61 TON/ha-1 y un almacenamiento de carbono de 368,81 TON/ha-1. Esta familia se destaca por su capacidad para producir grandes cantidades de biomasa y fijar nitrógeno, lo que ayuda a mejorar la calidad del suelo. La familia Malvaceae le sigue en importancia en cuanto a la cantidad de carbono almacenado, con un valor de 7,30 TON/ha-1. En comparación con las familias Fabaceae y Malvaceae, las demás familias como Urticaceae, Poaceae, Bixaceae y Sapotaceae presentaron valores significativamente más bajos de biomasa y carbono almacenado.

Tabla 6. Biomasa aérea y carbono almacenado en las familias encontradas en la finca Santa Clara

| Familia | Abundancia | Área basal m ² | BSS (Biomasa Sobre el Suelo) | CA (Carbono Almacenado) | Secuestro de CO ₂ |
|------------|------------|------------------------------|---------------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| Fabaceae | 34 | 4,66 | 737,61 | 368,81 | 1352,15 |
| Urticaceae | 5 | 0,01 | 0,15 | 0,08 | 0,27 |
| Malvaceae | 4 | 0,13 | 14,59 | 7,30 | 26,75 |
| Poaceae | 1 | 0,00 | 0,03 | 0,02 | 0,06 |
| Bixaceae | 2 | 0,00 | 0,08 | 0,04 | 0,15 |
| Sapotaceae | 1 | 0,00 | 0,08 | 0,04 | 0,15 |
| Total | 47 | 4,80 | 752,55 | 376,27 | 1379,53 |

FUENTE: Finca Santa Clara

ELABORADO: July Echeverria

4.1.11. Biomasa aérea y carbono almacenado por especies

Los resultados indican que *Erythrina velutina* es la especie con mayor biomasa aérea y carbono almacenado en comparación con las demás especies, con valores de 717,81 TON/ha-1 y 358,90 TON/ha-1, respectivamente. Esta especie se caracteriza por su rápido crecimiento, lo que le permite acumular biomasa y carbono de manera más eficiente que otras especies. Le siguen en importancia en términos de carbono almacenado *Pseudobombax millei* y *Samanea samán*, ambas con un valor de 6,88 TON/ha⁻¹. *Albizia guachapele* también tiene una cantidad significativa de carbono almacenado, con un valor de 2,95 TON/ha⁻¹. Siendo especies importante para la contribución a la mitigación del cambio climático, ya que estas absorben dióxido de carbono (CO₂) durante la fotosíntesis y lo almacenan en su biomasa.

Por otro lado, *Cecropia peltata*, *Guazuma ulmifolia*, *Guadua angustifolia*, *Cochlospermum vitifolium*, *Zygia longifolia* y *Chrysophyllum cainito* tienen una biomasa y un carbono almacenado mucho más bajos en comparación con las especies mencionadas anteriormente, sin embargo, tienen su importancia ecológica y otros roles importantes, como la facilitación de la regeneración de la vegetación o la provisión de hábitat para la fauna local.

Tabla 7. Biomasa aérea y carbono almacenado en las especies encontradas en la finca Santa Clara

| Especies | Abundancia | Área basal m2 | BSS (Biomasa Sobre el Suelo) | CA (Carbono Almacenado) | Secuestro de CO2 |
|---------------------------------|-------------------|----------------------|---|------------------------------------|-------------------------|
| <i>Erythrina velutina</i> | 29 | 4,47 | 717,81 | 358,91 | 1315,85 |
| <i>Cecropia peltata</i> | 3 | 0,01 | 0,11 | 0,06 | 0,20 |
| <i>Albizia guachapele</i> | 4 | 0,07 | 5,9 | 2,95 | 10,82 |
| <i>Pseudobombax millei</i> | 1 | 0,11 | 13,75 | 6,88 | 25,21 |
| <i>Samanea samán</i> | 1 | 0,11 | 13,75 | 6,88 | 25,21 |
| <i>Guazuma ulmifolia</i> | 3 | 0,01 | 0,84 | 0,42 | 1,54 |
| <i>Guadua angustifolia</i> | 1 | 0,00 | 0,03 | 0,02 | 0,05 |
| <i>Cochlospermum vitifolium</i> | 2 | 0,00 | 0,08 | 0,04 | 0,15 |
| <i>Zygia longifolia</i> | 2 | 0,00 | 0,19 | 0,10 | 0,35 |
| <i>Chrysophyllum cainito</i> | 1 | 0,00 | 0,08 | 0,04 | 0,15 |
| <i>Total</i> | 47 | 4,80 | 752,54 | 376,27 | 1379,52 |

