



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

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

### **CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**Trabajo de titulación presentado como requisito previo  
para la obtención del título de Ingeniera Forestal**

**COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y ESTRUCTURAL DE TRES ECOSISTEMAS  
FORESTALES EN LA RESERVA HÍDRICA EL PARAÍSO, PARROQUIA  
PEÑAHERRERA, COTACACHI – IMBABURA**

#### **AUTORA**

María Alexandra Campo Campo

#### **DIRECTOR**

Ing. Jorge Luis Ramírez López, M.Sc.

**IBARRA – ECUADOR**

2021

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS

AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

**COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y ESTRUCTURAL DE TRES ECOSISTEMAS FORESTALES EN LA RESERVA HÍDRICA EL PARAÍSO, PARROQUIA PEÑAHERRERA, COTACACHI - IMBABURA**

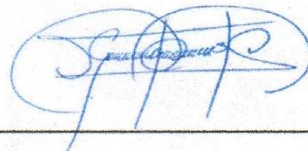
Trabajo de titulación revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza la presentación como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERA FORESTAL**

**APROBADO**

Ing. Jorge Luis Ramírez López, M.Sc.

**Director de trabajo de titulación**



---

Ing. Hugo Vinicio Vallejos Álvarez, Mgs.

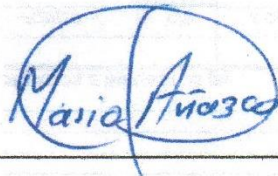
**Tribunal de trabajo de titulación**



---

Ing. Mario José Añazco Romero, PhD

**Tribunal de trabajo de titulación**



---

Ibarra – Ecuador

2021

ii



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

DATOS DE CONTACTO			
<b>CÉDULA DE CIUDADANÍA:</b>	172596779-6		
<b>NOMBRES Y APELLIDOS:</b>	María Alexandra Campo Campo		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Otavalo-Comunidad Nuevo Santiaguillo		
<b>EMAIL:</b>	<a href="mailto:macampoc@utn.edu.ec">macampoc@utn.edu.ec</a> / <a href="mailto:alejacc3@yahoo.es">alejacc3@yahoo.es</a>		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	2520046	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0978926678

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y ESTRUCTURAL DE TRES ECOSISTEMAS FORESTALES EN LA RESERVA HÍDRICA EL PARAÍSO, PARROQUIA PEÑAHERRERA, COTACACHI - IMBABURA
<b>AUTOR:</b>	María Alexandra Campo Campo
<b>FECHA:</b>	22 de abril de 2021
SÓLO PARA TRABAJOS DE TITULACIÓN	
<b>PROGRAMA:</b>	Pregrado
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniera Forestal
<b>DIRECTOR:</b>	Ing. Jorge Luis Ramírez López, M.Sc.

## **2. CONSTANCIA**

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

Ibarra, a los 22 días del mes de abril de 2021

### **LA AUTORA**



---

Campo Campo María Alexandra

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

**Guía:** FICAYA – UTN

**Fecha:** 22 de abril de 2021

María Alexandra Campo Campo: **COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y ESTRUCTURAL DE TRES ECOSISTEMAS FORESTALES EN LA RESERVA HÍDRICA EL PARAÍSO, PARROQUIA PEÑAHERRERA, COTACACHI - IMBABURA** /Trabajo de titulación. Ingeniera Forestal. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Forestal. Ibarra, 22 de abril del 2021, 77 páginas.

**DIRECTOR:** Ing. Jorge Luis Ramírez López, M.Sc.

El objetivo principal de la presente investigación fue: Determinar la composición florística y estructural de tres ecosistemas forestales en la Reserva Hídrica “El Paraíso”, parroquia Peñaherrera, cantón Cotacachi, provincia de Imbabura. Entre los objetivos específicos se encuentran: Calcular índices de diversidad de los ecosistemas estudiados y Determinar la estructura horizontal y vertical de tres ecosistemas forestales en la Reserva Hídrica.

.....  
Ing. Jorge Luis Ramírez López, M.Sc.

**Director de trabajo de titulación**

.....  
María Alexandra Campo Campo

**Autora**

## DEDICATORIA

*Este trabajo se lo dedico con mucho cariño y amor a mi padre José Campo, mi madre María Rosa Elena Campo, las dos personas más importantes de mi vida quienes me han apoyado durante esta etapa tan importante.*

*También va dedicado para mi hermano Juan Través, mi hermana Rocío Campo y para mis sobrinos Sebastián y Ashléy por quienes he dado lo mejor de mí cada día, a mis amigos y compañeros que he conocido a lo largo de mi carrera universitaria, quienes con sus ánimos me han apoyado para seguir hasta este punto.*

*Finalmente, para las personas que no están conmigo quienes sé que desde el cielo me han ayudado en todo momento, esto también va por ellos. Los quiero y extraño mucho.*

## AGRADECIMIENTO

*En primero lugar agradezco a Dios por la vida que me ha dado, por guiarme a lo largo de este proceso universitario, por la fuerza y perseverancia brindada para seguir adelante y llegar a cumplir con esta meta.*

*A la gloriosa Universidad Técnica del Norte por abrirme las puertas para cumplir con este sueño, pero sobre todo a la prestigiosa Carrera de Ingeniería Forestal, mucho más que mi carrera es mi familia, en donde pase los mejores momentos de mi vida, cada recuerdo lo llevo plasmada en mi corazón.*

*A mi grupo de trabajo conformada por excelentes docentes quienes con su conocimiento aportaron en el desarrollo y culminación de mi investigación al Ing. Jorge Ramírez, Ing. Hugo Vallejos y Ing. Mario Añazco, mis más sinceros agradecimientos por todo.*

*AL GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE CIENCIAS FORESTALES (GICFOR), PROYECTO EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SILVICULTURAL ECOLÓGICO Y ECONÓMICO DE *Alnus nepalensis* D.DON EN LA ZONA NORTE DEL ECUADOR, muchas gracias por haberme permitido formar parte de tal grupo.*

*Por último, al Sr. Pedro Bolaños presidente de la comunidad el Paraíso, lugar donde realice mi trabajo y a Ángel Gómez quien me ayudó en las actividades realizadas dentro de la Reserva.*

*Gracias infinitas a todos.*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN.....	iii
REGISTRO BIBLIOGRÁFICO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
CAPÍTULO I	
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos.....	3
1.1.1. General.....	3
1.1.2. Específicos.....	3
1.2. Preguntas directrices.....	3
CAPÍTULO II	
2. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Fundamentación legal.....	4
2.1.1. Constitución de la República del Ecuador 2008.....	4
2.1.2. Código Orgánico del Ambiente (COA, 2018).....	4
2.1.3. Plan Nacional de Desarrollo 2017 – 2021.....	5
2.1.4. Disposición local – Corporación Toisán.....	5
2.1.4. Línea de investigación.....	5
2.2. Fundamentación teórica.....	5
2.2.1. Bosque secundario.....	5



2.2.2. Regeneración natural.....	8
2.2.3. Sucesión vegetal.....	8
2.2.4. Variables a medir en un inventario forestal.....	9
2.2.5. Tipos de muestreo de la vegetación .....	11
2.2.6. Composición florística .....	13
2.2.7. Estructura.....	13
2.2.8. Índices de diversidad.....	15
2.2.9. Investigaciones relacionadas a la composición florística y estructural .....	18

### CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS .....	20
3.1. Ubicación del área de estudio .....	20
3.1.1. Política.....	20
3.1.2. Geográfica .....	20
3.1.3. Límites.....	21
3.2. Datos climáticos.....	21
3.3. Materiales, equipos y softwares .....	22
3.3.1. Materiales .....	22
3.3.2. Equipos.....	22
3.3.3. Softwares .....	22
3.4. Metodología .....	23
3.4.1. Delimitación del área de estudio .....	23
3.4.2. Determinación del tamaño de muestra .....	23
3.4.3. Establecimiento de las unidades de muestreo y toma de datos .....	24
3.4.4. Recolección de muestras e identificación .....	25
3.4.5. Análisis estadístico .....	26
3.4.6. Determinación estructura de los ecosistemas .....	27

3.4.7. Determinación de los índices de diversidad de los ecosistemas.....	29
3.4.8. Estadística no paramétrica.....	30
3.4.9. Prueba T- student.....	31
CAPÍTULO IV	
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
4.1. Caracterización de la composición florística de la Reserva.....	32
4.2. Índices de diversidad.....	35
4.2.1. Índice dominancia de Simpson.....	36
4.2.2. Índice de diversidad de Shannon.....	36
4.2.3. Índice de Margalef.....	37
4.3. Determinar la estructura horizontal y vertical de los ecosistemas.....	38
4.3.1. Estructura horizontal de los ecosistemas.....	38
4.3.2. Distribución diamétrica.....	41
4.4. Estructura vertical.....	43
4.4.1. Distribución Ecosistema Aliso.....	43
4.4.2. Distribución de las especies - Ecosistema Mixto.....	44
4.4.3. Distribución de las especies- Ecosistema Nativo.....	46
4.5. Análisis estadístico.....	47
4.6. Comparación de ecosistemas.....	49
4.7. Pruebas de T de student.....	50
CAPÍTULO V	
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	51
5.1. Conclusiones.....	51
5.2. Recomendaciones.....	52
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
7. ANEXOS.....	62



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Rangos de diversidad de Shannon.....	16
<b>Tabla 2.</b> Rangos de diversidad de Simpson .....	17
<b>Tabla 3.</b> Coordenadas UTM de los Ecosistemas .....	21
<b>Tabla 4.</b> Número de parcelas a instalar .....	24
<b>Tabla 5.</b> Aspectos a considerar para la toma de datos del DAP de los ecosistemas mixto y nativo .....	25
<b>Tabla 6.</b> Codificación para la toma de datos de los individuos .....	26
<b>Tabla 7.</b> Estadística descriptiva .....	26
<b>Tabla 8.</b> Parámetros para determinar la estructura horizontal.....	28
<b>Tabla 9.</b> Clasificación de los pisos estructurales de los Ecosistemas .....	29
<b>Tabla 10.</b> Índices de diversidad.....	29
<b>Tabla 11.</b> Fórmulas para el cálculo de la riqueza a través de la prueba de U de Mann-Whitney.....	30
<b>Tabla 12.</b> Composición florística de la Reserva.....	32
<b>Tabla 13.</b> Inventario florístico de la Reserva .....	34
<b>Tabla 14.</b> Índices de diversidad.....	35
<b>Tabla 15.</b> Área basimétrica de los ecosistemas .....	38
<b>Tabla 16.</b> Parámetros estructurales de la Reserva .....	39
<b>Tabla 17.</b> Determinación de estratos en relación a la altura.....	44
<b>Tabla 18.</b> Distribución de las especies por cada estrato.....	45
<b>Tabla 19.</b> Distribución de las especies por estrato .....	46
<b>Tabla 20.</b> Variables estadísticas calculadas en la Reserva.....	47
<b>Tabla 21.</b> Valores calculados .....	49
<b>Tabla 22.</b> Valores de t student para comparar el DAP entre los ecosistemas .....	50
<b>Tabla 23.</b> Valores de t student para comparar la altura entre los dos ecosistemas	50

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Registro de la medición del DAP .....	9
<b>Figura 2.</b> Puntos de medida de la altura del árbol .....	10
<b>Figura 3.</b> Medición del área basal .....	11
<b>Figura 4.</b> Mapa de ubicación del sitio de estudio .....	20
<b>Figura 5.</b> Diseño parcelas Ecosistema uno .....	24
<b>Figura 6.</b> Diseño de parcela y subparcela en los Ecosistemas mixto y nativo .....	25
<b>Figura 7.</b> Distribución de las clases diamétricas en los ecosistemas.....	41
<b>Figura 8.</b> Número de individuos por estrato-ecosistema aliso .....	44
<b>Figura 9.</b> Número de individuos por estrato- ecosistema mixto .....	45
<b>Figura 10.</b> Número de individuos por estrato- ecosistema nativo.....	46

**TÍTULO:** COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y ESTRUCTURAL DE TRES ECOSISTEMAS FORESTALES EN LA RESERVA HÍDRICA EL PARAÍSO, PARROQUIA PEÑAHERRERA, COTACACHI – IMBABURA

**Autora:** María Alexandra Campo Campo

**Director de trabajo de titulación:** Ing. Jorge Luis Ramírez López, M.Sc.

**Año:** 2021

**RESUMEN**

El desconocimiento de la composición florística y diversidad de los ecosistemas de la reserva hídrica El Paraíso, con lleva a realizar esta investigación, cuyo objetivo fue determinar la composición florística y estructural de tres ecosistemas forestales de la reserva. El estudio se realizó en la reserva hídrica El Paraíso, perteneciente a la comunidad El paraíso, parroquia Peñaherrera, cantón Cotacachi, provincia de Imbabura-Ecuador. El área de estudio abarca una superficie de 32 ha, en la que se seleccionó tres ecosistemas o bosques en sucesión: a) plantación de aliso, b) ecosistema mixto y c) bosque nativo. Se realizó un inventario forestal en donde se identificó taxonómicamente a los árboles a nivel de familia, género y especie; se midieron las variables altura y área basal. Se calculó los índices de diversidad de: Simpson, Shannon y Margalef. Se identificaron 10 especies pertenecientes a nueve familias en el ecosistema mixto y 13 especies pertenecientes a 13 familias en el bosque nativo. La Reserva presentó una diversidad media de acuerdo a los índices utilizados, esto se debe a que se encuentra en un proceso de sucesión inicial por lo cual no presentó un valor alto. Los datos de la investigación se interpretan como un inicio de recuperación homogénea de los ecosistemas estudiados y diferentes formas de vida que se constituyen dentro de la reserva, una distribución y estructura en desarrollo.

**Palabras Claves:** diversidad, índices, intervención, sucesión, taxonomía.

**TITLE:** FLORISTIC AND STRUCTURAL COMPOSITION OF THREE FOREST ECOSYSTEMS IN THE EL PARAÍSO WATER RESERVE, PEÑAHERRERA PARISH, COTACACHI – IMBABURA

**Author:** María Alexandra Campo Campo

**Director of thesis:** Ing. Jorge Luis Ramírez López, M.Sc.

**Year:** 2021

### **ABSTRACT**

The lack of knowledge of the floristic composition and diversity of the ecosystems of the El Paraíso water reserve led to this research. The objective of this study was to determine the floristic and structural composition of three forest ecosystems in the reserve. The study was carried out in the El Paraíso water reserve, belonging to the El Paraíso community, located in the Peñaherrera parish, Cotacachi district, province Imbabura-Ecuador. The study area covers an area of 32 ha, in which three ecosystems or forests in succession were selected: a) alder plantation, b) mixed ecosystem and c) native forest. A forest inventory was carried out in which the trees were taxonomically identified at the family, genus and species level; the variables height and basal area were measured. We calculated the diversity indices of: Simpson, Shannon and Margalef. Ten species belonging to nine families were identified in the mixed ecosystem and 13 species belonging to 13 families in the native forest. The Reserve presented a medium diversity according to the indexes used, this is due to the fact that it is in a process of initial succession and therefore did not present a high value. The research data are interpreted as the beginning of a homogeneous recovery of the studied ecosystems and different forms of life that are constituted within the reserve, a distribution and structure in development.

**Keywords:** diversity, indexes, intervention, succession, taxonomy.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

Las tasas de destrucción de los bosques naturales continúan ocurriendo, debido a prácticas agrícolas, ganaderas, industriales y de explotación no sostenibles, la agricultura ocasiona una pérdida del 70% del total de los bosques en América Latina (FAO, 2016). Esto provoca una reducción rápida de los múltiples servicios ambientales como: producción de agua, fijación de CO<sub>2</sub>, ciclos de materia, productividad del suelo y biodiversidad (Ríos, 2011).

Los bosques secundarios cada vez son más frecuentes en los trópicos, anualmente se registra la formación de 210 000 ha en América Latina (Poorter *et al.*, 2016). Su formación se produce luego del abandono de tierras destinadas a actividades agropecuarias o por desaparición de la vegetación original por razones naturales (Gentry, 1988). Es conocido que los bosques tropicales, incluidos los secundarios, albergan la mayor diversidad y densidad de especies arbórea (Slik *et al.*, 2015), por lo que es necesario el conocimiento de su composición florística y estructura a fin de conservarlos. La FAO, (2016) estima que el área del bosque secundario en América Latina es de alrededor de 165 millones de hectáreas.

Los bosques tropicales son ecosistemas amenazados por las altas tasa de deforestación (Slik *et al.*, 2015), su sucesión natural permite la recuperación y continuidad de la cobertura vegetal (Morales *et al.*, 2012). La dinámica de recuperación de los bosques en sucesión es variable en función del tiempo (Chazdon, 2012). La riqueza de especies se recupera en un periodo corto sin embargo la composición de las mismas tarda demasiado hasta alcanzar la estructura de un bosque primario (Lennox *et al.*, 2018).

La zona de Intag es conocida por albergar una gran cantidad de recursos naturales, por ello los habitantes poseen un amplio interés en temas relacionados a la conservación de los mismos, en especial del recurso agua. En este contexto nace la idea de la protección de la reserva hídrica El Paraíso la cual posee una extensión de 32 hectáreas y se encuentra en un proceso de regeneración natural, un área en donde existe una plantación de *Alnus nepalensis* (Aliso) y ecosistemas mixtos.

Para llevar a cabo con esta investigación se realizó una socialización con el presidente y los habitantes del sector en donde se aprobó el desarrollo de esta investigación de manera conjunta.



A través de esta investigación se permitirá conocer la diversidad y estructura arbórea de estos bosques en sucesión, saber la importancia debido a su abundancia, diversidad y estructura.