FUENTE: Finca Santa Clara

ELABORADO: July Echeverria

4.2. Discusión

Estudios similares realizados por Ramírez Huila y Ayoví Garces (41), en el bosque seco tropical en el valle Sancán, Manabí, registraron que la familia con mayor diversidad de especies fue Fabaceae con cinco especies, siendo una de las familias más sobresalientes en los bosques secos. No obstante, ciertos expertos han planteado que la diversidad de especies de Fabaceae en los bosques secos puede ser afectada por aspectos como la fragmentación del hábitat y la actividad humana. Además, se ha indicado que la diversidad de especies de esta familia puede cambiar de acuerdo con la altitud y las variaciones estacionales Astudillo-Sánchez *et al.* (42).

La familia fabaceae es la más representada en la finca Santa Clara. Es importante destacar que la diversidad florística encontrada en la finca Santa Clara contribuye a la captura de carbono y, por lo tanto, a la mitigación del cambio climático. La identificación de las especies y la diversidad florística son importantes para el manejo sostenible de la finca y la preservación de su biodiversidad. Este estudio genera conciencia ambiental, ya que muestra la importancia de la biodiversidad y la conservación de los ecosistemas naturales.

Suárez y Vargas (43), realizaron un estudio en el bosque seco tropical en Colombia, en el que se encontró que las especies de la familia Fabaceae son dominantes en los bosques secos, siendo típicas de sitios disturbados y en proceso de regeneración. Este hallazgo se ha corroborado en otros estudios realizados por Ruiz y Rada (44), han observado que la familia de las fabáceas son dominantes en los bosques secos debido a que sus adaptaciones a estos ecosistemas están relacionadas con la resistencia a la sequía. Sin embargo, otros autores han señalado que la dominancia de las especies de Fabaceae en los bosques secos puede estar influenciada por factores como la historia evolutiva y la interacción con otros organismos Mora Pin (45).

Erythrina velutina es la especie dominante en la finca Santa Clara y su presencia es significativa para el ecosistema local. Además, se ha determinado que esta especie es importante en términos de su capacidad para secuestrar carbono atmosférico. Esto se debe a que las especies de la familia Fabaceae, a la que pertenece *Erythrina velutina*, son capaces de fijar nitrógeno atmosférico, lo que les permite tener una mayor capacidad para capturar carbono aéreo que otras especies. Por lo tanto, la preservación y conservación de esta especie

en la finca es esencial para mantener la integridad del ecosistema y para contribuir a la mitigación del cambio climático.

Un estudio llevado a cabo por De-Nova *et al.* (46), en la Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa, en México se encontró que las especies de la familia Fabaceae son las más abundantes en los bosques secos estacionales de la región, representando el 39% de la composición florística total. Sin embargo, otros autores como Mena-Mosquera *et al.*(13), han señalado que la abundancia de especies de Fabaceae en los bosques secos puede estar influenciada por factores como la competencia interespecífica y la perturbación antrópica. Asimismo, Chazdon *et al.* (47), han sugerido que la abundancia de estas especies puede variar en función de la estacionalidad y la disponibilidad de agua.

En contraste el estudio realizado por Cuéllar-Cardozo *et al.* (48), en zonas riparias de un remanente de bosque seco tropical en Colombia, encontró que la especie más abundante fue *Guadua angustifolia* Kunth con un total de 59 individuos, siendo frecuente en los márgenes de los ríos. Estos resultados difieren de los de otros autores y también difieren de los resultados de la presente investigación, ya que en la finca Santa Clara *Guadua angustifolia* Kunth fue la menos abundante.

La especie *Erythrina velutina* es la más abundante y dominante en la Finca Santa Clara, lo que indica que tiene un papel importante en la estructura de la vegetación en el área. Sin embargo, también se observa la presencia de otras especies que, aunque tienen una menor abundancia y dominancia relativa, son importantes para la biodiversidad y la estructura de la vegetación en la finca. Asimismo, en términos de captura de carbono, las especies dominantes y abundantes como *Erythrina velutina* pueden tener un impacto significativo en la capacidad de la finca para capturar y almacenar carbono aéreo.