Los datos de esta investigación serán un aporte importante para los habitantes de la zona, ya que al generar información base acerca de este tipo de bosques se generará desarrollar un manejo adecuado de la Reserva, con el fin de que se contribuya a la regulación hídrica del sitio de investigación.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. General**

Determinar la composición florística y estructural de tres ecosistemas forestales en la Reserva Hídrica “El Paraíso”, parroquia Peñaherrera, cantón Cotacachi, provincia de Imbabura.

### **1.1.2. Específicos**

- Calcular índices de diversidad de los ecosistemas estudiados.
- Determinar la estructura horizontal y vertical de tres ecosistemas forestales en la Reserva Hídrica.

## **1.2. Preguntas directrices**

- ¿Cómo está compuesto florísticamente la Reserva Hídrica El Paraíso?
- ¿Cuál es la estructura horizontal y vertical de la Reserva Hídrica El Paraíso?

## **CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Fundamentación legal**

#### **2.1.1. Constitución de la República del Ecuador 2008**

El trabajo de investigación de fundamenta en la sección y artículo que se presenta a continuación:

##### **Sección sexta: Agua**

**Art.411.-** El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

#### **2.1.2. Código Orgánico del Ambiente (COA, 2018)**

El trabajo de investigación se acoge a los artículos que se mencionan a continuación:

**Art.3.-** Establecer, implementar e incentivar los mecanismos e instrumentos para la conservación, uso sostenible y restauración de los ecosistemas, biodiversidad y sus componentes, patrimonio genético, Patrimonio Forestal Nacional, servicios ambientales, zona marino-costera y recursos naturales;

**Art.6.-.** Derechos de la naturaleza. Son derechos de la naturaleza los reconocidos en la Constitución, los cuales abarcan el respeto integral de su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos, así como la restauración.

Para la garantía del ejercicio de sus derechos, en la planificación y el ordenamiento territorial se incorporarán criterios ambientales territoriales en virtud de los ecosistemas. La Autoridad Ambiental Nacional definirá los criterios ambientales territoriales y desarrollará los lineamientos técnicos sobre los ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos de la naturaleza.

### **2.1.3. Plan Nacional de Desarrollo 2017 – 2021**

La investigación se ampara al objetivo que se menciona a continuación:

**Objetivo 3:** Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones.

**3.4** Promover buenas prácticas que aporten a la reducción de la contaminación, la conservación, la mitigación y la adaptación a los efectos del cambio climático, e impulsar las mismas en el ámbito global.

### **2.1.4. Disposición local – Corporación Toisán**

Con el fin de defender y conservar un territorio biodiverso se crea la Corporación Toisán cuya propuesta es el desarrollo sostenible de Intag, fortaleciendo el liderazgo y la participación con un enfoque conservacionista, promoviendo iniciativas locales para una relación armoniosa entre la sociedad y la naturaleza.

Dentro de este ámbito nace la unión de organizaciones como la Defensa y conservación ecológica de Intag (DECOIN), pionera en la lucha contra un modelo extractivista. Quienes han creado más de 45 reservas comunitarias para asegurar el agua y la biodiversidad de los bosques de la zona de Intag.

### **2.1.4. Línea de investigación**

El presente estudio se enmarca en la línea de investigación de la Carrera de Ingeniería Forestal: Desarrollo agropecuario y forestal sostenible.

## **2.2. Fundamentación teórica**

### **2.2.1. Bosque secundario**

El bosque secundario lo definen de diversas maneras, en nueve países han establecido que son una sucesión o regeneración asistida luego de una alteración grave ocasionada ya sea por causas naturales o antrópicas. Perú enfatiza en mencionar que se refiere a una continuidad del bosque primario mientras que Turquía menciona la inestabilidad de un bosque junto con las amenazas de la putrefacción o del daño causado por insectos (FAO, 2005).

Smith *et al.*, (1997) define a un bosque secundario como una vegetación leñosa de carácter sucesional que se desarrolla sobre tierras cuya vegetación original fue destruida por actividades antrópicas. El grado de recuperación va a depender de la duración e intensidad del uso anterior que se le dio como cultivos agrícolas o pasto, y la proximidad de fuentes semilleras.

#### **2.2.1.1. Importancia de los bosques secundarios**

Smith *et al.*, (1997) argumenta “los bosques secundarios presentan altas tasas de productividad, son de considerable importancia ecológica, acumulan biomasa, beneficios hidrológicos como la regulación de flujos de agua y la biodiversidad” (p. 9).

Los estudios de vegetación en áreas degradadas y no degradadas han identificado fases sucesionales que difieren en estructura y composición florística (Smith *et al.*, 1997). Chazdon (2003) indica “los factores que determinan la variabilidad de los bosques secundarios como la fertilidad del suelo, este factor es un requisito para la recuperación de bosques, así como también la proximidad a las fuentes de semillas” (p. 51).

“Estos bosques se recuperan de manera cronológica a través de parámetros taxonómicos, estructurales y funcionales con dependencia del tipo e intensidad de perturbación, distancia al bosque original, presencia de fauna, topografía y clima” (Yepes *et al.*, 2010, p.430). Chazdon (2008) argumenta “otros parámetros de recuperación de bosques secundarios están relacionados a la provisión de madera, semillas, fertilidad física y química del suelo” (p.145).

#### **2.2.1.2. Bosques secundarios en Ecuador**

El Valle Interandino ecuatoriano en la provincia del Carchi, que se encuentra entre 2 700 y 3 200 m de altitud, muestra una alta intensidad de uso agrícola lo que provoca una disminución de los bosques y la fertilidad de los suelos. La actividad humana ha causado un fuerte impacto sobre la vegetación natural en los Andes ecuatorianos, especialmente a través de la agricultura y el fuego, estimándose la destrucción de 90-95 % de los bosques secundarios con fines agropecuarios (Ramsay y Oxley citado en Franco, Peñafiel, Cerón y Freire 2016).

La sustitución de los bosques por el sobreuso agropecuario del suelo ha generado el grave deterioro de una proporción aún no determinada de la superficie edáfica y de los recursos hídricos, así como la regeneración de un bosque secundario en áreas sin uso agropecuario, con una composición florística muy reducida en relación al bosque original (Franco *et al.*, 2016)

También están presentes superficies de bosques secundarios en altitudes superiores a 1 000 msnm como resultado del abandono de tierras agrícolas, sometidas a procesos de regeneración natural o sucesión secundaria (Yepes *et al.*, 2010).

Sin embargo, no se han reportado estudios para conocer atributos de la vegetación en comunidades forestales secundarios alto - andinos del Ecuador (2 900 m de altitud) ni sus relaciones con factores ambientales. Al describir las comunidades forestales permitiría entender su funcionalidad y la provisión de bienes y servicios ecosistémicos, especialmente en áreas de importancia ecológica (Smith *et al.*, 1997).

### **2.2.1.3. Caracterización de los bosques secundarios**

Después de la perturbación ocasionada en los bosques, estos presentan una regeneración en diferentes etapas (Finegan, 1992). Las cuales se dividen en varias fases:

- Fase I

La fase I comienza en los primeros años luego del abandono de la tierra. En esta fase se distingue una mayor presencia de especies herbáceas pioneras (hierbas, arbustos y bejucos), además, especies de otros grupos ecológicos (Finegan, 1992). Esta fase comienza en el primer año o dentro de los primeros años después del abandono. En donde son colonizados por hierbas, arbustos y bejucos (CATIE, 2016).

- Fase II

La fase II puede durar de 3 a 15 años. Las plántulas de especies pioneras, que demandan luz, de rápido crecimiento y corta vida (heliófitas efímeras) emergen de forma rápida dependiendo de su Zona de Vida tale como los géneros *Cecropia*, *Ochroma* surgirán pronto con un dosel que permitirá le regeneración de especies bajo el dosel (CATIE, 2016).

- Fase III

La Fase III comienza entre los 10 y 30 años después del abandono del sitio. En esta fase las especies de rápido crecimiento y vida corta son reemplazadas por especies heliófitas tardías. Esta fase dura el tiempo que dure las especies dominantes del bosque (CATIE, 2016).

- Fase IV

En la fase IV las especies heliófitas comienza a disminuir, el área esta predominada por especies Esciófitas las cuales toleran la sombra y que presentan una larga vida (CATIE, 2016).

### **2.2.2. Regeneración natural**

Hierro (2003) manifiesta que la regeneración natural es un proceso por el que en un espacio se produce la aparición de renuevos de distintas especies vegetales sin intervención de la acción directa o indirecta del hombre. Pero no sin antes pasar por un filtro ecológico de producción y dispersión de semillas, germinación y establecimiento de las plántulas.

La regeneración natural es un proceso en el cual un bosque se recupera luego de una intervención, representa un papel fundamental en el mantenimiento de la diversidad de los bosques y es la base para la renovación y continuidad de las especies (Norden, 2014).

### **2.2.3. Sucesión vegetal**

Durante la sucesión vegetal, que ocurre a lo largo de varias décadas en un lugar específico, las especies que forman parte de las comunidades vegetales cambian de manera cualitativa; es decir desaparecen y en su efecto aparecen otras de manera cuantitativa, variando la proporción en la que aparecen los individuos integrantes de cada una de ellas. Estos cambios ocurren unidireccionalmente; al cambiar las especies cambian también las comunidades, que se van reemplazando unas a otras de forma natural (Ferriol y López, 2016).

Wiegleb y Felinks (2001) definen una sucesión como un cambio secuencial o en su efecto direccional en la que hace referencia al número de especies, composición y estructura de la comunidad, incluyendo relaciones de dominancia y tipos de comunidad en un lugar específico.

#### **2.2.3.1. Tipos de sucesiones**

Ferriol y López (2016) definen dos tipos de sucesiones:

- **Sucesiones primarias:** es la que se inicia en un lugar donde nunca ha habido vegetación, como dunas de arena, áreas cubiertas por aludes, vulcanismo. Jiménez, Gabriel y Tapia (2020) lo definen, como un área que no fue ocupada por alguna comunidad o en su efecto si este no ha sufrido cambios a través de la influencia ya sea ambiental o antrópica.

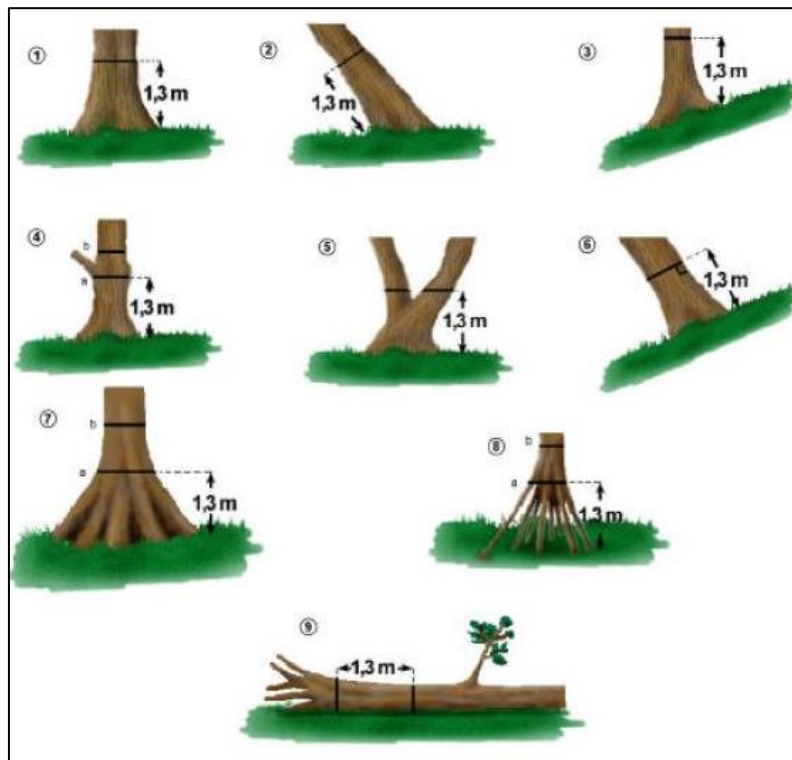
- **Sucesiones secundarias:** supone la existencia anterior de vegetación, que se encuentra alterada o destruida de forma natural o antrópica. El desarrollo de la sucesión secundaria suele ser más rápido que el de la primaria, debido a la existencia de dos elementos: un suelo ya formado y semillas.

## 2.2.4. Variables a medir en un inventario forestal

Para realizar el inventario forestal es necesario medir ciertos parámetros como: diámetro a la altura del pecho (DAP) y la altura.

### 2.2.4.1. Diámetro a la altura del pecho (DAP)

El DAP es considerado una medida fundamental en la toma de datos de un inventario forestal. La toma del DAP se lo realiza a 1.30m sobre el terreno utilizando una cinta métrica o diamétrica o en su efecto con una forcípula (Diéguez *et al.*, 2003). En ciertos casos el terreno puede ser irregular o la posición del árbol no es la adecuada, para lo cual se deberá aplicar reglas para su medición como se puede observar en la Figura 1.



**Figura 1.** Registro de la medición del DAP

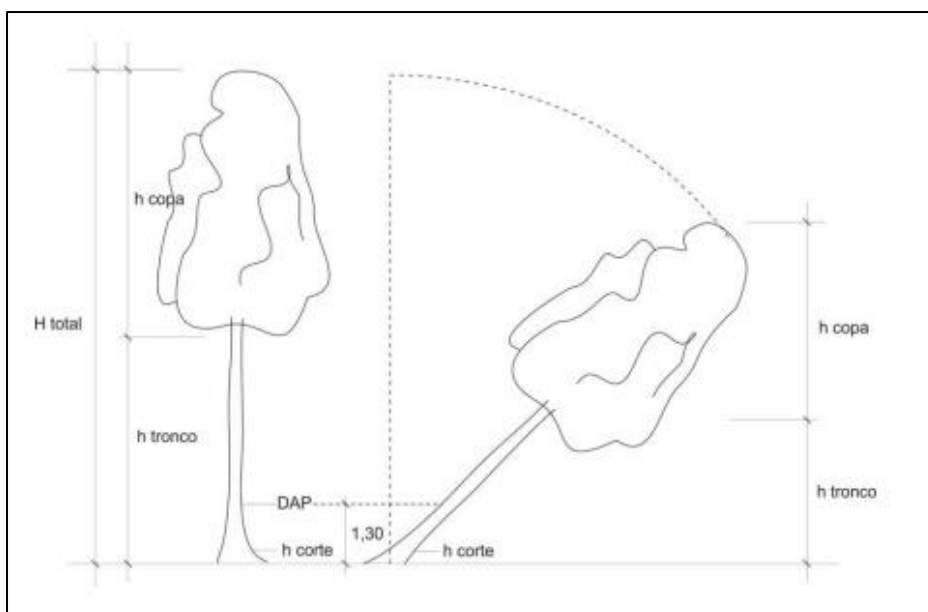
**Fuente:** Tito, León y Porro, 2012



### 2.2.4.2. Altura

La altura es una variable necesaria para estimar el volumen de la madera esta información se la realiza en conjunto con el DAP. De acuerdo a la sección del árbol que se desee medir se puede establecer puntos en la medición y así determinar la altura (Diéguez *et al.*, 2003), con lo cual permite conocer e interpretar el proceso de crecimiento del árbol e incremento volumétrico (Imaña *et al.*, 2014). Como se puede observar en la Figura 2.

- a) Altura total ( $H$ ): Es la altura estimada del árbol desde la superficie hasta el ápice del árbol (Encinas, 2008).
- b) Altura comercial ( $h_c$ ): Es la altura estimada que existe entre el suelo y las ramas de las copas del árbol, también conocido como altura de fuste. Para estimarla es necesario ubicarse a una distancia en la que sea visible el fuste (Encinas, 2008).
- c) Altura del tocón ( $h_{0,3}$ ): es la parte que se queda en el terreno después de un corte aprovechable del árbol, correspondiente a la distancia desde el suelo hasta la altura de 30 cm (Imaña *et al.*, 2014).
- d) Altura del fuste o tronco ( $h_f$ ): es la distancia vertical correspondiente desde el suelo hasta la base de la copa (Imaña *et al.*, 2014).



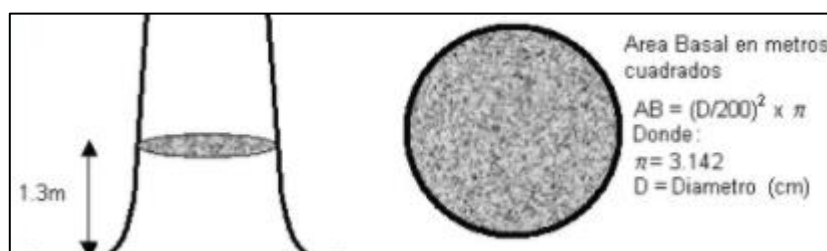
**Figura 2.** Puntos de medida de la altura del árbol

**Fuente:** Imaña *et al.*, 2014

### 2.2.4.3. Área basal

El área basal es un indicador de la fertilidad de un área determinada, ya que, a través del cálculo de la biomasa permite determinar la capacidad productiva del bosque. Esto va depender de la especie y la edad del árbol, además si el valor es menor, se manifiesta como un bosque joven (Barra, 2015).

El área basimétrica o basal es la sección transversal medido a 1,30 m (DAP), se calcula de dos maneras utilizando el diámetro o la circunferencia del fuste (Pérez, Reyes y Ríos, 2017).



**Figura 3.** Medición del área basal

**Fuente:** Imaña *et al.*, 2014

### 2.2.5. Tipos de muestreo de la vegetación

Mostacedo y Fredericksen (2000) señalan el tipo de muestreo permite obtener resultados que coincidan en mayor grado con la realidad, debe realizarse en función de los objetivos del estudio y las características de la vegetación.