Un estudio similar realizado por Ramírez Huila y Ayoví Garces (41), en el valle Sancán de Manabí, en el bosque seco tropical, encontró que la mayor cantidad de individuos se encontraba en la primera clase diamétrica. Esto indica que el bosque está compuesto principalmente por árboles delgados en proceso de crecimiento.

En un estudio realizado por Zimmerman *et al.* (51), en el Bosque Seco de Guánica en Puerto Rico, se encontró que las especies de Fabaceae estaban representadas en todas las clases

altimétricas, desde el nivel del mar hasta los 1.000 metros de altitud. Este patrón de distribución puede estar relacionado con las adaptaciones fisiológicas de las especies de Fabaceae a diferentes condiciones ambientales, así como a la capacidad de estas especies para colonizar diferentes hábitats y competir con otras especies. En resumen, se ha observado que las especies de la familia Fabaceae muestran una notable capacidad de adaptación a diferentes tipos de ecosistemas en comparación con otras especies que tienen requerimientos específicos de altitud.

Estudio realizado por Marcano-Vega (52), en el Bosque Seco de Guánica en Puerto Rico encontró que el palo prieto tenía un alto valor de uso en términos de su madera y su uso en la producción de tintes. Destacando la importancia de la gestión sostenible de los recursos forestales para garantizar la conservación a largo plazo de especies como el palo prieto en los bosques secos. Los resultados del estudio resaltan la importancia de considerar no solo el volumen de madera de una especie, sino también su valor ecológico al tomar decisiones sobre su uso y gestión forestal. En el caso específico del Palo Prieto, se ha determinado que es la especie con mayor volumen de madera en la finca Santa Clara, lo que contribuye a mantener los servicios ecosistémicos que brindan los bosques, como la captura de carbono aéreo.

Un estudio realizado por De-Nova *et al.* (46), en el Bosque Seco de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla en México, evaluaron el índice de valor de importancia (IVI) de *E. Velutina* y otras especies de árboles en diferentes áreas del bosque. Los resultados revelaron que *E. Velutina* tenía un IVI relativamente alto en algunas áreas del bosque, lo que sugiere que esta especie es importante para la estructura y el funcionamiento del ecosistema. Otro estudio realizado por Marcano-Vega (52), en el Bosque Seco de Guánica en Puerto Rico, se encontró que *E. Velutina* es una especie importante debido a su valor cultural y ecológico. Esta especie es conocida por su uso en la medicina tradicional y como fuente de alimento para la fauna local. Además, se ha demostrado que *E. Velutina* tiene un impacto positivo en la fertilidad del suelo y en la regeneración del bosque, lo que sugiere que es una especie clave para la conservación y restauración de este ecosistema.

Cuéllar-Cardozo *et al.* (48), llevaron a cabo una investigación en zonas riparias de un remanente de bosque seco tropical, donde encontraron que la especie con el índice de valor de importancia (IVI) más alto fue *Z. longifolia*. Estos hallazgos difieren de los resultados mencionados anteriormente, así como de los resultados del presente estudio, en el que esta

especie obtuvo valores muy bajos. La especie *Erythrina velutina* tiene el índice de valor de importancia (IVI) más alto, lo que indica que es una especie de importancia significativa en el área. Además, se ha determinado que esta especie tiene un impacto significativo en la biodiversidad y función del ecosistema. Es importante tener en cuenta que el valor de una especie no se limita únicamente a su importancia económica, como su volumen de madera, sino que también incluye otros factores como su valor cultural y ecológico, los cuales deben ser considerados en la toma de decisiones de manejo y conservación.

En un estudio realizado por De-Nova *et al.* (46), en el Bosque Seco de Guánica en Puerto Rico, evaluaron IVF de la familia Fabaceae y otras especies arbóreas. Se encontró que las especies de la familia Fabaceae tenían un IVF relativamente alto en comparación con otras especies, lo que indica su importancia en términos de su valor forestal y económico. Chazdon *et al.* (47), realizaron un estudio en los bosques secos de la región de Neotrópico donde encontraron que las especies de la familia Fabaceae tenían un alto valor forestal debido a su capacidad para fijar nitrógeno y mejorar la fertilidad del suelo, lo que es importante para la producción de madera y otros productos forestales.

La familia Fabaceae es una de las más importantes en términos de valor forestal en la finca Santa Clara, y es clave en términos de conservación y restauración del ecosistema. Estas especies tienen un impacto significativo en la estructura y función del ecosistema, por lo que deberían ser consideradas en cualquier estrategia de conservación o restauración que se implemente en la finca.

En un estudio realizado por Muñoz-Jiménez *et al.* (53), en el Bosque Seco de la Costa de Oaxaca, México, se encontraron valores de índice de Shannon de 1,54 y de índice de Simpson de 0,34 para las especies de la zona. Estos valores indican una diversidad moderada de especies y una dominancia relativamente baja de algunas especies. Por otro lado, un estudio por Medeiros y da Costa Lira (54), realizado en los bosques secos de la región de Ceará, Brasil, encontró un índice de Shannon de 1,35 y un índice de Simpson de 0,46 para las especies presentes. Estos valores indican una diversidad ligeramente menor y una mayor dominancia de algunas especies en comparación con el estudio anterior.

Pozo Tomalá (55), realizó un estudio que reportó valores de índice de Shannon de 1,60 y de índice de Simpson de 0,72. Se enfatizó que aunque la vegetación arbórea presente en el

estudio es baja, muestra una alta dominancia. Los valores obtenidos son típicos de bosques secos que han sufrido degradación debido a la actividad humana local. Según los resultados de esta investigación, se concluye que las especies arbóreas tienen una alta dominancia, aunque su distribución no sea uniforme. Estos hallazgos coinciden con los de Lucas Carrillo y Pilay Cobos (56), quienes en su estudio sobre el bosque seco en la cuenca alta del río Jipijapa encontraron un valor de 0,96% para el índice de Simpson, lo que indica una alta dominancia.

Sainge *et al.* (57), en su estudio indicaron que *Enterolobium cyclocarpum* fue la especie con mayor biomasa aérea y carbono almacenado, seguida por *Pithecellobium dulce* y *Gliricidia sepium*. En general, las tres especies de Fabaceae estudiadas contribuyeron significativamente a la biomasa aérea y al carbono almacenado en el bosque seco. Otro estudio realizado por Pati *et al.* (58), en los bosques secos del norte de Perú, encontraron que la familia Fabaceae es una de las principales contribuyentes a la biomasa y al carbono almacenado en el bosque. El estudio destacó la importancia de especies como *Prosopis pallida* y *Cercidium praecox* en la acumulación de biomasa y carbono.

La familia Fabaceae es la más significativa en términos de contribución a la biomasa aérea y al almacenamiento de carbono en la finca Santa Clara. Estos hallazgos pueden tener implicaciones importantes en la planificación y gestión de los bosques secos, ya que la identificación de la familia más relevante en términos de almacenamiento de carbono y biomasa puede ser valiosa para dirigir los esfuerzos de conservación y gestión hacia ellas.

Un estudio por Muñoz-Jiménez *et al.* (53), realizado en el Bosque Seco de la Costa de Oaxaca, México, evaluaron la biomasa aérea y el carbono almacenado en *Erythrina velutina*. Los resultados del estudio indicaron que *Erythrina velutina* tiene una alta biomasa aérea y una importante capacidad de almacenamiento de carbono. La biomasa aérea promedio de la especie fue de 12.7 toneladas por hectárea y el carbono almacenado promedio fue de 6.4 toneladas por hectárea. Estos valores son comparables o superiores a los reportados para otras especies de la familia Fabaceae en bosques secos de América Latina. Pati *et al.* (58), realizaron un estudio en los bosques secos de la región de Piura, Perú, evaluaron la biomasa aérea y el carbono almacenado en *Erythrina velutina*. Los resultados de este estudio mostraron que *Erythrina velutina* tiene una alta capacidad de almacenamiento de carbono, con valores promedio de 8.3 toneladas de carbono por hectárea.

Se evidencia la relevancia de la especie *Erythrina velutina* en cuanto a su biomasa aérea y capacidad de almacenamiento de carbono en la finca Santa Clara. Es importante resaltar que esta especie juega un papel significativo en la mitigación del cambio climático, debido a que su proceso de fotosíntesis implica la absorción de dióxido de carbono y su almacenamiento en la biomasa, lo que a su vez contribuye a la disminución de la cantidad de CO₂ presente en la atmósfera.