#### 2.2.5.1. Transectos

El método de los transectos es ampliamente utilizado por la rapidez con que se mide y por la mayor heterogeneidad con que se muestrea la vegetación.

El tamaño de los transectos puede ser variable y depende del grupo de plantas a medirse, por ejemplo, Gentry (1995) aplicó los transectos de 2x50 m para medir árboles y bejucos con DAP (diámetro a la altura del pecho) mayor a 2.5 cm. Si se quiere evaluar la vegetación arbórea con DAP mayor a 20 cm, en un transecto de 2x50 m el número de árboles de esta categoría sería poco representativo, lo que indica que el tamaño del transecto debe aumentarse (por ejemplo, 10x50 m o 10x100 m). En los transectos, generalmente se miden parámetros como altura de la planta, abundancia, DAP y frecuencia (Manzanero, 1999).

- Transectos variables

Este método es una variante de los transectos y fue propuesto por Foster, Hernández y Burnham (1995) para realizar evaluaciones rápidas de la vegetación tiene, como base muestrear un número estándar de individuos en lugar de una superficie estándar y no requiere tomar medidas precisas de los datos.

Con este método, se pueden muestrear todas las plantas o clases de plantas, separadas por formas de vida (árboles, arbustos, bejucos, hierbas, epífitas), familias (por ejemplo; palmeras), o individuos de una sola especie.

#### **2.2.5.2. Cuadrantes**

El método de los cuadrantes es una de las formas más comunes de muestreo de vegetación. Los cuadrantes hacen muestreos más homogéneos y tienen menos impacto de borde en comparación a los transectos. Este método consiste en colocar un cuadrado sobre la vegetación, para determinar la densidad, cobertura y frecuencia de las plantas. Por su facilidad los cuadrantes eran muy utilizados para muestrear la vegetación de sabanas y vegetación herbácea (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

El tamaño de los cuadrantes depende de la densidad de las plantas a medirse; para refinar el tamaño adecuado, es necesario realizar pre - muestreos, para que no exista parcelas con ausencia de individuos o, al contrario, se tendrán cuadrantes en los que se utilizará mucho tiempo.

#### **2.2.5.3. Líneas de intercepción**

La línea de intercepción se basa en el principio de la reducción de una transecta a una línea. Este método se aplica para estudiar la vegetación densa y caracterizar la vegetación graminoide (Cuello, Killeen y Antezana, 1991).

Este método produce datos para cálculos de cobertura y frecuencia de especies; es rápido, objetivo y preciso (Smith, 1980). La cobertura de cada especie es la proyección horizontal de las partes aéreas de los individuos sobre el suelo y se expresa como porcentaje de la superficie total

### **2.2.6. Composición florística**

La composición florística está dada por la heterogeneidad de plantas que se pueden identificar en una determinada categoría de vegetación. Esto equivale a demostrar la riqueza de especies vegetales de un determinado tipo de ecosistema. Se expresa mediante la suma de todas las especies diferentes que se han registrado en cada uno de los transectos o parcelas (Aguirre, 2013).

La composición florística está determinada por varios factores ambientales los cuales influyen de diferentes maneras en el bosque, estas son: posición geográfica, clima, suelos, topografía, y también la dinámica y la ecología de sus especies. Otros factores que sobresale en la composición florística es: el tamaño y la frecuencia de los claros, el temperamento de las especies y las fuentes de semillas (Louman, Quirós y Nilsson, 2001).

### **2.2.7. Estructura**

La estructura de una comunidad vegetal hace referencia a la distribución de las principales características arbóreas en el espacio, teniendo especial importancia la distribución de las diferentes especies y la distribución por clases de tamaño (Gadow, Sánchez y Álvarez, 2007).

#### ***2.2.7.1. Estructura horizontal***

Gordo (2009) indica la estructura horizontal evalúa el comportamiento de los árboles individuales y de las especies en la superficie del bosque. Para calcular este índice se utilizan parámetros que expresan la ocurrencia de una especie y su importancia ecológica dentro de un ecosistema, estos parámetros son: abundancias, frecuencias y dominancias, cuya suma relativa genera el Índice de Valor de Importancia.

- Densidad o abundancia

La abundancia está determinada como el número de árboles por especie y el número de árboles totales en un área determinada. De ella se deriva: la abundancia relativa la cual se refiere a la proporción porcentual y la abundancia absoluta relacionada al número de individuos por especie (Silva, Pinzon y Cantillo, 2006).

Acosta, Araujo y Iturre (2006) expresan la abundancia absoluta es el número total de individuos por unidad de superficie pertenecientes a una determinada especie y con la

abundancia relativa se puede indicar la participación de dichas especies en valores porcentuales, esto en relación al número total de árboles de la parcela que se considera como el 100 %.

La densidad se puede considerar como un estimador de biomasa ya que muestra un análisis de área basal y cobertura, aunque también se puede lo considerar como indicador de la potencialidad productiva de una especie (Acosta *et al.*, 2006).

La abundancia relativa indica la participación de cada especie en porcentaje, en relación al número total de árboles de la parcela que se considera como el 100%.

- Dominancia

Es la cobertura de todos los individuos de una especie y la influencia que estas tiene sobre las demás, medida en unidades de superficie. Las especies que poseen una dominancia relativamente alta, posiblemente sean las que mejor se han adaptado a los factores físicos del hábitat (Carrera, 2014).

También es denominada como el grado de cobertura de las especies, la expresión del espacio ocupado por ellas. Se define como la suma de las proyecciones horizontales de los árboles sobre el suelo. Los valores de frecuencia, abundancia y dominancia, pueden ser calculados no solo para las especies, sino para determinados géneros, familias o formas de vida (Lamprecht, 1990).

La dominancia relativa se calcula en porcentaje para indicar la participación de las especies en relación al área basal total.

- Frecuencia

Se refiere a la existencia o falta de una determinada especie en una subparcela, la frecuencia absoluta se expresa en porcentaje (100% = existencia de la especie en todas las subparcelas), la frecuencia relativa de una especie se calcula como su porcentaje en la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies.

La frecuencia permite determinar el número de parcelas en que aparece una determinada especie, en relación al total de parcelas inventariadas, o existencia o ausencia de una determinada especie en una parcela. Para determinar la frecuencia de una especie, el inventario

se lo realiza en parcelas de igual tamaño y forma, se toma en cuenta la distribución de una especie y se evalúa su presencia en una subparcela (Gordo, 2009).

La frecuencia relativa indica el porcentaje de ocurrencia de una especie en relación a las demás. Es la suma total de las frecuencias absolutas de una parcela que se considera igual al 100%.

#### **2.2.7.2. Estructura vertical**

La estructura vertical es la distribución de las especies en capas o estratos cuyo tamaño y número dependen de los tipos de forma de vida que se presente en el bosque, esto a través de los efectos que se producen por la luz y la humedad (Poma, 2013).

Monge (1999) enfatiza los diferentes estratos pueden ser dominados por una o varias especies y esto dependerá de la variedad de condiciones en las que se encuentren. Luego de la apertura de un claro inicia un proceso dinámico de desarrollo de estratos en donde se puede diferenciar las especies que pueden llegar a ocupar lugares dentro de los perfiles, esto hasta que el ecosistema recupere una estructura similar a la que fue dañada o destruida.

Para la determinación de la estructura vertical según la Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal (IUFRO), se divide al bosque en tres estratos de la siguiente manera:

- Piso superior (altura  $> 2/3$  de la altura superior del vuelo).
- Piso medio (altura entre  $2/3$  y  $1/3$  de la altura superior del vuelo).
- Piso inferior (altura menos a  $1/3$  de la altura superior del vuelo).

#### **2.2.8. Índices de diversidad**

Los índices de diversidad son aquellos que describen lo diverso que puede ser un determinado lugar, tomando en cuenta el número de especies y el número de individuos de cada especie (Aguirre, 2013). Los índices que son utilizados comúnmente para este tipo de investigación son: Índices de Shannon- Wiener, Simpson y Margalef.

##### **2.2.8.1. Índice de Shannon -Wiener**

Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un

individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies de una comunidad están representadas en la muestra (Smith, Smith y Román, 2007).

La ecuación para su cálculo es la sumatoria del producto entre la proporción de la muestra con su logaritmo natural. En la Tabla 1 se muestra los rangos a calificar la diversidad de acuerdo a este índice.

**Tabla 1.**

*Rangos de diversidad de Shannon*

<b>Rangos</b>	<b>Significado</b>
0-1.35	Diversidad baja
1.36 -3.5	Diversidad media
Mayor a 3.5	Diversidad alta

**Fuente:** (Aguirre, 2013)

#### **2.2.8.2. Índice de Simpson (D)**

Smith *et al.*, (2007) manifiesta este índice utiliza parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. En donde toma en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies. Este índice manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie.

Este índice compara las sumatoria de la abundancia proporcional de la especie; es decir, el número de individuos de la especie entre el número total de individuo de la muestra. El resultado de este índice indica que, si el valor se acerca a uno, la diversidad disminuye y aumenta la dominancia, los rangos de interpretación se puede observar en la Tabla 2.

**Tabla 2.**

*Rangos de diversidad de Simpson*

<b>Valores</b>	<b>Significancia</b>
0 – 0.33	Diversidad baja
0.34 – 0.66	Diversidad media
> 0.67	Diversidad alta

**Fuente:** (Smith et al., 2007)

➤ **Ventajas**

La ventaja del índice de Simpson es que su significado biológico es más claro. La probabilidad de que al tomar de una comunidad a dos individuos al azar (con reemplazo), éstos sean de la misma especie (Baca, 2000).

### **2.2.8.3. Índice de Margalef**

Es una medida utilizada para estimar la biodiversidad de una comunidad con base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada (Moreno, 2001).

Se obtiene como resultado de la fracción entre el número de especies menos uno dividido para el logaritmo natural del número total de individuos de la muestra.

### **2.2.8.4. Índice de valor de importancia**

El índice de valor de importancia es un parámetro que mide el valor de las especies típicamente, en base a tres parámetros principales. Número de individuos por especies, área basal y densidad relativa. El valor de importancia de especies y familias revela la jerarquía ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal (Orozco, 1991).

Este índice indica la importancia que tiene una especie dentro de una comunidad vegetal. La especie que tiene el IVI más alto es ecológicamente dominante; absorbe muchos nutrientes y controla el porcentaje de la energía que llega al ecosistema. Se lo calcula sumando la densidad relativa, dominancia relativa y frecuencia relativa de cada especie (Poma, 2013).



## **2.2.9. Investigaciones relacionadas a la composición florística y estructural**

### **2.2.9.1. Investigación uno**

Giraldo (2001) realizó una investigación titulada Análisis florístico y fitogeográfico de un bosque secundario pluvial andino, cordillera central (Antioquia, Colombia). En donde realizó un inventario florístico detallado, así como un análisis fitogeográfico preliminar en un bosque húmedo secundario andino del NO de Colombia, cuyo objetivo fue conocer la riqueza de especies y las relaciones fitogeográficas. El inventario duro aproximadamente tres años, las expediciones mensuales fueron de cuatro a seis días.

Los resultados que se obtuvo fue la presencia de 712 especies distribuidas entre 129 familias, con 69 especies y 30 géneros; 18 familias de monocotiledóneas, con 153 especies y 87 géneros, y 94 familias de dicotiledóneas, con 490 especies y 290 géneros.

Las familias mejor representadas fueron Melastomataceae (36 especies), Rubiaceae (36), Orchidaceae (30), Asteraceae (28), Poaceae (28), Piperaceae (24), Araceae (23), Fabaceae (20), Clusiaceae (18), Moraceae (18), Gesneriaceae (17), Mimosaceae (16), Solanaceae (15), Acanthaceae (14) y Polypodiaceae (13).

Se identificó 101 especies epífitas o hemiepífitas pertenecientes a 23 familias. Las familias más ricas en epífitas son Orchidaceae (23 especies), Araceae (10), Bromeliaceae (8), Piperaceae (7) y Gesneriaceae (6), mientras que los géneros epífitos más comunes son Peperomia (7 especies), Anthurium (6), Elaphoglossum (5), Huperzia (4) y Trichomanes (4).

### **2.2.9.2. Investigación dos**

Otra investigación realizada por Jadán *et al.*, (2016) evaluó parámetros de riqueza, diversidad y estructura de la vegetación en dos pisos altitudinales ubicados al sur de la provincia del Azuay. La metodología que usó en este trabajo fue la instalación de 20 parcelas. Los resultados obtenidos se compararon mediante pruebas de medias entre los dos pisos altitudinales los cuales fueron entre los 2 900- 330 msnm y sobre los 3 300 msnm. La composición florística fue analizada a través del intercambio de especies y análisis de escalamiento multidimensional no métrico.

Se registró un mayor valor en riqueza, estructura y potencial de uso, en las parcelas ubicadas en el segundo piso altitudinal. En donde se registró un total de 108 especies en el área de

estudio. La diversidad fue similar en los dos pisos según los índices de diversidad alfa. La abundancia y dominancia se registró en los fustales superiores del segundo piso altitudinal.

### ***2.2.9.3. Investigación tres***

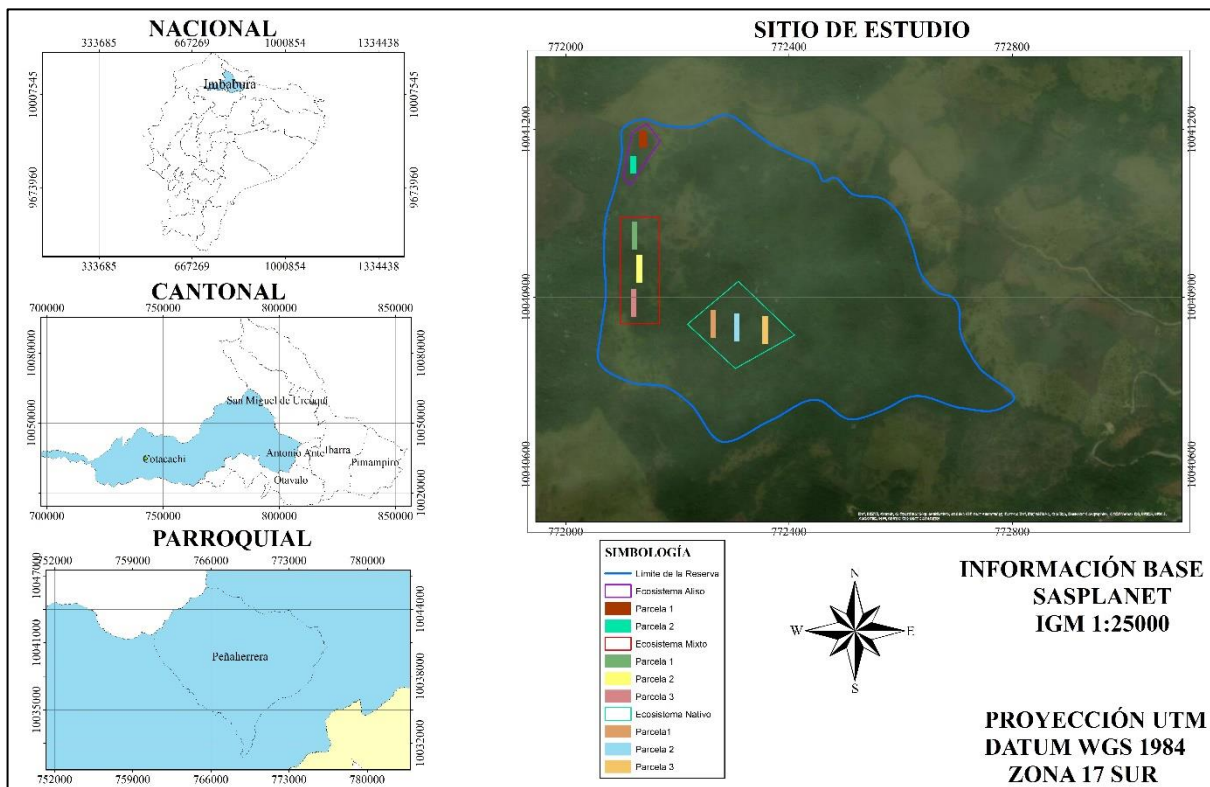
Fuel (2020) en su investigación realizada en un bosque secundario en una Microcuenca, cuyo objetivo fue determinar la estructura y composición florística del bosque mencionado. La metodología utilizada fue el establecimiento de tres parcelas dentro de las cuales se instaló subparcelas. La distancia de separación entre parcelas fue de 50 metros. Se obtuvo como resultados la identificación de 27 especies lo que indica una diversidad media de acuerdo a los Índices de Shannon y Simpson. Esto se debe a que el bosque se encuentra en una fase de sucesión temprana. Esta investigación concluye que este bosque está dominado por especies heliófitas propias de los bosques secundarios.

## CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. Ubicación del área de estudio

#### 3.1.1. Política

El presente trabajo se lo realizó en el Reserva hídrica el Paraíso correspondiente al Bosque siempre verde montano de la Cordillera Occidental de los Andes (BsMn03) (MAE, 2013). El sitio de estudio está ubicado en la zona de Intag, comunidad el Paraíso, parroquia Peñaherrera, cantón Cotacachi, provincia de Imbabura. Como se aprecia en la Figura 4.



**Figura 4.** Mapa de ubicación del sitio de estudio

#### 3.1.2. Geográfica

El sitio de la investigación se encuentra a  $78^{\circ}24'18,5''$  de longitud W,  $0^{\circ}49'45,9''$  de latitud N. La parte baja se encuentra a una altitud de 2 033 msnm, la parte media a 2 167 msnm y la parte alta a 2 298 msnm. En el área de estudio se identificó los tres ecosistemas que se encuentran ubicadas en las coordenadas UTM (WGS 1984 Zona 17 S) como se muestra en la Tabla 3.