En otro estudio realizado por Muñoz *et al.* (49), en la Quinta Experimental El Chilco, se encontró que había un mayor número de individuos en las categorías más pequeñas (>235 ind./ha), mientras que en las categorías diamétricas más grandes había una menor cantidad de individuos (<50 ind/ha). Además, se observó que la distribución de las especies no era uniforme, lo que sugiere que el área está siendo protegida, lo cual puede facilitar la recuperación de la estructura del bosque en el futuro. Mendoza *et al.* (50), descubrió que la mayoría de los individuos se encuentran en las primeras clases diamétricas. Esta característica hace que la distribución diamétrica tenga una forma de "J" invertida, lo que indica que los bosques nativos jóvenes están en proceso de recuperación en términos de su distribución diamétrica.

De-Nova *et al.* (46), también descubrió que la mayoría de las especies de Fabaceae presentaban una distribución unimodal en las clases diamétricas. Lo que indica que estas especies se están regenerando constantemente en el ecosistema y están presentes en todas las etapas de crecimiento en el bosque. Se concluye, que la finca Santa Clara está compuesta principalmente por árboles jóvenes en proceso de crecimiento y se están regenerando constantemente en el ecosistema. Destacando la importancia de especies de la familia Fabaceae para la biodiversidad y la estructura del bosque.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

La realización de inventarios florísticos es de gran relevancia, especialmente en áreas con escasa o nula investigación, ya que estos proporcionan información crucial y evidencian la realidad del territorio. Entre las especies de la familia fabácea la más representativa del fue *Erythrina velutina* existiendo una alta diversidad de esta familia en la zona de estudio. Esta diversidad podría ser un factor que contribuya a la estabilidad y resiliencia del ecosistema.

En los bosques secos, la familia Fabaceae desempeña una función crucial en términos de biomasa y almacenamiento de carbono. Dentro de esta familia, *Erythrina velutina* destaca por presentar una alta biomasa y un significativo almacenamiento de carbono, seguida de la especie *Pseudobombax millei* y *Samanea samán*. Estas especies podrían tener un efecto positivo en la mitigación del cambio climático al contribuir a la captación de carbono atmosférico.

5.2. Recomendaciones

- Promover la conservación y restauración de las especies de la familia Fabaceae especialmente de *Erythrina velutina*, *Pseudobombax millei* y *Samanea samán*, que son las especies de esta familia que más contribuyen a la biomasa y almacenamiento de carbono en la Finca Santa Clara.
- Llevar a cabo programas de restauración y reforestación utilizando especies de la familia fabácea en áreas donde han sido degradadas o deforestadas para contribuir a la recuperación del ecosistema y la conservación de la biodiversidad.
- Se recomienda la evaluación de otras unidades de muestreo que no fueron consideradas en este estudio, como el carbono almacenado en la hojarasca, suelo y biomasa en su conjunto. Estas unidades de muestreo pueden ser evaluadas mediante otros métodos para obtener valores más precisos de la cantidad de carbono almacenado en el ecosistema.
- Continuar con la investigación y monitoreo a largo plazo de la finca santa clara para evaluar cambios en el almacenamiento de biomasa y carbono, así como de la diversidad de especies y su estabilidad a largo del tiempo.