**Tabla 3.***Coordenadas UTM de los Ecosistemas*

ECOSISTEMA	COORDENADAS METRICAS UTM		ALTITUD (msnm)
	X	Y	
Plantación Aliso	772154	41169	2168
	772140	42145	
	772122	41109	
	772141	41106	
Ecosistema Mixto	772092	40961	2137
	772095	40978	
	772073	40879	
	772069	40787	
Bosque Nativo	772182	40886	2097
	772186	40880	
	772237	44876	
	772239	40873	

### 3.1.3. Límites

La Reserva el Paraíso limita, al norte con terrenos agrícolas con propiedad de los Sres. Luis Herrera, Mancel Piedra y Pablo Navarrete, sur con propiedad de los Sres. Pedro Bolaños y Luis Jiménez y noroccidente con el camino público al mirador Las Palmas. Cabe mencionar que la Reserva presenta los límites mencionados debido a su forma triangular.

### 3.2. Datos climáticos

La precipitación media anual de la Comunidad El Paraíso es de 2.240,35 mm y su temperatura de 17.8 °C datos secundarios provenientes del PDOT GAD Parroquial Peñaherrera (2015). De acuerdo a una investigación realizada en la Reserva se obtuvo una precipitación de 1 600 mm, dato final que se consiguió durante un periodo de 8 meses que fue la duración de la investigación, la cual inicio en diciembre del 2019 hasta agosto del 2020 (Haro, Sin publicar).

Con los parámetros de temperatura y precipitación la Reserva tiene un clima muy húmedo-mesotérmico según la clasificación climática de Pourrut (1983).

### **3.3. Materiales, equipos y softwares**

#### **3.3.1. Materiales**

- Libreta de campo
- Estacas
- Cinta métrica
- Spray
- Fundas plásticas
- Periódico
- Marcadores
- Hilo
- Machete
- Podadora aérea
- Cartón
- Tijera
- Cinta adhesiva

#### **3.3.2. Equipos**

- Computadora
- Cámara fotográfica
- Brújula
- Clinómetro Suunto
- Navegador GPS

#### **3.3.3. Softwares**

- Microsoft Excel 2013
- Microsoft Word 2013
- ArcGIS 10.4
- Past versión 3
- InfoStat 2018

### 3.4. Metodología

#### 3.4.1. Delimitación del área de estudio

Para la delimitación del área de estudio se realizó un recorrido por la Reserva Hídrica en donde se identificó los tres ecosistemas. A través del software ArcGIS 10.4 se elaboró un polígono con la utilización de imágenes satelitales para que cubra la extensión del sitio de estudio. Posterior a ello se identificó la superficie que posee cada ecosistema, las características de estos espacios se lo mencionan a continuación.

- Ecosistema uno, conformado por una plantación de Aliso (*Alnus nepalensis*) en asocio con pasto, esta área tiene una superficie de 2.64 ha
- Ecosistema dos, formada por Aliso y especies nativas, ciertas de ellas plantadas, a este espacio se lo denomino Mixto con una superficie de 3.76 ha
- Ecosistema tres denominado Bosque Nativo el cual está formada por especies nativas y plantadas sin la presencia de aliso, la mayoría de ellas en un proceso de regeneración, este espacio cuenta con 5.70 ha de superficie.

#### 3.4.2. Determinación del tamaño de muestra

La extensión total de la Reserva es de 32 hectáreas, para determinar el número de parcelas a instalar se procedió a realizar parcelas preliminares en cada ecosistema con una medida de 20 x 25 m. para lo cual se definió el tamaño más representativo de cada ecosistema, estos fueron: ecosistema aliso ( 0.47 ha), ecosistema mixto (1.25 ha) y bosque nativo ( 1.47 ha), para ello se aplicó la ecuación del tamaño de la muestra y tamaño de muestra ajustada de (Aguirre y Vizcaíno, 2009). (ver ecuación 1 y 2)

Se tomó la medida del DAP (diámetro a la altura del pecho) de cada uno de los individuos que se encontró en dichos sitios.

$$n = \frac{t^2 \alpha_* S^2}{E^2} \quad Ec 1 \qquad n_2 = \frac{n_1}{1 + \frac{n_1}{N}} \quad Ec 2$$

**Fuente:** Aguirre y Vizcaíno, 2009

Donde:

n=tamaño de muestra

$n_2 = n$  ajustada

$t\alpha$  = valor tabular de “t” de student

S= varianza muestral

E= error

Luego de la aplicación de la fórmula se obtuvo el número de parcelas a instalar en cada ecosistema como se muestra en la Tabla 4.

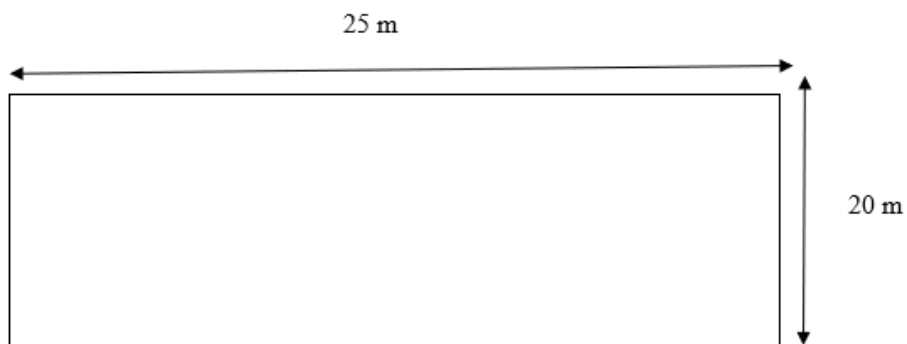
**Tabla 4.**

*Número de parcelas a instalar*

Ecosistema	N° de parcelas
1 (Aliso y pasto)	2
2 (Mixto)	3
3 (Nativo)	3

### 3.4.3. Establecimiento de las unidades de muestreo y toma de datos

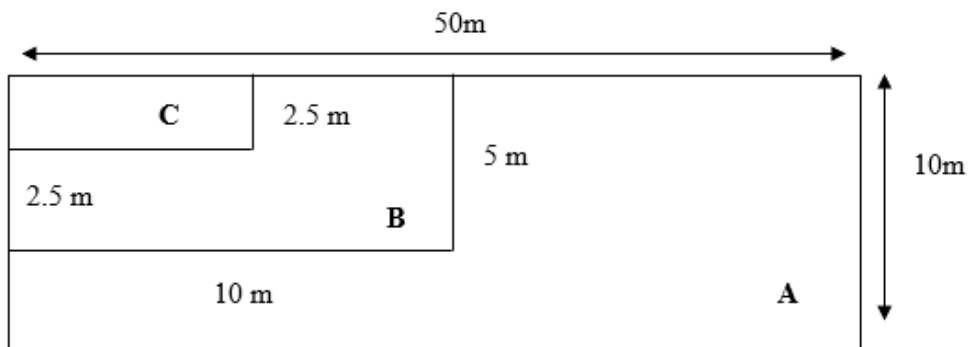
En el ecosistema uno se realizó un inventario aleatorio simple con parcelas de 20 x 25m (ver Figura 5).



**Figura 5.** Diseño parcelas Ecosistema uno

Para la ejecución de la investigación se estableció el diseño de muestreo estratificado (parcelas anidadas) tomadas de (Villavicencio y Valdéz, 2003).

Este diseño se lo aplico en el ecosistema mixto y nativo como se puede observar en la Figura 4. Una vez instaladas las parcelas se realizó la toma de datos del DAP y altura de acuerdo a los aspectos descritos en la Tabla 5. Todos los individuos fueron codificados.



**Figura 6.** Diseño de parcela y subparcela en los Ecosistemas mixto y nativo

**Tabla 5.**

*Aspectos a considerar para la toma de datos del DAP de los ecosistemas mixto y nativo*

<b>CÓDIGO</b>	<b>MEDIDA</b>	<b>DAP</b>
A	50 x 10	>20 cm
B	10 x 5	10 – 20 cm
C	2.5 x 2.5	< 10 cm

### 3.4.4. Recolección de muestras e identificación

Para la colecta de los datos y especímenes se elaboró una matriz como se puede observar en Anexo 2.1. Al igual que una codificación para cada individuo (ver Tabla 6). Se realizó el recorrido con ayuda de un habitante del sector quien facilito la información acerca del nombre común y el uso que se les da a ciertas especies forestales.

Se marcó el fuste de cada individuo dependiendo la codificación que se le asignó y se procedió a la toma de sus datos. Se colectó dos muestras por cada especie tratando de que estas contengan flores y/o frutos para lograr una identificación con mayor certeza y facilidad. Cada espécimen se lo guardo en fundas evitando que se maltraten.

Posterior se procedió a prensarlas en cartones y periódico, para trasladarlas al proceso de secado, para ello se utilizó la secadora eléctrica que se encuentra ubicada en la Granja



Experimental “Yuyucocha” perteneciente a la carrera de Ingeniería Forestal de la Universidad Técnica del Norte.

Para la identificación de los especímenes se lo realizó en el Herbario de la Universidad Técnica del Norte con ayuda del docente encargado de la asignatura de Dendrología de la carrera de Ingeniería Forestal, logrando identificar a que familia, nombre común y nombre científico pertenecían las muestras colectadas.

**Tabla 6.**

*Codificación para la toma de datos de los individuos*

<b>E</b>	Ecosistema
<b>P</b>	Parcela
<b>A</b>	Árbol

### 3.4.5. Análisis estadístico

#### 3.4.5.1. Estadística descriptiva

Para obtener valores de la estadística descriptiva se utilizó variables como DAP y altura para lo cual se aplicó las fórmulas que se pueden observar en la Tabla 7. Dichos cálculos se los realizó en Microsoft Excel.

**Tabla 7.**

*Estadística descriptiva*

<b>Estadístico</b>	<b>Ecuación</b>	<b>Nomenclatura</b>
1) Media	$\pi = \frac{\sum X}{n}$	<p><math>\Pi</math> = Media</p> <p><math>\Sigma X</math> = Sumatoria de todos los datos</p> <p>n = Número total de datos</p>
2) Varianza	$S^2 = \frac{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}}{n - 1}$	<p><math>S^2</math> = Varianza</p> <p><math>\Sigma X</math> = Sumatoria de datos</p> <p>n = Número de datos</p>
3) Desviación estándar	$S = \sqrt{S^2}$	<p>S = Desviación estándar</p> <p><math>S^2</math> = Varianza</p>

Estadístico	Ecuación	Nomenclatura
4) Coeficiente de variación	$CV = \frac{S}{X} * 100$	CV = Coeficiente de variación S = Desviación estándar X = Media
5) Error estándar	$SX = \sqrt{\frac{S^2}{n}}$	SX = Error S2 = Varianza n = Número de datos

**Fuente:** (Aguirre y Vizcaíno, 2010)

### 3.4.6. Determinación estructura de los ecosistemas

#### 3.4.6.1. Estructura horizontal

Con los datos obtenidos en campo se realizó el trabajo de escritorio, en donde se analizaron y determinaron los parámetros de densidad, abundancia, frecuencia, dominancia e índices de Valor de importancia. Estos cálculos se los realizó con el software Microsoft Excel 2013.

Se utilizó las fórmulas tomadas de Acosta *et al.*, (2006), en su serie didáctica: Caracteres estructurales de las masas. Como se observa en la Tabla 8.

Como primer paso se calculó el área basal para lo cual se aplicó la siguiente ecuación.

$$AB = \frac{\pi}{4} * (d)^2 \text{ Ec 3}$$

**Fuente:** Valdéz, 2011

Donde:

AB = Área Basal

$\pi = 3.1416$

$d^2 =$  Diámetro al cuadrado

**Tabla 8.***Parámetros para determinar la estructura horizontal*

Nombre	Ecuación	Nomenclatura
1) Densidad absoluta	$D_i = \frac{N}{A}$	Di= Densidad N= Número de individuos A= Total del área muestreada
2) Densidad relativa	$D\% = \left( \frac{D_i}{\sum D_i} \right) * 100$	D%= Densidad relativa Di= Densidad por especie $\sum D_i$ = Densidad total de todas las especies
3) Dominancia absoluta	$Da_i = \frac{g_i}{A}$	Dai= Dominancia absoluta gi= Área basal de cada especie A= Total del área muestreada
4) Dominancia relativa	$D_i\% = \left( \frac{Da_i}{\sum Da} \right) * 100$	D_i%= Dominancia relativa Da_i= Dominancia absoluta por especie $\sum Da$ = Dominancia de todas las especies
5) Frecuencia absoluta	$f_i = \frac{ji}{k}$	f_i= Frecuencia absoluta ji= Unidades en las que está presente las especie k= Número total de unidades de muestreo
6) Frecuencia relativa	$f_i\% = \left( \frac{f_i}{\sum f} \right) * 100$	f_i%= Frecuencia relativa fi= Frecuencia absoluta por especie $\sum f$ = Total de frecuencias de todas las especies
7) Índice de valor de importancia	$IVI = A\% + Dom\% + Frec\%$	A% = Abundancia relativa Dom% = Dominancia relativa Frec% = Frecuencia relativa

**Fuente:** (Acosta et al., 2006)

### 3.4.6.2. Estructura vertical

Para determinar la estructura vertical se dividió a los ecosistemas en tres estratos según la clasificación de la estructura vertical de (Lamprecht, 1990). Como se observa en la Tabla 9.

**Tabla 9.**

*Clasificación de los pisos estructurales de los Ecosistemas*

Estratos	Ecosistema Aliso (altura de individuos en metros)	Ecosistema Mixto (altura de individuos en metros)	Bosque Nativo (altura de individuos en metros)
Superior	>17.4m	>10m	>13.3m
Medio	< 17.4 > 8.7	< 10 >5m	<13.3 > 6.7 m
Inferior	< 8.7m	< 5m	< 6.7.m

### 3.4.7. Determinación de los índices de diversidad de los ecosistemas

Para el cálculo de los índices de diversidad se utilizó el índice de Shannon, Simpson y Margalef como se observa en la Tabla 10, estos cálculos se los obtuvo a través del software Past3 versión libre.

**Tabla 10.**

*Índices de diversidad*

Nombre	Ecuación	Nomenclatura
8) Índice de Shannon	$H = \sum_{i=1}^s (P_i)(\log_n P_i)$	H= Índice de Shannon S= Número de especies. P <sub>i</sub> = Proporción del número total de individuos que constituye la especie i
9) Índice de Simpson	$D = \sum_{i=1}^s \frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$	D= Índice de diversidad de Simpson n= Número de individuos de la especie particular N = Número total de individuos

**Fuente:**  
(del Río et al., 2008)

**Fuente:**  
(Moreno, 2001)

10) Índice de Margalef		S = número de especies
	$D_{mg} = \frac{S - 1}{\ln N}$	N = número total de individuos
<b>Fuente:</b> (Moreno, 2001)		

### 3.4.8. Estadística no paramétrica

Para la variable riqueza al ser una variable discreta y con un número de individuos menor a 30, se usó la prueba no paramétrica de U de Mann Whitney para lo cual se utilizó las fórmulas descritas en la Tabla 11.

Nivel de confianza: 95%

A: 0.05

**Tabla 11.**

*Fórmulas para el cálculo de la riqueza a través de la prueba de U de Mann-Whitney*

Formulas	Simbología
$U_1 = n_1 n_2 + \frac{n_1 (n_1 + 1)}{2} - R_1$	n <sub>1</sub> = tamaño primero muestra n <sub>2</sub> =tamaño segunda muestra R <sub>1</sub> = suma de los rangos de la primera muestra
$U_2 = n_1 n_2 + \frac{n_2 (n_2 + 1)}{2} - R_2$	n <sub>1</sub> = tamaño primero muestra n <sub>2</sub> =tamaño segunda muestra R <sub>2</sub> = suma de los rangos de la segunda muestra
$Z = \frac{U - \frac{n_1 n_2}{2}}{\sqrt{\frac{(n_1)(n_2)(n_1 + n_2 + 1)}{12}}}$	U= valor calculado n <sub>1</sub> = tamaño primero muestra n <sub>2</sub> =tamaño segunda muestra

**Fuente:** (Pardo y Ruiz, 2010)

Para determinar el número de especies de cada ecosistema se realizó la suma de las especies que se encontró en las parcelas instaladas.

Se agrupo el número de especies encontradas en cada parcelas y ecosistema, se les asigno rangos a cada valor y se obtuvo los valores para reemplazarlos en las ecuaciones mencionadas.

### 3.4.9. Prueba T- student

La prueba T de student es un tipo de estadística deductiva utilizada para determinar si existe diferencia entre las medias de dos grupos. Se asume que las variables presentan una distribución normal (Rivas, Pérez y Talavera, 2013).

Para el cálculo se utilizó la siguiente fórmula propuesta por (Olea, 2016). Ya que en este caso se va a comparar entre tamaños muestrales y varianzas diferentes.

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

$$gl = (n_1 - 1) + (n_2 - 1)$$

Se realizó los cálculos con la fórmula mencionada para determinar si existen diferencias entre los tres bosques. Las variables a medir fueron la media, la varianza y el valor tabular de t

#### 3.4.9.1. Comparación entre ecosistemas

Para las variables de DAP y Ht se utilizó la prueba paramétrica de T de student con la siguiente ecuación:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

Se realizó los cálculos con la fórmula mencionada para determinar si existen diferencias entre los tres ecosistemas. Las variables a medir fueron la media, varianza y el valor tabular de t. Para lo cual se comparó:

Ecosistema Aliso vs Mixto; Ecosistema Aliso vs Bosque Nativo y Ecosistema Mixto vs Bosque Nativo.

## CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Caracterización de la composición florística de la Reserva

En el total de parcelas que se inventario se encontró 83 individuos, pertenecientes a 18 familias, 19 géneros y 20 especies diferentes. De las 20 especies registradas, 17; equivalen al 85% estas fueron identificadas hasta especie mientras que el 15% equivalen a 3 especies las cuales se identificaron hasta género como se muestra en la Tabla 12.

**Tabla 12.**

*Composición florística de la Reserva*

N°	Familia	N° de géneros	N° de especies	N° de individuos
1	Actinidaceae	1	1	1
2	Anacardiaceae	1	1	1
3	Araliaceae	1	1	3
4	Asteraceae	1	1	2
5	Betulaceae	1	1	45
6	Bignoniaceae	1	1	4
7	Boraginaceae	1	1	3
8	Clethraceae	1	1	7
9	Clusiaceae	1	1	1
10	Euphorbiaceae	1	2	3
11	Fabaceae	2	2	2
12	Myricaceae	1	1	2
13	Oleaceae	1	1	2
14	Primulaceae	1	1	1
15	Proteaceae	1	1	2
16	Rhanmaceae	1	1	2
17	Sapindaceae	1	1	1
18	Sapotaceae	1	1	1
<b>TOTAL</b>		<b>19</b>	<b>20</b>	<b>83</b>

De acuerdo a estos datos se puede observar que existe un mayor número de individuos de la familia Betulaceae con un 54.22%, seguido de la Familia Clethraceae que representa el 8.43% mientras que los otros individuos no superan el 5% del total de individuos por familia analizados.

La familia Betulaceae representada por la especie Aliso de Nepal en el Ecosistema Aliso se debe a que esta especie es de fácil adaptación y rápido crecimiento, lo que permite recuperar suelos degradados y generar servicios ecosistémicos, razón por la cual en la zona de Intag los agricultores y ganaderos la han plantado a gran escala por sus beneficios (Añazco, com. per. 19 de junio del 2017). Añazco, Vallejos y Vizcaíno (2018) indican que en la zona de Intag se ejecutó el Programa SUBIR (Uso Sostenible de los Recursos Biológicos); en este acontecimiento, se introdujo la especie *Alnus nepalensis*; las primeras semillas fueron importadas del Nepal (Asia) a través de Setropa Seeds The Root Of Man- Made Forests (SENTROPA).

Duke (1983) manifiesta el Aliso se desarrolla en bosques húmedos, con precipitaciones promedio anuales entre 500 – 2. 500 mm, los suelos aptos para su desarrollo son húmedos con un buen drenaje en especial cerca de ríos y desniveles, además no necesita mucha fertilidad del suelo, tolera la sombra, pero se desarrolla bien a la luz solar (citado por Imbaquingo y Naranjo, 2010).

Finegan (1996) basado en su investigación sobre Patrón y proceso de bosques secundarios, concluye que la Familia Fabaceae es la más representativa de los bosques secundarios, además de que menciona que la existencia de árboles facilita la recolonización de tierras abandonadas o degradadas que afectan a la productividad como la riqueza de especies de la vegetación secundaria. Al comparar con la investigación planteada la familia más representativa fue Betulaceae en el bosque de aliso y en el ecosistema mixto fue Clethraceae. Esto podría deberse a la diferencia en relación a las condiciones del sitio de estudio. Una de ellas es que la reserva no se encuentra cerca a fuentes semilleras y no exista la dispersión de las mismas ocasionando una disminución es la riqueza de las especies.

En la investigación realizada por Mostacedo y Fredericksen (2000) acerca de regeneración natural en Bolivia, afirma que las familias más importantes que registraron fueron Fabaceae, Lauraceae, Melastomataceae, Sapotaceae y Rubiaceae. Además, menciona que dichas familias tienden a ser patrones de recuperación y heterogeneidad de los bosques secundarios. La familia Fabaceae con la especie *Inga insignis* favorece a la recuperación del sitio de estudio por su rápido crecimiento y abundante hojarasca que se transforma en humus. Villamar, Peña y Romero (2012) enfatizan es una especie endémica de Imbabura y Colombia.



En el inventario total de la Reserva, se puede observar el número de individuos que se inventario, el promedio del DAP, altura, área basal y volumen como se observa en la Tabla 13.

**Tabla 13.**

*Inventario florístico de la Reserva*

Nombre científico	Nombre común	N° de individuos	DAP (m)	Altura (m)	Área basal (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )
<i>Alnus nepalensis</i>	Aliso	45	0.27	20	0.0616	0.8763
<i>Baccharis brachylaenoides</i>	Ambil- chilca	2	0.04	5.5	0.0012	0.0048
<i>Billia rosea</i>	guayacán	1	0.15	12	0.0176	0.1477
<i>Calliandra pittieri</i>	Tura	1	0.07	6	0.0042	0.0177
<i>Clethra ovalifolia</i>	Tupial	7	0.10	8	0.0076	0.0468
<i>Clusia annularis</i>	Guandera	1	0.26	11	0.0516	0.3971
<i>Croton magdalenensis</i>	Sangre de drago	2	0.19	10.5	0.0270	0.1985
<i>Delostoma integrifolium</i>	Yaloman	4	0.19	9	0.0272	0.1667
<i>Euphorbia laurifolia</i>	Lechero	1	0.25	15	0.0472	0.4954
<i>Fraxinus chinensis</i>	Fresno	2	0.07	10	0.0044	0.0349
<i>Inga insignis</i>	Guaba de monte	1	0.22	12	0.0373	0.3137
<i>Morella pubescens</i>	Laurel de cera	2	0.45	20	0.1599	2.2385
<i>Myrsine sp.</i>	S/N	1	0.07	3	0.0039	0.0081
<i>Oreopanax confusum</i>	Pumamaqui	3	0.28	16.5	0.0626	0.7226
<i>Pouteria sp.</i>	Caimitillo	1	0.21	10	0.0330	0.2310
<i>Rhamnus sp.</i>	Chilguinche	2	0.14	18	0.0151	0.1897
<i>Roupala obovata</i>	Roble andino	2	0.24	12	0.0445	0.3735
<i>Saurauia brachybotrys</i>	Moquillo	1	0.03	6	0.0006	0.0027
<i>Tournefortia scabrida</i>	Atambo	3	0.07	6	0.0051	0.0280
<i>Toxicodendron striatum</i>	Caracha	1	0.16	18	0.0195	0.2457
<b>SUMA</b>		83	3.43	229	0.6311	6.7392
<b>PROMEDIO</b>					0.0316	0.3370

De acuerdo a la composición florística, el número de especies no presenta una variación significativa. Además de mencionar que ciertas de ellas son producto de una regeneración natural, las cuales son: *Saurauia brachybotrys*, *Tournefortia scabrida*, *Clusia annularis*, *Calliandra pittieri*, *Morella pubescens*, *Clethra ovalifolia*, *Oreopanax confusum*, *Inga insisgnis*

Lamprecht (1990) afirma que *Alnus nepalensis* y *Morella pubescens* son pioneras de áreas degradadas, por su rápido crecimiento son consideradas de importancia biológica para la

recuperación de los suelos. Cabrera (2011) manifiesta “*Morella pubescens* brinda servicios ambientales como la protección de fuentes de agua y suelos degradados, al tratarse de una especie pionera, se adapta bien a condiciones no favorables en su entorno” (p.7).

Morales *et al.*, (2012) mencionan que una de las razones del bajo número de especies se debe a que no exista una cercanía a fuentes semilleras lo que impide que la Reserva posea un mayor número de especies. Así como también Derroire, Tigabu, Odén y Healey (2016) manifiestan que en los bosques secundarios durante las primeras etapas de sucesión es posible que existan más especies.

Robin *et.*, (2012) en su investigación de composición y estructura de un bosque secundario, en donde utilizó una metodología distinta a la de este trabajo, instalaron ocho parcelas permanentes de 20 x 20 m, a una altura entre 950 y 1 100 msnm. Obtuvieron como resultados 275 individuos pertenecientes a 30 familias y 97 especies.

Los autores mencionan “aunque la mayor cantidad de datos disponibles para la región, pertenecen a parcelas de 1 ha, sin embargo, el muestreo realizado permite obtener información confiable sobre el inventario florístico. La diversidad de especies encontrada en esta investigación no tiene estudios previos en este lugar con los cuales podrían ser comparados. Además, la metodología utilizada fue modificada debido a las condiciones del lugar, ya que la mayor parte de la reserva se encuentra con pendientes superiores al 30 %.

#### 4.2. Índices de diversidad

De los datos del inventario se realizó el cálculo de los índices de diversidad como: Índice de dominancia de Simpson, Índice de diversidad de Shannon-Weaver y Margalef como se observa en la Tabla 14.

**Tabla 14.**

*Índices de diversidad*

Índice	Ecosistema Bosque		
	Aliso	Mixto	Nativo
Simpson	1	0.15	0.11
Shannon	0	2.11	2.42
Margalef	0	3.00	4.00

#### **4.2.1. Índice dominancia de Simpson**

Los valores del cálculo del índice de dominancia de Simpson en la Tabla 14, se obtuvo 0.15 para el ecosistema mixto y 0.11 para el bosque nativo, lo que representa que la diversidad es baja y existe una dominancia de especies. En el ecosistema aliso el valor fue de uno lo que representa una diversidad baja y una dominancia de la especie aliso. Jiménez *et al.*, (2020) mencionan que en áreas en donde existe una sola especie el valor del índice será de uno.

Fernández, Allca y Peña (2012) en su estudio acerca de la composición y estructura de un bosque secundario en el Fundo Santa Teresa menciona que el índice de Simpson fue de 0.91, este valor fue un promedio de cada parcela instalada, sin embargo, esta información difiere de los datos de esta investigación, debido a que los valores obtenidos fueron de forma general. Estos valores pueden no coincidir debido a las diferentes condiciones ya sean ambientales o estructurales existentes en el lugar que se llevó a cabo cada una de las investigaciones.

Morales (2010) en su estudio comparativo de un bosque primario y tres secundarios realizado en un bosque tropical secundario obtuvo como resultados un valor de 0.84 lo que represento una diversidad alta y una baja dominancia lo que es contradictorio con los resultados de esta investigación, ya que los valores que se obtuvieron representan que la diversidad es baja y existe una dominancia de especies.

#### **4.2.2. Índice de diversidad de Shannon**

Se obtuvo 2.11 para el ecosistema mixto y 2.42 para el bosque nativo, este valor vario debido que en esta área se registró un mayor número de especies y familias, sin embargo, estos valores representan una diversidad media, esto se debe a que es un bosque joven. En el ecosistema aliso el valor fue de 0 lo que representa una baja diversidad debido a que se encontró un solo taxón.

Zarco, Valdez, Ángeles y Castillo (2010) en su investigación de la Estructura y diversidad arbórea de bosques caducifolios secundarios obtuvieron el valor del índice de Shannon de 2.5 el cual no difiere mucho del valor que se obtuvo en esta investigación en relación al bosque nativo. Estos valores son diferentes debido a que cada uno de los ecosistemas se encuentran en diferentes etapas de sucesión además de mencionar que la Reserva es un bosque joven. Morales

*et al.*, (2012) manifiestan que conforme aumente el valor de cada índice, mayor será la diversidad del bosque.

Spittler (2001) en su estudio de bosque secundario en una edad de 15 años, obtuvo un valor de diversidad de Shannon de 3.1, lo que concluyó que el ecosistema presentó una diversidad media, esto se debe a la edad en su proceso de sucesión. Morales (2010) realizó una investigación en donde estableció 14 parcelas en cuatro estadios de sucesión: 5 a 15 años, 15 a 30 años, mayores a 30 años y bosques primarios. Obtuvo como resultados el valor de 2.71 el valor del índice de Shannon para el estadio entre 5 a 15 años, dato similar a esta investigación, esto se debe a que presentan la misma edad y el tipo de bosque.

Enríquez (2016) en su investigación demostró que de las 6 parcelas instaladas en un bosque secundario dos de ellas presentaron valores de 2.32 y 3.28 lo que indican una diversidad media, lo que afirma que las especies se encuentran distribuida de manera uniforme a lo largo del área muestreada. Al comparar con este trabajo se aprecia que los valores se asemejan a los que se obtuvo en los ecosistemas mixto y nativo lo que se debería a una uniformidad del bosque en cuanto a la distribución de las especies.

#### **4.2.3. Índice de Margalef**

Según los datos que se obtuvo del índice de Margalef, los ecosistemas mixto y nativo con valores de 3 y 4 respectivamente como se observa en la Tabla 14 presentan una diversidad media mientras que el ecosistema aliso con un valor de 0 representa una baja diversidad debido a que en este sitio existe únicamente esta especie. Lo cual hace que este valor no cambie si no que se mantenga. Podría ser una constante en sitios en donde exista una sola especie. Estos valores muestran que no existe una riqueza de especies notoria en la reserva, en el caso del bosque de aliso esa riqueza es baja al presentar únicamente la especie de aliso.

Beltrán *et al.*, (2018) en su estudio de comparación de los índices de diversidad por el tiempo de abandono de cada bosque en sucesión, un bosque de 35 y 45 años presenta un valor promedio de 5.17 y 5.63 lo que representa una diversidad alta mientras que en un bosque de 65 años el valor fue de 3.35 siendo bajo. En este estudio se concluyó que durante la dinámica sucesional los bosques intermedios aumentan su riqueza, superando así a los bosques maduros. Esta información es muy diferente a nuestra investigación esto puede deberse a la edad que presenta la Reserva, lo que se podría manifestar que en un futuro exista una diversidad mayor. Otra

investigación realizada por Mora, Burbano, Méndez y Castro (2017) obtuvieron un valor de 0.18 en este índice lo que refleja que el bosque presenta una muy baja riqueza de especies. Pese a que el área de estudio fue mayor que la investigación presentada y los sitios de muestreo fueron de 1000 m<sup>2</sup>, la especie dominante fue *Quercus elliptica* debido a la adaptación a las condiciones del entorno. Al comparar con el trabajo realizado la reserva presenta una diversidad media.

### 4.3. Determinar la estructura horizontal y vertical de los ecosistemas

#### 4.3.1. Estructura horizontal de los ecosistemas

##### 4.3.1.1. Área basimétrica de los ecosistemas

Se realizó el cálculo del área basal de cada ecosistema, tomando en consideración solo individuos con un DAP > 10 cm los valores se observan en la Tabla 15.

**Tabla 15.**

*Área basimétrica de los ecosistemas*

Ecosistemas	Área basal m <sup>2</sup> /ha
Aliso	2.69
Mixto	1.49
Nativo	2.24

De acuerdo a los datos obtenidos, se puede apreciar en la tabla 15 que el valor del área basal es algo similar entre los ecosistemas de aliso y nativo, esto se debe a que en el aliso únicamente existe esta especie lo que le ha permitido desarrollarse de manera considerable, al no tener interacción con otras especies, no tuvo la necesidad de competir por factores como la luz, agua, nutrientes. Sin embargo, en el ecosistema mixto el valor es menor en comparación con los otros dos sitios de estudio, debido a la presencia de aliso lo que provocó una disminución en el desarrollo de las especies en su área basimétrica.

El cálculo del área basal tiene como objetivo mostrar el potencial productivo y tener una idea de la calidad del sitio, además permite calcular la existencia de madera de una determinada área (Matteucci y Colma, 1982).

Sachtler (1977) afirma que los bosques con áreas basimétricas entre 5.5 m<sup>2</sup> /ha y 6 m<sup>2</sup> /ha se consideran como bosques en recuperación. El sitio de investigación se encuentra en una fase inicial de recuperación es por ello que los valores obtenidos son bajos en los tres ecosistemas. Enríquez (2016) menciona “al ser un área intervenida la tasa de transformación hacia pastizales o sistemas agroforestales es alta” (p. 41).

En la investigación realizada por Lendínez, Iturre, Araujo y Gonzáles (2013) en donde se comparó el área basimétrica de un bosque en un lapso de tiempo de aproximadamente 13 años, el estudio se llevó a cabo en una superficie de 200 ha para lo cual se utilizó 24 parcelas circulares de 500 m<sup>2</sup> este dato es similar al utilizado en la investigación presentada, los resultados que obtuvieron fueron ente 6- 8 m<sup>2</sup>/ha, al comparar con este trabajo es notorio la diferencia, debido a la extensión que es de 32 ha y la instalación de 8 parcelas. Lo que representa un bosque en regeneración que puede alcanzar un valor mayor en esta variable.

A través de los cálculos de los parámetros estructurales como: abundancia, dominancia, frecuencia, índice de valor de importancia, se determinó como esta estructuralmente de forma horizontal el bosque, los valores se muestran en la Tabla 16.