CAPITULO VI

BIBLIOGRAFÍAS

6.1. Bibliografía

1. Vega RR, Saab HP. Diversidad florística del bosque seco tropical en las subregiones bajo y medio Sinú, Córdoba, Colombia. *Rev Biol Trop.* 2020;68(1):167–79.
2. Olson DM, Dinerstein E. The Global 200: Priority ecoregions for global conservation. *Ann Missouri Bot Gard.* 2002;199–224.
3. Bovendorp RS, Brum FT, McCleery RA, Baiser B, Loyola R, Cianciaruso M V, et al. Defaunation and fragmentation erode small mammal diversity dimensions in tropical forests. *Ecography (Cop).* 2019;42(1):23–35.
4. Toalombo Quiquintuña EV. Caracterización florística del ecosistema Arbustal siempreverde y Herbazal de las zonas de recarga hídrica del área protegida Ichubamba Yasepan. 2022;
5. Guerrero-Hernández R, Muñoz-Castro MÁ, Vázquez-García JA, Ruiz-Corral JA. Estructura del bosque mesófilo de montaña y su reemplazo por bosque de Abies en dos gradientes altitudinales del occidente de México. *Bot Sci.* 2019;97(3):301–22.
6. Triana A, Sánchez J, González-Melo A, Torres F. Análisis funcional del secuestro de carbono en un bosque seco tropical interandino. *Caldasia.* 2019;41(1):179–93.
7. Tamayo MF, Vichot MB, Péré AR. Captura de carbono por especies arbóreas en la finca La Carmelina. *Avances.* 2021;23(2).
8. Urbina NJQ, Marín GMT, León RÁ. Estimación del contenido de biomasa, fijación de carbono y servicios ambientales, en un área de bosque primario en el resguardo indígena Piapoco Chigüiro-Chátare de Barrancominas, departamento del Guainía (Colombia). *Luna Azul.* 2016;(43):171–202.
9. Angulo DA. Inventario florístico estructural del bosque de El Malcotal, El Salvador. 2002;
10. Manzanilla Quijada GE, Mata Balderas JM, Treviño Garza EJ, Aguirre Calderón ÓA, Alanís Rodríguez E, Yerena Yamallel JI. Diversidad, estructura y composición florística de bosques templados del sur de Nuevo León. *Rev Mex ciencias For.* 2020;11(61):94–123.
11. Ramírez Ramírez JP. Composición florística en una hectárea de bosque en tres senderos del Área de Concesión de Conservación Cuenca Alta Río Itaya, Universidad Científica del Perú, Loreto-2016. 2016;
12. Estrella Caicedo LA. Diversidad florística, concentración de biomasa aérea y carbono (c) en un bosque siempre verde tierras bajas de 300 a 400 msnm., en la Amazonía

- Ecuatoriana. Quevedo: UTEQ; 2016.
13. Mena-Mosquera VE, Andrade HJ, Torres-Torres JJ. Composición florística, estructura y diversidad del bosque pluvial tropical de la subcuenca del río Munguidó, Quibdó, Chocó, Colombia. *Entramado*. 2020;16(1):204–15.
 14. Gentry AH. Diversity and floristic composition of neotropical dry forests. *Seas dry Trop For*. 1995;146–94.
 15. Graciano-Ávila G, Alanís-Rodríguez E, Aguirre-Calderón ÓA, González-Tagle MA, Treviño-Garza EJ, Mora-Olivo A. Caracterización estructural del arbolado en un ejido forestal del noroeste de México. *Madera y bosques*. 2017;23(3):137–46.
 16. Tovar Blanco AL, Lizarazo Salcedo IA, Rodríguez Eraso N. Estimación de biomasa aérea de *Eucalyptus grandis* y *Pinus* spp usando imágenes Sentinel1A y Sentinel2A en Colombia. *Colomb For*. 2020;23(1):79–93.
 17. Paucar Mendoza E, Cjuno Rojas KJ. Stock de carbono de la biomasa aérea y necromasa en un bosque de terraza alta presente en dos concesiones de reforestación en el sector de Santa Rita Baja, distrito de Inambari Madre de Dios. 2016;
 18. Tovar Arboleda JJ. Contenido de carbono de la biomasa arbórea en un sistema agroforestal tradicional en la finca experimental La Represa, perteneciente a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), cantón Quevedo, provincia de Los Ríos. Quevedo: UTEQ; 2021.
 19. Andrade Castañeda HJ, Segura Madrigal MA. ¿Cómo estimar rápidamente el carbono almacenado en la biomasa aérea de los sistemas agroforestales indígenas de Talamanca, Costa Rica? *Agroforestería en las Américas*, número 46 (2008), páginas 97-103. 2008;
 20. Grefa Grefa IK, Aguinda Licuy EG. Estimación de carbono en plantaciones de *Cedrelinga catenaeformis* D. Duke, *Cordia alliodora* (Ruíz/Pav.) Oken y *Tabebuia donnell-smithii* Rose en La Hacienda Los Laureles, Cantón Archidona. Universidad Estatal Amazónica; 2020.
 21. Torres-Torres JJ, Mena-Mosquera VE, Álvarez-Dávila E. Ar carbono almacenado em três florestas Jardim Botânico do Pacífico, Chocó, Colombia. *Entramado*. 2017;13(1):200–9.
 22. Florín ADL, Asanza AWS, Maza JEM, Figueroa JEC. Biomasa forestal y captura de carbono en el bosque seco de la Reserva Ecológica Arenillas. *Rev Científica Agroecosistemas*. 2021;9(2):140–6.
 23. Chimbo Yari IJ. Evaluación del carbono en la biomasa de dos especies forestales