**Tabla 16.**

*Parámetros estructurales de la Reserva*

<b>Nombre científico</b>	<b>Abundancia relativa %</b>	<b>Dominancia relativa %</b>	<b>Frecuencia relativa %</b>	<b>IVI 100%</b>
<i>Alnus nepalensis</i>	54.22	9.31	8.33	71.86
<i>Baccharis brachylaenoides</i>	2.41	0.18	4.17	6.76
<i>Billia rosea</i>	1.20	2.81	8.33	12.35
<i>Calliandra pittieri</i>	1.20	0.67	4.17	6.04
<i>Clethra ovalifolia</i>	8.43	1.16	4.17	13.76
<i>Clusia annularis</i>	1.20	8.24	8.33	17.78
<i>Croton magdalenensis</i>	2.41	4.32	4.17	10.89
<i>Delostoma integrifolium</i>	4.82	4.35	4.17	13.34
<i>Euphorbia laurifolia</i>	1.20	7.54	4.17	12.91
<i>Fraxinus chinensis</i>	2.41	0.62	4.17	7.19
<i>Inga insignis</i>	1.20	5.97	4.17	11.34
<i>Morella pubescens</i>	2.41	25.56	8.33	36.30
<i>Myrsine sp.</i>	1.20	0.62	4.17	5.99
<i>Oreopanax confusum</i>	3.61	10.00	4.17	17.78

Nombre científico	Abundancia relativa %	Dominancia relativa %	Frecuencia relativa %	IVI 100%
<i>Pouteria sp.</i>	1.20	5.28	4.17	10.65
<i>Rhamnus sp.</i>	2.41	2.41	4.17	8.98
<i>Roupala obovata</i>	2.41	7.11	4.17	13.69
<i>Saurauia brachybotrys</i>	1.20	0.10	4.17	5.47
<i>Tournefortia scabrida</i>	3.61	0.65	4.17	8.43
<i>Toxicodendron striatum</i>	1.20	3.12	4.17	8.49

Como se observa en la Tabla 16 las especies con una abundancia mayor fueron *Alnus nepalensis*, *Clethra ovalifolia* y *Delostoma integrifolium*, esta última es una especie que pertenece al gremio de las heliófitas de rápido crecimiento, característico de los bosques secundarios (CATIE, 2016), mientras que las otras especies presentaron una baja abundancia, lo cual pudo ser el hecho de que las especies no se adaptaron a las condiciones del lugar. Las especies dominantes del bosque son *Morella pubescens*, *Oreopanax confusum* y *Alnus nepalensis* que son especies heliófitas.

Las especies *Alnus nepalensis* y *Morella pubescens* son catalogadas como pioneras en áreas degradadas, además de ser heliófitas que requieren de luz durante todo el día, razón por lo cual tuvieron un desarrollo superior en cuanto a abundancia e IVI, al ser especies pioneras, sus semillas están en mayor o menor grado onnipresentes, razón por la cual este valor puede interpretarse como una estrategia de regeneración por la facilidad de dispersión de sus semillas. Esto es favorable para la reserva debido a que en un futuro este valor será superior al actual.

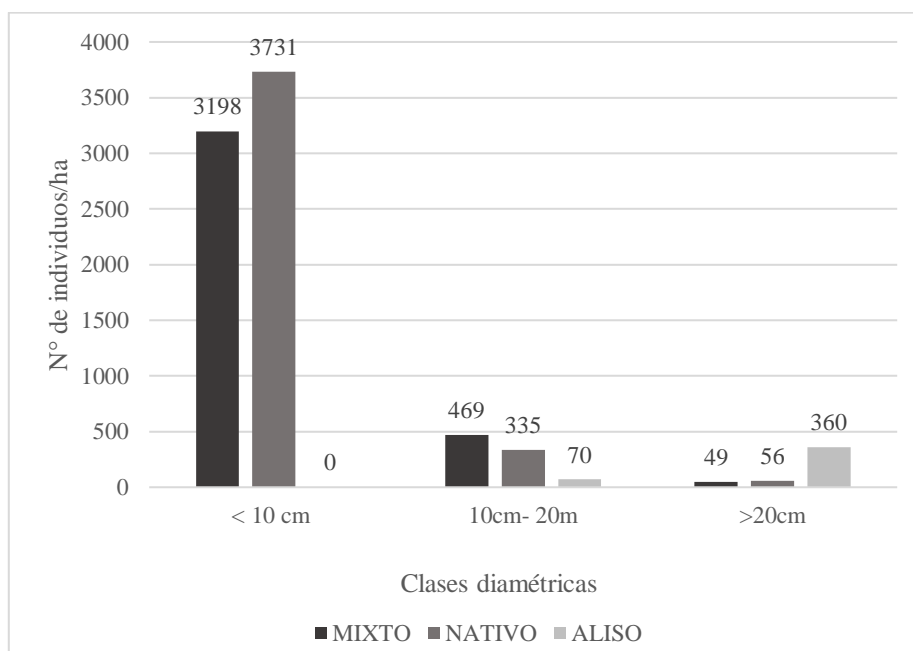
*Morella pubescens* es una especie que se adaptó mejor a los factores físicos del hábitat, además presenta un IVI superior lo que representa que es de importancia ecológica. Luna (2011) menciona que esta especie es óptima para la protección de suelo y cuencas hidrográficas, ya que sus raíces presentan el actinomiceto Frankia y es una especie con buen balance hídrico. Lozano (2015) enfatiza que crece naturalmente por dispersión de la semilla a través de aves. Su distribución es amplia, se encuentra en bosques secundarios, bordes de bosques, en Ecuador se la encuentra desde 2 100 msnm

En la investigación realizada por Gentry (2009) acerca de la flora de Colombia afirma que la especie *Delostoma integrifolium* presenta una distribución amplia, encontrándola en los bosques Andinos, pese a que no fue abundante en esta investigación cabe mencionar que al

tener semillas livianas y delgadas, su dispersión es fácil a través del viento. Esto podría garantizar que este bosque en un lapso de tiempo no muy largo existirá un mayor número de individuos de esta especie.

#### 4.3.2. Distribución diamétrica

Para efectos de comparación entre los tres ecosistemas se extrapolo el número de individuos a una hectárea, se calculó el número de individuos pertenecientes a cada clase diamétrica de los tres ecosistemas como se observa en la Figura 7.



**Figura 7.** Distribución de las clases diamétricas en los ecosistemas

En la figura 7 se observa una “J” invertida en los ecosistemas mixto y nativo, de acuerdo a Louman *et.*, (2001) es una característica de los bosques secundarios jóvenes en proceso de sucesión mientras que Manzanero y Pinelo (2004) consideran que es una característica de especies que habitan en los bosques tropicales.

Esta forma muestra que existe un alto número de individuos en las clases diamétricas menores y un bajo número en las clases diamétricas superiores como ocurrió en esta investigación, para el caso de los ecosistemas mixto y nativo, se observa gran parte de individuos se encuentran en las clases menores lo que evidencia que el bosque posee un buen desarrollo. En el bosque de aliso no se observa esta forma debido a que presenta una estructura coetánea.



Lamprecht (1990) menciona que la existencia de árboles pequeños es suficiente para sustituir a los árboles grandes que con el tiempo mueren, lo que permite un rendimiento sostenible.

Manzanero y Pinelo (2004) en una investigación sobre la dinámica sucesional forestal en los bosques de Carmelita, con una edad de entre 3 a 17 años que se encontraban en una etapa II de sucesión, obtuvieron como resultados un mayor número de individuos en las clases diamétricas menores de 10- 20 y 20-30, característica de lo que ocurre en los bosques de 18, 22, 26 y 35 años de edad. El presente estudio tiene la mayoría de los individuos en la clase < 10 cm, esto se debe a que se tomó en cuenta individuos desde 1 cm de Dap, y en la investigación mencionada tomaron en cuenta individuos desde 10 cm de DAP.

En la investigación realizada por Robin, Aybar y Peña (2012) sobre composición florística de un bosque secundario, presento la típica forma de “J” invertida siendo la categoría > a 10 cm y < 20 cm, en donde se concentró el mayor número de individuos y en la clase diamétrica > 40 cm se registró menos individuos. Estos resultados son similares a los que se obtuvo en esta investigación pese a que el trabajo de ejemplo fue realizado en condiciones distintas a la nuestra, sirve para comprender que este bosque muestra un nivel de regeneración natural ideal para un manejo sostenible.

Quirós y Quesada (2003) mencionan que la gran presencia de individuos en las clases diamétricas menores se debe a que las condiciones de luminosidad son favorables para la regeneración de especies, esa es la razón por la cual en la figura 5 se observa un mayor número de individuos en las clases diamétricas menor a 10 cm.

La regeneración natural del bosque refleja una gran cantidad de impulsores como la calidad del suelo, la presencia de malezas o de especies invasoras que detienen el proceso de sucesión, o la dispersión inadecuada de semillas que restringe la colonización de especies nativas (Benayas, Bullock y Newton, 2008). En algunos casos, es necesario la intervención antrópica de personas para controlar las malezas y enriquecer la regeneración natural con especies de interés (Gardner, Bicknell, Baldwin, Struebig y Davies 2019).

Vanegas, (2016) manifiesta que la restauración forestal tiene como objetivo reestablecer la estructura, productividad y diversidad de especies en el bosque para que su función y procesos

vuelvan a su estado original. La sucesión ecológica, más allá de ser un proceso mecánico y predecible, es de naturaleza aleatoria (Vanegas, 2009).

El proceso de facilitación, consiste en que una especie o un grupo de especies modifican el entorno para facilitar el establecimiento de otras especies (Christensen, 2014). En este caso la especie *Alnus nepalensis* cumple este rol debido a que es una especie de rápido crecimiento, fácil adaptación, fijador de nitrógeno y es utilizado para recuperar suelos degradados.

La Reserva tiene como fin recuperar el recurso hídrico, para ello se debe realizar actividades de restauración a través de prácticas silviculturales como el enriquecimiento con especies nativas de la zona como: *Morella pubescens* y *Clusia annularis*, que fueron catalogadas como nativas, son óptimas para la recuperación y cuidado de fuentes hídricas.

Nova y Caro (1991) enfatizan que las especies mencionadas cumplen características como:

- Fácil reproducción
- Rápido crecimiento
- Alto poder germinativo
- Resistentes a la sequia
- Amplio follaje
- Largo periodo vegetativo (perennes)

#### **4.4. Estructura vertical**

##### **4.4.1. Distribución Ecosistema Aliso**

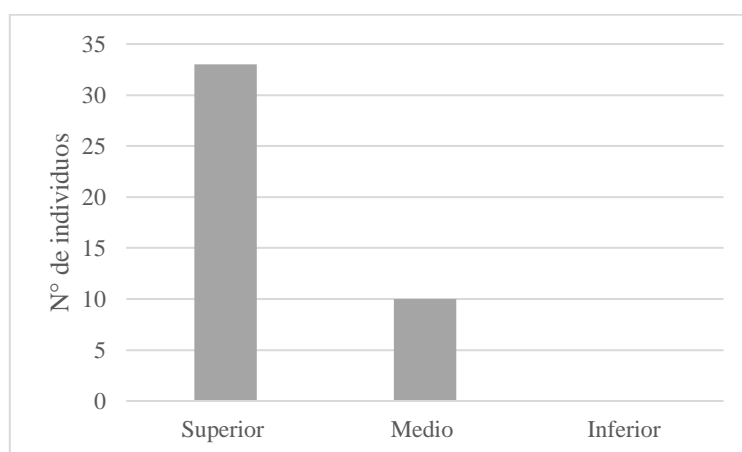
Se encontró individuos con una altura máxima de 26 metros, a partir de ello se dividió en tres pisos como se observa en la Tabla 17. Pese a que en este ecosistema solo existe una sola especie.

**Tabla 17.**

*Determinación de estratos en relación a la altura*

<b>Estrato</b>	<b>Especie</b>
Superior (>17.4m)	<i>Alnus nepalensis</i>
Medio (17.4 <> 8.7m)	<i>Alnus nepalensis</i>
Inferior (< 8.7m)	<i>Alnus nepalensis</i>

En la Figura 8 se observa que existe una mayor concentración de individuos en el estrato superior, al ser una sola especie, es notorio que se desarrolló de manera óptima.



**Figura 8.** Número de individuos por estrato-ecosistema aliso

#### **4.4.2. Distribución de las especies - Ecosistema Mixto**

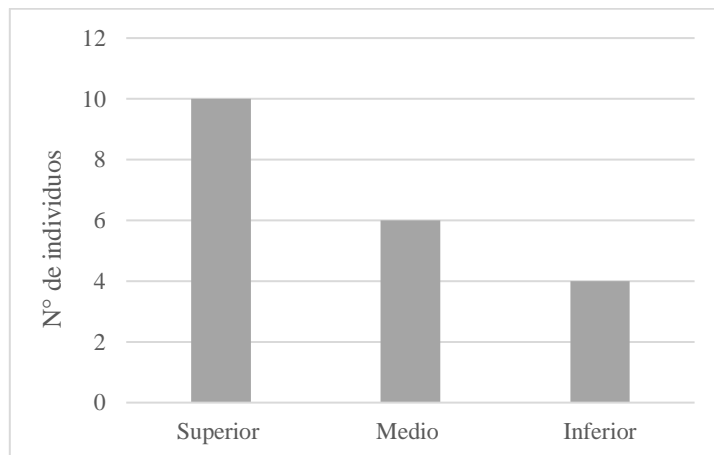
Con los datos del inventario se registró individuos con una altura máxima de 15 m, a partir de ese dato se determinó tres estratos y la distribución de las especies como se observa en la Tabla 18 y el número de individuos como se muestra en la Figura 9.

**Tabla 18.**

*Distribución de las especies por cada estrato*

<b>Estrato</b>	<b>Especies</b>
Superior (>10m)	<i>Alnus nepalensis</i> <i>Euphorbia laurifolia</i> <i>Clethra ovalifolia</i> <i>Tournefortia scabrida</i> <i>Pouteria sp</i> <i>Roupala obovata</i> <i>Inga insisgnis</i> <i>Fraxinus chinensis</i> <i>Croton magdalenensis</i>
Medio (10 < > 5m)	<i>Croton magdalenensis</i> <i>Baccharis brachylaenoides</i>
Inferior (< 5m)	<i>Baccharis brachylaenoides</i> <i>Clethra ovalifolia</i> <i>Tournefortia scabrida</i>

Se observa que existe mayor número de individuos en el piso superior como se muestra en la Figura 9.



**Figura 9.** Número de individuos por estrato- ecosistema mixto

Se puede observar que existe un mayor número de individuos en el piso superior, además que este estrato fue dominado por especies de rápido crecimiento que se encuentran en estadios de crecimiento.

#### 4.4.3. Distribución de las especies- Ecosistema Nativo

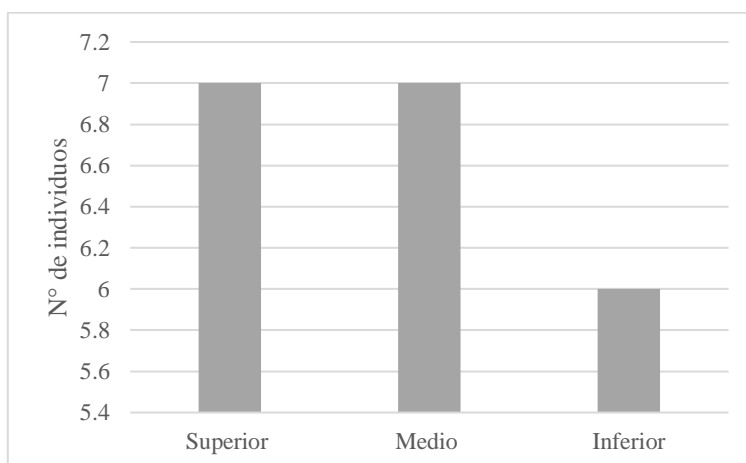
En este ecosistema la altura mayor fue de 21m, con el dato se determinó los tres estratos a partir de ello se identificó las especies pertenecientes a cada piso como se muestra en la Tabla 19.

**Tabla 19.**

*Distribución de las especies por estrato*

<b>Estrato</b>	<b>Especies</b>
Superior (>14m)	<i>Morella pubescens</i> <i>Oreopanax confusus</i> <i>Rhramnus sp.</i> <i>Toxicodendron striatum</i>
Medio (14 < > 7m)	<i>Billia rosea</i> <i>Delostoma integrifolium</i> <i>Clusia annularis</i> <i>Fraxinus chinensis</i> <i>Oreopanax confusus</i> <i>Clethra ovalifolia</i>
Inferior (< 7m)	<i>Saurauia brachybotrys</i> <i>Tournefortia scabrida</i> <i>Calliandra pittieri</i> <i>Myrsine sp.</i>

En el piso superior y medio existe el mismo número de individuos registrados a esa altura como se muestra en la Figura 10. Está dominado por especies que se adaptaron mejor a las condiciones del lugar.



**Figura 10.** Número de individuos por estrato- ecosistema nativo

En este ecosistema se observa un mayor número de individuos en el piso superior sin embargo en el piso medio se muestra una mayor concentración de especies.

Sanín y Duque (2006) en su estudio de estructura y composición florística de dos transectos en un bosque en sucesión, con un área de estudio de 4 932 ha, cada transecto se dividió en cinco parcelas con una distancia entre ellas de 20 m, obtuvo como resultados que pocos individuos alcanzaron la altura del dosel superior, en los dos bosques registró una mayor concentración entre 4 y 7 metros de altura. Al comparar con este trabajo se observa que existe una mayor concentración en el piso medio en el bosque nativo esto podría deberse a que estos individuos impidan el ingreso de luminosidad, un factor esencial para el desarrollo de las especies en el piso inferior. En el ecosistema mixto el panorama es diferente ya que existe una mayor concentración en el piso superior con especies que aprovecharon y compitieron factores como la luz y nutrientes del sitio.

En la investigación realizada por Galeano (2001) sobre Estructura, riqueza y composición de plantas leñosas, menciona que obtuvo mayor concentración de especies en el piso medio manifestando que esto es una característica de los bosques secundarios, esto concuerda con los datos que se obtuvo en esta investigación, ya que en el bosque nativo se obtuvo mayor concentración de especies en el piso medio.

#### 4.5. Análisis estadístico

Se realizó en análisis estadístico de las variables DAP, Altura, Área basal y volumen de la Reserva, los valores que se obtuvo se muestran en la Tabla 20.

**Tabla 20.**

*Variables estadísticas calculadas en la Reserva*

<b>Parámetros estadísticos</b>	<b>Variables</b>			
	<b>DAP</b>	<b>Altura</b>	<b>Área basal</b>	<b>Volumen</b>
Media	0.17	10.44	0.0316	0.3369
Varianza	0.0109	25.471	0.0013	0.2587
Desviación estándar	0.1044	5.0474	0.0364	0.5086
Coficiente de variación	60.40	44.46	115.51	150.93

De acuerdo a los resultados se observa en la Tabla 15 que la altura media de los tres ecosistemas es de 10.44 metros, cabe mencionar que esta Reserva tiene aproximadamente entre

10 a 15 años de haberla nombrado reserva hídrica comunitaria. En una investigación realizada por Robin *et.*, (2012) comparó alturas en bosques secundarios de entre 40 - 50 años que alcanzaban una altura media de 15.7 m. lo cual no tiene una gran variación con esta investigación.

Enríquez (2016) en su investigación composición florística en cuatro sistemas agroforestales y dos bosques secundarios, utilizó una metodología de parcelas de muestreo permanentes, con la instalación de seis parcelas ubicadas al azar. Galeas y Guevara (2012) mencionan las parcelas de muestreo representan un sistema ágil y ordenado, sobre todo aplicable a bosques intervenidos y sin intervención. Para posterior el estudio de la dinámica y ecología de las diferentes especies.

La autora menciona que obtuvieron como resultados el valor del área basal de 10.81 m<sup>2</sup>/ha en un total de 63 individuos identificados. La especie dominante fue *Cochlospermum vitifolium*, además indica que las especies en su mayoría poseen un área basal de 0.60 m<sup>2</sup> al comparar con esta investigación los valores que se obtuvo fueron muy bajos esto podría ser debido a la extensión de la Reserva, lo que se concuerda con la investigación mencionada es la existencia de una gran cantidad de individuos con un fuste pequeño, que puede ser parte de un proceso de recambio de especies.

Otro estudio realizado por Ferreira, Finegan, Kanninen, Delgado y Segura (2002) los valores promedios del área basal muestran una tendencia hacia el aumento a medida que los bosques se hacían más viejos, estos variaban de 1.9 m<sup>2</sup>/ha en un bosque de 6 años de edad, por otro lado en un bosque de 23 años, su media fue de 35 m<sup>2</sup>/ha. Al comparar con esta investigación se observa que este tipo de bosques tiende acumular especies de plantas con un crecimiento rápido (especies pioneras) en este caso las especies *Morella pubescens* y *Alnus nepalensis*.

Spittler (2001) en su investigación acerca del potencial de manejo de los bosques secundarios ha buscado alternativas para el manejo sostenible de los bosques. El área de estudio fue los pastizales abandonados en donde se formaron bosques, cuya edad intermedia es de 15 a 35 años, en donde menciona que el dosel superior puede alcanzar hasta 15 metros de altura, mientras que en este trabajo se obtuvo un valor menor, esta diferencia se debe a que el estudio

realizado por Spittler midió individuos con una DAP > a 5 cm, mientras que en esta investigación se tomó en cuenta a individuos desde 1cm de DAP.

Ruschel, Mantovani, Sedrez, Onofre (2009) indican que el área basal de los bosques secundarios incrementa a través del tiempo, y tiende asemejarse a los bosques primarios. Además de que es uno de los indicadores para medir el grado de recuperación de los bosques.

#### 4.6. Comparación de ecosistemas

Para la comparación de la riqueza (número de especies) entre el ecosistema mixto y nativo se lo realizó a través de la prueba de U de Mann-Whitney en donde se obtuvo los valores que se muestran en la tabla 21.

**Tabla 21.**

*Valores calculados*

Ecosistema Mixto	Ecosistema Nativo
$n_1=3$	$n_2=3$
$R_1=10$	$R_2=11$
$U_1=5$	$U_2=4$
$Z=-0.2182$	$P=0.4602$

n: número de parcelas instaladas, R: Rango, U: Z: valor calculado, p: valor tabular

Al ser el valor calculado menor al valor tabular se puede mencionar que no existe diferencias entre la riqueza de los dos ecosistemas. Esto debido a que se obtuvo como resultados que en el ecosistema mixto y nativo se registró 10 y 13 especies respectivamente.

Ferreira *et al.*, (2002) en su estudio acerca de la composición florística y estructura de bosques secundarios obtuvo que existe una variabilidad en la riqueza de los bosques estudiados lo que le permitió establecer diferentes grupos, esto se ve relacionado a factores como la edad de los bosques, el uso y manejo que se le dio con anterioridad a esos espacios que posiblemente fueron cultivos. De hecho, la causa más probable podría ser el proceso de colonización de las especies.



#### 4.7. Pruebas de T de student

Se aplicó los cálculos de la t de student entre los tres ecosistemas estudiados para conocer si existe diferencias entre sus medias de las variables altura y DAP, los valores se los muestra en la Tabla 22 y 23.

**Tabla 22.**

*Valores de t student para comparar el DAP entre los ecosistemas*

<b>Estadísticos</b>	<b>Aliso</b>	<b>Mixto</b>
media	0.20	0.16
p-valor		0.0027
<b>Estadísticos</b>	<b>Aliso</b>	<b>Nativo</b>
media	0.20	0.15
p-valor		0.00068
<b>Estadísticos</b>	<b>Mixto</b>	<b>Nativo</b>
media	0.16	0.15
p-valor		2.080

La prueba de t de student muestra que existe diferencias significativas entre el ecosistema dominado por aliso y los otros dos ecosistemas estudiados. En el caso del bosque nativo y mixto no existen suficientes evidencias estadísticas para determinar diferencias significativas con un 95% de certeza estadística.

**Tabla 23.**

*Valores de t student para comparar la altura entre los dos ecosistemas*

<b>Estadísticos</b>	<b>Aliso</b>	<b>Mixto</b>
media	20.23	10.79
p-valor		0.0027
<b>Estadísticos</b>	<b>Aliso</b>	<b>Nativo</b>
media	20.23	10.49
p-valor		0.00068
<b>Estadísticos</b>	<b>Mixto</b>	<b>Nativo</b>
media	10.79	10.49
p-valor		2.080

La prueba de t de Student muestra que existe diferencias significativas entre el ecosistema dominado por aliso y los otros dos ecosistemas estudiados. En el caso del bosque nativo y mixto no existen suficientes evidencias estadísticas para determinar diferencias significativas con un 95% de certeza estadística.

## CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

Los ecosistemas nativo y mixto de la reserva hídrica El Paraíso mostraron una diversidad florística media en función a los índices seleccionados, mientras que el ecosistema aliso una diversidad baja, dada la dominancia de la especie. Pese a que los bosques nativo y mixto registraron 13 y 10 especies respectivamente, se puede interpretar como el inicio de recuperación de esta área lo cual es favorable debido a que el sitio de estudio se encuentra en una fase inicial de sucesión.

La distribución vertical en los ecosistemas estudiados manifiesta un desarrollo equilibrado de las especies. Esta información muestra como ha sido la distribución de los árboles en función a los estratos definidos, al obtener un mayor número de individuos en el estrato superior se debe en gran parte a los efectos producidos por la luz y la presencia de diferentes formas de vida en los ecosistemas estudiados.

La distribución horizontal de los individuos en los ecosistemas evaluados, indican que los bosques se encuentran en un proceso de sucesión. En los bosques mixto y nativo las especies dominantes fueron: *Euphorbia laurifolia* y *Morella pubescens* respectivamente. Se encontró un mayor número de individuos en la clase diamétrica menor, lo que muestra el comportamiento de los individuos y de las especies del bosque, además en función del tiempo la Reserva presentará una mayor estructura con una distribución homogénea avanzada.

Con los datos que se obtuvo de la investigación serán de utilidad para los habitantes de la comunidad, debido a la importancia que tiene la reserva por el recurso hídrico y la composición florística que presenta, aportando al cuidado y manejo adecuado de la misma ya que en un futuro, la reserva aumentara su estructura, es decir, existirá mayor número de especies e individuos y por ende almacenara mayor cantidad de agua que será aprovechada por la comunidad.

## **5.2. Recomendaciones**

Plantear estudios relacionados a la composición florística en bosques secundarios, debido a que la información existente es escasa para estos ecosistemas en Ecuador.

Realizar propuestas para un buen manejo de este tipo de bosques, con lo cual se garantizará una sostenibilidad de estos ecosistemas.

Realizar investigaciones acerca de los usos que poseen las especies identificadas en esta investigación, debido a que la Reserva es de gran importancia para la comunidad por la generación del tema hídrico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, V., Araujo, P., y Iturre, M. (2006). Caracteres estructurales de las masas. *Serie Didáctica* (2).
- Aguirre, C., y Vizcaíno, M. (2009). *Aplicación de estimadores estadísticos y diseño experimentales en investigaciones forestales*. Ibarra, Ecuador: Universidad Técnica del Norte.
- Aguirre, Z. (2013). Guía de métodos para medir la biodiversidad. *Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Loja. Loja-Ecuador*, 37(6), 82.
- Añazco, M., Vallejos., H y Vizcaíno, M. (2018). Dinámica de crecimiento de *Alnus nepalensis* D. Don en el noroccidente de Ecuador Continental. *Revista Cubana de Ciencias Forestales* 6(3),354–65.
- Baca, J. (2000). Caracterización de la estructura vertical y horizontal en bosques de Pino-Encino.
- Barra, R. (2015). Rendimiento de volumen comercial rollizo en plantaciones comerciales de Guazuma Crinita (Bolaina Blanca), Puerto Inca–Huánuco.
- Beltrán, L., Valdez, J., Luna, M., Romero, A., Pineda, E., Maldonado, B., Borja, M., y Blancas, J. (2018). Estructura y diversidad arbórea de bosques tropicales caducifolios secundarios en la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla, Morelos. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 89(1), 108–22.
- Benayas, J., Bullock, J., y Newton, A. (2008). Creating woodland islets to reconcile ecological restoration, conservation, and agricultural land use. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 6(6), 329–36.
- Cabrera, G. (2011). Laurel de cera (*Morella pubescens*), Especie promisorio de usos múltiples empleada en agroforestería. *Revista Agroforestería Neotropical* 1(1).
- Carrera, C. (2014). *Estructura y diversidad florística del bosque los pijós en el cantón isidro ayora provincia del guayas, en el 2013* (tesis de pregrado). UTEQ, Quevedo, Ecuador.

- CATIE. (2016). *Definición de bosques secundarios y degradados en Centroamérica*. CATIE, 12-13
- Chazdon, R. (2003). Tropical Forest Recovery: Legacies of human impact and natural disturbances. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 6(1–2), 51–71.
- Chazdon, R. (2008). Beyond deforestation: Restoring forests and ecosystem services on degraded lands. *Science*, 320(5882), 1458–1460.
- Chazdon, R. (2012). Tropical forest regeneration. *Boletim Do Museu Paraense Emílio Goeldi, Ciências Naturais*, 7(3), 195–218.
- Christensen, N. (2014). An historical perspective on forest succession and its relevance to ecosystem restoration and conservation practice in North America. *Forest Ecology and Management*, 330, 312–22.
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). Publicada en el Registro Oficial 449 de 20 de Octubre de 2008. *Incluye Reformas*, 1–136.
- Cuello, N., Killeen, T., y Antezana, C. (1991). Línea de intersección, una metodología apropiada para el estudio de las sabanas tropicales. *Memoria del curso de vegetación y ecología tropical con un énfasis en los métodos*, 34–62.
- Derroire, G., Tigabu, M., Odén, P., y Healey, J. (2016). The effects of established trees on woody regeneration during secondary succession in tropical dry forests. *Biotrópica*, 48(3), 290–300.
- Diéguez, U., Barrio, M., Castedo, F., Ruíz, A., Álvarez, M., Álvarez, J., y Rojo, A. (2003). *Dendrometría: Editorial Paraninfo*.
- Encinas, G. (2008). Manual práctico de inventarios forestales veeduría forestal comunitaria Copriaa-Atalaya. *Veeduría Forestal Comunitaria Copriaa-Atalaya*, 19.
- Enríquez, A. (2016). Composición florística en cuatro sistemas agroforestales y dos bosques secundarios ubicados al sur de la provincia de Manabí (tesis de pregrado). UTEQ, Manabí, Ecuador.
- FAO. (2005). *Situación de los bosques del mundo, 2005*. Food & Agriculture Org.

- FAO. (2016). El estado de los bosques del mundo 2016. Los bosques y la agricultura: desafíos y oportunidades en relación con el uso de la Tierra. In: FAO Roma.
- Fernández, R., Allca, D., y Peña, J. (2012). Composición y estructura de un bosque secundario en el Fundo Santa Teresa, Satipo, Perú. *Xilema* 25(1),43–49.
- Ferreira, C., Finegan, B., Kanninen, M., Delgado, L., y Segura, M. (2002). Composición florística y estructura de bosques secundarios en el municipio de San Carlos, Nicaragua.
- Ferriol, M., y López, C. (2016). La Sucesión Vegetal.
- Finegan, B. (1992). The management potential of Neotropical Secondary Lowland Rain Forest.” *Forest Ecology and Management*, 47(1–4), 295–321.
- Finegan, B. (1996). Pattern and process in neotropical secondary rain forests: the first 100 years of succession. *Trends in ecology y evolution*, 11(3), 119–24.
- Foster, B., Hernández, N., y Burnham, R. (1995). Un método de transectos variables para la evaluación rápida de comunidades de plantas en los Trópicos. *Manuscrito No Publicado. Chicago: Environmental and Conservation Programs, Field Museum of Natural History.*
- Fuel, M. (2020). *Estructura y composición florística de un bosque secundario en la microcuenca media del río Nangulví* (tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ecuador.
- Franco, W., Peñafiel, M., Cerón, C., y Freire, E. (2016). Biodiversidad productiva y asociada en el Valle Interandino Norte Del Ecuador. *Bioagro* 28(3),181–92.
- Gadow, K., Sánchez, O., y Álvarez, J. (2007). Estructura y crecimiento del bosque. *Universidad de Göttingen, Alemania.*
- Galeano, G. (2001). Estructura, riqueza y composición de plantas leñosas en el Golfo de Tribugá, Chocó, Colombia. *Caldasia*, 213–36.
- Galeas, J., y Guevara, R. (2012). Metodología para la representación cartográfica de los ecosistemas del ecuador continental. *Quito: MAE.*
- Gardner, C., Bicknell, J., Baldwin, W., Struebig, M., y Davies, Z. (2019). Quantifying the impacts of defaunation on natural forest regeneration in a Global Meta-Analysis. *Nature Communications*, 10(1), 1–7.

- Gentry, A. (1988). Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 1–34.
- Gentry, A. (1995). Diversity and floristics composition of Neotropical Dry Forests. *In Seasonally Dry Tropical Forests*.
- Gentry, A. (2009). *Flora de Colombia: Bignoniaceae*. Bogotá, Colombia: Missouri Botanical Garden.
- Giraldo, D. (2001). Análisis florístico y fitogeográfico de un bosque secundario pluvial Andino, Cordillera Central (Antioquia, Colombia). *Darwiniana* 187–99.
- Gordo, J. (2009). Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del Municipio de Popayán. *Bioteología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 7(1), 115–22.
- Guariguata, M., y Ostertag, R. (2002). Sucesión Secundaria. *Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales*, 591–623.
- Hierro, R. (2003). Regeneración Natural: Situaciones, concepto, factores y evaluación. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, (15), 11–16.
- Homeier, Jürgen, Siegmund-W Breckle, Sven Günter, Rütger T. Rollenbeck, and Christoph Leuschner. 2010. Tree diversity, forest structure and productivity along altitudinal and topographical gradients in a species-rich Ecuadorian Montane Rain Forest. *Biotropica*, 42(2), 140–48.
- Imbaquingo, E., y Naranjo, D. (2010). *Comportamiento inicial de Aliso (Alnus Nepalensis D. Don) y Cedro Tropical (Acrocarpus Fraxinifolius Wight y Arn), asociados con brachiaria (Brachiaria Decumbens Stapf) y pasto miel (Setaria sphacelata (Schumach) Stapf & C.E. Hubb) ( tesis pregrado)*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- Imaña, J., Jiménez, J., Rezende, A., Imaña, C., Santana, O y Meira, M. (2014). Conceptos Dasométricos En Los Inventarios Fitosociológicos. *Brasilia: Universidade de Brasília*.
- Jadán, O., Cedillo, H., Peralta, Á., Zea, P., Toledo, C., Tepán, B., y Vaca, C. (2016). Evaluación preliminar de la composición florística y usos de la vegetación en bosques secundarios, provincia de Azuay. *Bosques Latitud Cero*, 6(2).

- Jiménez, A., Gabriel, J., y Tapia, M. (2020). *Ecología Forestal*.
- Kangas, A., y Maltamo, M. (2006). *Forest Inventory: Methodology and Applications*. Vol. 10: Springer Science & Business Media.
- Lamprecht, H. (1990). *Silvicultura en los trópicos: los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas, posibilidades y métodos para un Aprovechamiento Sostenido*. GTZ,.
- Lendínez, D., Iturre, M., Araujo, P., y Gonzales, C. (2013). Crecimiento del area basal en parcelas permanentes de inventario forestal continuo. *Quebracho-Revista de Ciencias Forestales*, 21(1–2), 115–20.
- Lennox, G., Gardner, T., Thomson, J., Ferreira, J., Berenguer, E., Lees, A., Mac, R., Aragão, L., Ferraz, F., y Louzada, J. (2018). Second rate or a second chance assessing biomass and biodiversity recovery in regenerating Amazonian Forests. *Global Change Biology*, 24(12), 5680–94.
- Louman, B., Quirós, D., & Nilsson, M. (2001). *Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central*. Turrialba, Costa Rica: CATIE.
- Luna, G. (2011). Laurel de cera (*Morella pubescens*), especie promisoría de usos múltiples empleada en agroforestería. *Revista Agroforestería Neotropical*, 1(1).
- Lozano, P. (2015). Especies forestales arbóreas y arbustivas de los Bosques Montanos del Ecuador. *Quito, Pichincha, Ecuador: MAE*.
- Manzanero, M. (1999). *Evaluación de la estructura y composición florística de la sucesión secundaria en áreas disturbadas, bosque húmedo subtropical en la concesión forestal comunitaria de Carmelita, San Andrés* (Tesis de Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Manzanero, M, y Pinelo, G. (2004). Plan silvicultural en unidades de manejo forestal. *Fondo mundial para la naturaleza y proarca.San Francisco de dos Ríos*.
- Matteucci, S., Colma, A. (1982). *Metodología para el estudio de la vegetación*. (Vol. 22): Secretaria general de la Organización de los Estados Americanos Washington.
- Ministerio del Ambiente. (2013). Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador



continental. In: Subsecretaría de patrimonio natural Quito.