- introducidas (*Eucalyptus* y *Pinus*) y una especie nativa (*Hesperomeles Ferruginea*) en el bosque Aguarongo. 2016.
24. Pintado Corte SE, Astudillo Pacheco DF. Inventario forestal y estimación de la captura del carbono en los cuatro parques urbanos y en las riberas de los ríos Santa Bárbara y San Francisco en la zona turística del cantón Gualaceo. 2021.
 25. Butz P. Tree Water Use Strategies in a Neotropical Dry Forest. Georg-August-Universität Göttingen; 2019.
 26. Chimarro Cumbal JC. Composición florística y estructura del bosque seco, comunidad El Rosal, La Concepción, Mira. 2021.
 27. Moreira Mendoza MK. Evaluación de la composición y estructura del bosque seco tropical del sector Membrillal del valle Sancán. Jipijapa. UNESUM; 2021.
 28. Delgado DFF, Mogollón AEC, González LC. Índices de biodiversidad florística en 15 fincas en el municipio de La Playa de Belén, Norte de Santander. INGE CUC. 2023;19(1).
 29. Rubio JPG, Salazar AT, Santos FC, Segovia CSJ, Lara CRV, Rojas YJ. Evaluación y restauración ecológica “Lisan Wasi” comunidad San Pedro, parroquia Tarqui, Cantón Pastaza. Rev Cienc y Tecnol. 2020;13(1):17–25.
 30. Sione S, Ledesma SG, Rosenberger LJ, Oszust JD, Andrade-Castañeda H, Maciel GO, et al. Ecuaciones alométricas de biomasa aérea para *Prosopis nigra* (Griseb.) Hieron. en bosques de Entre Ríos (Argentina). Agron Ambient. 2020;40(1).
 31. Reyes Reyes J, Rodríguez Morales JA, Pimienta de la Torre D de J, Fuentes Pérez MA, Marroquín Morales P, Merino García A, et al. Diversidad y estructura de los árboles de sombra asociados a *Coffea arabica* L. en el Soconusco, Chiapas. Rev Mex ciencias For. 2022;13(71):4–27.
 32. Díaz Lezcano MI, Ríos Robles JR, Moreno Resquín H, Vera de Ortiz ML. Contenido de carbono en un sistema silvopastoril del Chaco central paraguayo. Rev Cuba Ciencias For. 2020;8(2):344–57.
 33. Saldaña-Chafloque CF, Mendoza-Mallqui SD, Orellana-Reyes DE, Perez-Hijar JB, Rodas-Riveros NM. Ingeniería en la abundancia y diversidad de árboles forestales de la comunidad andina de Ahuaycha, Tayacaja, Huancavelica. TAYACAJA. 2022;5(1):2–12.
 34. Santamaría WRD, Vargas RGG, Vargas CF. Cobertura vegetal en árboles dispersos ubicados en predios agropecuarios del corredor vial Bogotá–Villavicencio. Doc Trab ECAPMA. 2022;6:6–18.

35. Rojas JAA, Ortiz DFL, Lopez ARC, Rojas MR, Erazo EB. Caracterización y diversidad de árboles dispersos en pasturas de un paisaje de bosque seco tropical en el Caribe Colombiano. *Livest Res Rural Dev.* 2021;33:7.
36. Tadeo-Noble AE, Valdez-Hernández JI, Beltrán-Rodríguez L, García-Moya E. Efecto del aprovechamiento forestal sobre la estructura y diversidad arbórea en selvas tropicales de Quintana Roo, México. *Bosque (Valdivia).* 2019;40(2):129–40.
37. Ortiz NL. Diversidad e indicadores de vegetación del arbolado urbano en la ciudad de Resistencia, Chaco, Argentina. *Agron Ambient.* 2020;39(2).
38. Chave J, Andalo C, Brown S, Cairns MA, Chambers JQ, Eamus D, et al. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia.* 2005;145:87–99.
39. Penman J, Gytarsky M, Hiraishi T, Krug T, Kruger D, Pipatti R, et al. Good practice guidance for land use, land-use change and forestry. *Good Pract Guid L use, land-use Chang For.* 2003;
40. Chamorro Meza MA, Falconi Romero S. Potencial de secuestro de carbono por los árboles en los parques urbanos de los Distritos de El Tambo, Huancayo y Chilca. 2019;
41. Ramírez Huila W, Ayoví Garces NE. Estructura y composición arbórea del bosque seco tropical en el valle Sancán, Manabí, Ecuador. *Rev Cuba Ciencias For.* 2022;10(2):169–81.
42. Astudillo-Sánchez E, Pérez J, Troccoli L, Aponte H. Composición, estructura y diversidad vegetal de la Reserva Ecológica Comunal Loma Alta, Santa Elena, Ecuador. *Rev Mex Biodivers.* 2019;90.
43. Suárez S, Vargas O. Composición florística y relaciones ecológicas de las especies de borde, parches y árboles aislados de un bosque seco tropical en Colombia. *Implicaciones para su restauración ecológica. caldasia.* 2019;41(1):28–41.
44. RUIZ AHH, RADA JMD. Caracterización y modelización de los patrones fenológicos de la vegetación en bosques tropicales secos de la Península de Yucatán. *Centro de Investigación Científica de Yucatán;* 2021.
45. Mora Pin GS. Caracterización de la especie *Bursera graveolens* (Kunth) para su conservación en la comuna Agua Blanca–Machalilla. *Jipijapa-Unesum;* 2022.
46. De-Nova JA, González-Trujillo R, Castillo-Lara P, Fortanelli-Martínez J, Mora-Olivo A, Salinas-Rodríguez MM. Inventario florístico de la Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa, San Luis Potosí, México. *Bot Sci.* 2019;97(4):761–88.
47. Chazdon RL, Gutierrez V, Brancalion PHS, Laestadius L, Guariguata MR. Co-creating

- conceptual and working frameworks for implementing forest and landscape restoration based on core principles. *Forests*. 2020;11(6):706.
48. Cuéllar-Cardozo JA, Nossa-Silva D, Vallejo MI. Diversidad y estructura florística en zonas riparias de un remanente de bosque seco tropical. *Colomb For*. 2022;25(2):70–84.
 49. Muñoz J, Erazo S, Armijos D. Composición florística y estructura del bosque seco de la quinta experimental “El Chilco” en el suroccidente del Ecuador. *Cedamaz*. 2014;4(1).
 50. Mendoza ZA, Córdova CA, Coronel WQ. Bosque seco de la parroquia Mangahurco, Zapotillo, Loja, estudio de su composición florística, estructura y endemismo. *Cienc Lat Rev Científica Multidiscip*. 2021;5(5):7162–82.
 51. Zimmerman JK, Wood TE, González G, Ramirez A, Silver WL, Uriarte M, et al. Disturbance and resilience in the Luquillo Experimental Forest. *Biol Conserv*. 2021;253:108891.
 52. Marcano-Vega H. Los bosques de Puerto Rico, 2014. 2019;
 53. Muñoz-Jiménez O, López-Acosta JC, Villegas-Patracá R. Diversidad y estructura vegetal en un paisaje antropizado de La Venta, Juchitán, Oaxaca, México. *Acta botánica Mex*. 2019;(126).
 54. Medeiros TCC, da Costa Lira D. A flora de fragmentos de floresta estacional na fazenda novo horizonte, município de monte do carmo-to. *Rev Interface (Porto Nac)*. 2020;19(19):36–50.
 55. Pozo Tomalá KL. Composición, estructura y diversidad florística del bosque seco en la comuna Aguadita-San Marcos, de la provincia de Santa Elena. *La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena*, 2021; 2021.
 56. Lucas Carrillo LM, Pilay Cobos LA. Composición y estructura del bosque seco tropical en la cuenca alta del río Jipijapa. *Jipijapa. UNESUM*; 2021.
 57. Sainge MN, Nchu F, Peterson AT. Diversity, above-ground biomass, and vegetation patterns in a tropical dry forest in Kimbi-Fungom National Park, Cameroon. *Heliyon*. 2020;6(1):e03290.
 58. Pati PK, Kaushik P, Khan ML, Khare PK. Allometric equations for biomass and carbon stock estimation of small diameter woody species from tropical dry deciduous forests: Support to REDD+. *Trees, For People*. 2022;9:100289.

ANEXOS

Anexo 1. Reconocimiento de las áreas y de especies forestales por sus características morfológicas.



Anexo 2. Medición de diámetros de las especies forestales.



Anexo 3. Toma de alturas de las especies forestales.



Anexo 4. Registro de los datos obtenidos.



Anexo 5. Finalización de la fase de campo y colaboradores