- Ministerio del Ambiente. (2017). Registro Oficial Suplemento 983. *Ecuador: Nacional*.
- Monge, A. (1999). Estudio de La dinámica del bosque seco tropical a través de parcelas permanentes de muestreo en el parque Nacional Palo Verde, Guanacaste Costa Rica.
- Mora, C., Burbano, O., Méndez, C., y Castro, D. (2017). Evaluación de la biodiversidad y caracterización estructural de un bosque de Encino (*Quercus L.*) En la Sierra Madre del Sur, México. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 14(35), 68–75.
- Morales, M. (2010). *Composición florística, estructura, muestreo diagnóstico y estado de conservación de una cronosecuencia de bosques tropicales del corredor biológico Osa, Costa Rica. Cartago, Costa Rica*.
- Morales, M., Alvarado, B., Chazdon, R., Gutiérrez, M., Malavasi, E., y Bonilla, M. (2012). Diversidad y estructura horizontal en los bosques tropicales del corredor biológico de Osa, Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 9(23), 19.
- Moreno, C. (2001)a. *Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84(922495), 2*.
- Mostacedo, B., y Fredericksen, T. (2000). Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal.
- Nova, G., y Caro, F. (1991). Reforestación de microcuencas: especies que debemos utilizar en una microcuenca. Cartilla 4.
- Norden, N. (2014). De porqué la regeneración natural es tan importante para la coexistencia de especies en los bosques Tropicales. *Colombia Forestal*, 17(2), 247–61.
- Olea, F. (2016). Técnicas estadísticas aplicadas en Nutrición y Salud. Departamento de Nutrición y Bromatología. UGR, 15-31.
- Orozco, L. (1991). Estudio ecológico y de estructura horizontal de seis comunidades boscosas de la Cordillera de Talamanca, Costa Rica. colección silvicultural y manejo de bosques naturales No. 2. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza-CATIE. *Turrialba, Costa Rica*.

- Pardo, A., y Ruiz, M. (2010). Análisis no paramétrico: El procedimiento pruebas no paramétricas." *SPSS 10. Guía para el análisis de datos*, 581–646.
- Pérez, Y., Reyes, R., y Ríos, C. (2017). Variables dasométricas relacionadas con la productividad de Acacia Mangium Willd. *Centro Agrícola*, 44(2), 14–21.
- Poma, K. (2013). *Composición florística, estructura y endemismo de un Bosque Siempreverde de tierras bajas de la Amazonía, en el Cantón Taisha, Morona Santiago* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.
- Poorter, L., Bongers, F., Aide, T., Zambrano, A., Balvanera, P., Becknell, J., Boukili, V., Brancalion, P., Broadbent, E., y Chazdon, R. (2016). Biomass resilience of neotropical secondary forests. *Nature*, 530(7589), 211–14.
- Pourrut, P. (1983). Los climas del Ecuador: Fundamentos explicativos. *ORSTOM y Programa Nacional de Regionalización Agraria del Ministerio de Agricultura y Ganadería. Quito, Ecuador*.
- Quirós, K., y Quesada, R. (2003). Composición florística y estructural de un Bosque Primario. *Boca Tapada de Pital, San Carlos, Alajuela, Costa Rica. 15p.*
- Ríos, O. (2011). Restauración Ecológica: Biodiversidad y Conservación. *Acta Biologica Colombiana*, 16(2), 221–46.
- Rivas, R., Pérez, M., Talavera, J. (2013). Prueba t de Student. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*, 51(3), 300–303.
- Robin, H., Aybar, D., y Peña, J. (2012). Composición y estructura de un bosque Secundario en el Fundo Santa Teresa, Satipo, Perú. *Xilema*, 25(1), 43–49.
- Ruschel, A., Mantovani, M., Sedrez, M., y Onofre, R. (2009). Caracterização e dinâmica de duas fases sucessionais em floresta secundária da Mata Atlântica. *Revista Árvore*, 33(1), 101–15.
- Sachtler, M. (1977). Inventario y desarrollo forestal del Noroeste Argentino. *Plan NOA II). Reconocimiento Forestal en la Región Noroeste. FAO DP/ARG/70/536. Informe Técnico (1).*
- Sanín, D., y Duque, C. (2006). Estructura y composición florística de dos transectos localizados

en la Reserva Forestal Protectora de Río Blanco (Manizales, Caldas, Colombia). *Museo de Historia Natural*, 10, 45–75.

Senplades, S. N. (2017). Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 Toda una Vida. In: Quito.

Silva, L., Pinzon, A., y Cantillo, J. (2006). Diseño metodológico de restauración de la Reserva Forestal Carpatos Guasca-Cundinamarca Colombia.

Slik, J., Arroyo, V., Aiba, S., Alvarez, P., Alves, L., Ashton, P., Balvanera, P., Bastian, M., Bellingham, P., y Van Den, E. (2015). An Estimate of the Number of Tropical Tree Species. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(24), 7472–77.

Smith, J., Sabogal, C., De Jong, W., & Kaimowitz, D. (1997). *Bosques secundarios como recurso para el desarrollo rural y la conservación ambiental en los trópicos de América Latina*. Centroamérica, Suramérica y El Caribe: CENTER FOR INTERNATIONAL FORESTRY RESEARCH.

Smith, R. L. (1980): *Ecology and Field Biology*.

Smith, R., Smith, TM., y Román, E. (2007). *Ecología*. Pearson Educación Madrid, España.

Spittler, P. (2001). *Potencial de Manejo de los Bosques Secundarios en la Zona Seca del Noroeste de Costa Rica*.

Tito, M., León, M., y Porro, R. (2012). *Guía para la Determinación de Carbono En Pequeña Propiedades Rurales*. World Agroforestry Centre.

Vanegas, M. (2009). *Diversidad vegetal en obras de control de azolves sobre el Río Chapingo* (Tesis de licenciatura). México: Universidad Autónoma Chapingo.

Valdéz, D. (2011). Efectos de raleos aplicados durante el periodo 2005 a 2008 a una plantación de la especie palo blanco (*Tabebuia Donnellsmithii* Rose) en finca Masaya. *El Palmar*.

Vanegas, M. (2016). Manual de mejores prácticas de restauración de ecosistemas degradados, utilizando para reforestación solo especies nativas en zonas prioritarias. *CONAFOR, CONABIO, GEF-PNUD. México Pág 158*.

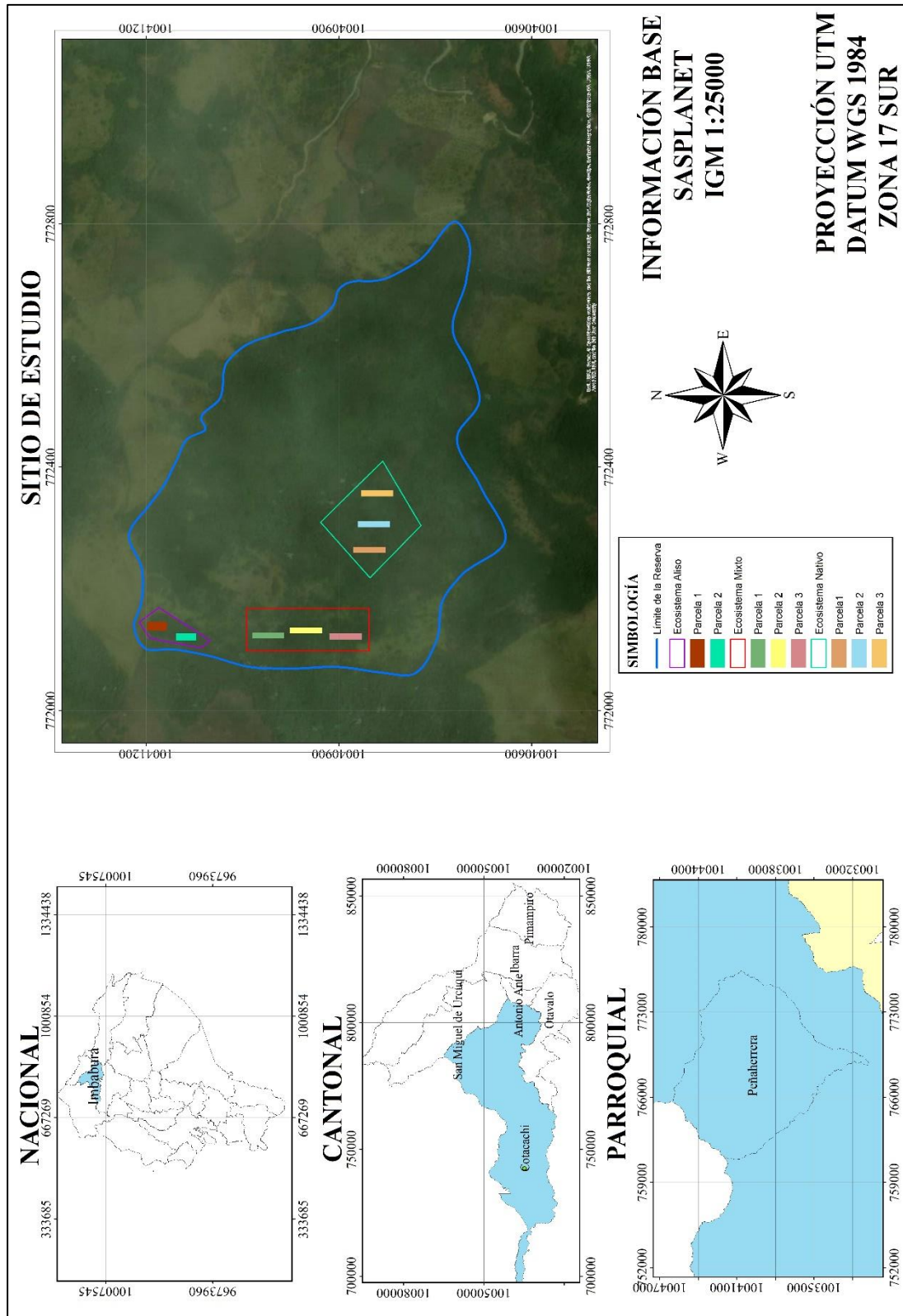
Villamar, F., Peña, C., y Romero, P. (2012). Micropropagación in vitro de la Guaba (*Inga insignis*) endémica de la provincia de Imbabura. Universidad de la Fuerzas Armadas -

Sangolquí - Ecuador

- Villavicencio, E., y Valéz, J. (2003). Análisis de la estructura arbórea del sistema agroforestal rusticano de café en San Miguel, Veracruz, México. *Agrociencia*, 37(4), 413-423.
- Wiegand, G., y Felinks, B. (2001). Primary succession in Post-Mining Landscapes of Lower Lusatia—Chance or Necessity. *Ecological Engineering*, 17(2–3), 199–217.
- Yepes, A., del Valle, J., Jaramillo, S., y Orrego, S. (2010). Structural Recovering in Andean Successional Forests from Porce (Antioquia, Colombia). *Revista de Biología Tropical*, 58(1), 427–45.
- Zarco, V., Valdez, J., Ángeles, G., y Castillo, O. (2010). Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del parque Estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco. *Universidad y Ciencia*, 26(1), 1–17.

# **ANEXOS**

Anexo 1: Figuras



Anexo 1.1. Mapa de ubicación del área de estudio

N° de ecosistema 2		Fecha 21/02/2000	Coordenadas UTM	X	811146	Observaciones
N° de parcela 1		Colector Alejandra C.		Y	41125	
Código de muestra	N Común	N Científico	Familia	DAP (cm)	Altura (m)	
E2 P1 A1	Saga de Jeso	Croton		72.5	9	Op. floración, con capitulos y ab ab
E2 P1 A2	Luchero	Euphorbia		37	15	
E2 P1 A3	Caimillo			64.4	10	Caloriente rindo algunas abiertas

Anexo 1.2. Modelo de la hoja de campo

## Anexo 2: Tablas

**Tabla 2.1**

*Listado de especies inventariadas en la Reserva Hídrica*

<b>Familia</b>	<b>Nombre Común</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Autor</b>
Actinidaceae	Moquillo	<i>Saurauia brachybotrys</i>	Turcz
Anacardiaceae	Caracha	<i>Toxicodendron striatum</i>	(Ruíz y Pav.) Kunze
Araliaceae	Suelda Con Suelda	<i>Oreopanax confusus</i>	Marchal
Asteraceae	Ambil - Chilca Blanca	<i>Baccharis brachylaenoides</i>	Dc
Betulaceae	Aliso	<i>Alnus nepalensis</i>	D. Don
Bignoniaceae	Yaloman	<i>Delostoma integrifolium</i>	D. Don
Boraginaceae	Atambo	<i>Tournefortia scabrada</i>	Kunth
Clethraceae	Tupial	<i>Clethra ovalifolia</i>	Turcz
Clusiaceae	Guandera	<i>Clusia annularis</i>	S/N
Euphorbiaceae	Lechero	<i>Euphorbia laurifolia</i>	Lam
Euphorbiaceae	Sangre De Drago	<i>Croton magdalenensis</i>	Mull.Arg
Fabaceae	Guaba De Monte	<i>Inga insisgnis</i>	Kunth
Fabaceae	Tura	<i>Calliandra pittieri</i>	Standl
Myricaceae	Laurel	<i>Morella pubescens</i>	Humb. y Bonpl. ex Willd.
Oleaceae	Fresno	<i>Fraxinus chinensis</i>	Roxb
Primulaceae	S/N	<i>Myrsine sp.</i>	S/N
Proteaceae	Roble Andino	<i>Roupala obovata</i>	Kunth
Rhamnaceae	Chilquinche	<i>Rhamnus sp.</i>	S/N (Planch y Linden) C.Ulloa y P.Jorg.
Sapindaceae	Guayacán	<i>Billia rosea</i>	S/N
Sapotaceae	Caimitillo	<i>Pouteria sp</i>	S/N



**Tabla 2.2.***Ficha de campo para el registro de datos de los individuos*

N° de ecosistema:		Fecha:	Coordenadas	X	Observaciones
N° de parcela:		Colector		Y	
Código de muestra	N. Común	N. Científico	Familia	DAP (cm)	Altura (m)
E1P1A1					

### Anexo 3: Fotografías



**Fotografía 1.** Socialización del proyecto de investigación al presidente y habitantes de la comunidad



**Fotografía 2.** Recorrido e identificación de Reserva



**Fotografía 3.** Instalación de parcelas y subparcelas



**Fotografía 4.** Toma de datos de altura



**Fotografía 5.** Colecta de muestras botánicas



**Fotografía 6.** Corteza externa e interna de la especie *Croton magdalenensis* Mull.Arg



**Fotografía 7.** Corteza externa e interna de la especie *Tournefortia scabrida* Kunth



**Fotografía 8.** Corteza externa e interna de la especie *Inga insisgnis* Kunth



**Fotografía 9.** Corteza externa e interna de la especie *Saurauia brachybotrys* Turcz



**Fotografía 10.** Prensado de muestras colectadas



**Fotografía 11.** Identificación de muestras botánicas



**Fotografía 12.** Especie *Oreopanax confusus* Marchal (Suelda con suelda)



**Fotografía 13.** Especie *Ruopala obovata*  
Kunth (Roble andino)



**Fotografía 14.** Especie *Fraxinus chinensis*  
Roxb (Fresno)



**Fotografía 15.** Especie *Clusia annularis*  
S/N (Guandera)



**Fotografía 16.** Especie *Croton magdalenensis*  
Mull.Arg (Sangre de drago)





**Fotografía 17.** Especie *Morella pubescens*  
Humb. y Bonpl. ex Willd. (Laurel)



**Fotografía 18.** Especie *Saurauia brachybotrys*  
Turcz (Moquillo)



**Fotografía 19.** Especie *Baccharis brachylaenoide.*  
Dc (Ambil)



**Fotografía 20.** Especie *Euphorbia laurifolia*  
Lam (Lechero)



**Fotografía 21.** Especie *Delostoma integrifolium*  
D. Don (Yaloman)



**Fotografía 22.** Especie *Toxicodendron striatum*  
(Ruíz y Pav.) Kunze (Caracha)



**Fotografía 23.** Especie *Calliandra pittieri*  
Standl (Tura)



**Fotografía 24.** Especie *Clethra ovalifolia*  
Turcz (Tupial)



**Fotografía 25.** Especie *Alnus nepalensis*  
D. Don (Aliso)



**Fotografía 26.** Especie *Billia rosea*  
(Planch y Linden) C. Ulloa  
y P. Jorg. (Guayacán)



**Fotografía 27.** Especie *Rhamnus sp*  
.S/N ( Chilguinche)



**Fotografía 28.** Especie *Clethra ovalifolia*  
Turcz (Tupial)



**Fotografía 29.** Especie *Pouteria* sp  
S/N (Caimitillo)



**Fotografía 30.** Especie *Inga insisgnis*  
Kunth (Guaba de monte)



**Fotografía 13.** Especie *Tournefortia scabrida*  
Kunth (Atambo)