



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS

AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

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

**ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE UN BOSQUE
SECUNDARIO EN EL SECTOR NANGULVÍ ALTO, PROVINCIA DE
IMBABURA**

AUTORA

Patricia Noemí Rivadeneira Yépez

DIRECTOR

Ing. Jorge Luis Ramírez López, M.Sc.

IBARRA – ECUADOR

2020

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

“ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE UN BOSQUE SECUNDARIO EN EL SECTOR NANGULVÍ ALTO, PROVINCIA DE IMBABURA”

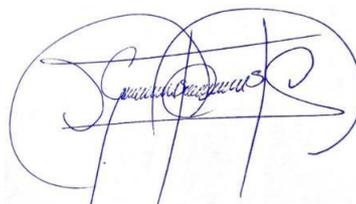
Trabajo de titulación revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza la presentación como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERA FORESTAL

APROBADO:

Ing. Jorge Luis Ramírez López, M.Sc.

Director de trabajo de titulación



Ing. Eduardo Jaime Chagna Ávila, Mgs.

Tribunal de trabajo de titulación



Ing. José Raúl Guzmán Paz, M.Sc.

Tribunal de trabajo de titulación



Ibarra – Ecuador

2020



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 y en calidad de autora y titular de los derechos patrimoniales de la obra, hago la entrega del presente trabajo de titulación a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, con la finalidad de apoyar procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad; para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
Cédula de identidad:	100466673-9		
Apellidos y nombres:	Rivadeneira Yépez Patricia Noemí		
Dirección:	Cotacachi, Morales y 24 de mayo		
Email:	pathynoemir@hotmail.com pnrivadeneiray@utn.edu.ec		
Teléfono fijo:	062 554 248	Teléfono celular:	0967985950

DATOS DE LA OBRA	
Título:	ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE UN BOSQUE SECUNDARIO EN EL SECTOR

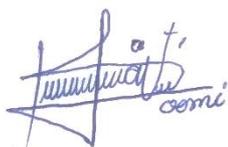
	NANGULVÍ ALTO, PROVINCIA DE IMBABURA
Autoría:	Rivadeneira Yépez Patricia Noemí
Fecha: DD/MM/AAAA	07 de junio del 2020
SOLO PARA TRABAJO DE TITULACIÓN	
Programa:	Pregrado
Título por el que opta:	Ingeniera Forestal
Director/Asesores:	Ing. Jorge Luis Ramírez López, M.Sc. Ing. Eduardo Jaime Chagna Ávila, Mgs. Ing. José Raúl Guzmán Paz, M.Sc.

2. CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los 07 días del mes de junio del 2020

LA AUTORA:



Patricia Noemí Rivadeneira Yépez

C.C. 100466673-9



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, **Patricia Noemí Rivadeneira Yépez**, con cédula de ciudadanía Nro. 100466673-9, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5, 6 y 11, en calidad de la autora del trabajo de titulación denominado: **“ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE UN BOSQUE SECUNDARIO EN EL SECTOR NANGULVÍ ALTO, PROVINCIA DE IMBABURA”**, que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniera Forestal, en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En mi condición de autora me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Patricia Noemí Rivadeneira Yépez

C.C. 100466673-9

Ibarra, a los 07 día de junio del 2020

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA - UTN

Fecha: 07 de junio del 2020

Patricia Noemí Rivadeneira Yépez: **“ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE UN BOSQUE SECUNDARIO EN EL SECTOR NANGULVÍ ALTO, PROVINCIA DE IMBABURA”** /Trabajo de titulación. Ingeniera Forestal. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Forestal. Ibarra, 07 de junio del 2020. 85 páginas.

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

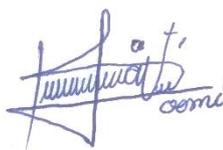
El objetivo principal de la presente investigación fue: Determinar la estructura y composición florística de un bosque secundario en el sector Nangulví alto. Entre los objetivos específicos se encuentra: Determinar la diversidad florística de un bosque secundario en el sector Nangulví alto y Caracterizar la estructura vertical y horizontal del bosque.

Fecha: 07 de junio del 2020



Ing. Jorge Luis Ramírez López, M.Sc.

Director de trabajo de titulación



Patricia Noemí Rivadeneira Yépez

Autora

DEDICATORIA

Con mucho cariño este trabajo de investigación va dedicado a mi madre Nohemí Yépez a mi padre Mario Rivadeneira, quienes supieron guiarme a lo largo de toda la investigación, inculcándome valores, respeto, confianza en mí misma, fuerza, amor, de igual manera a mi hermano Mario A. Rivadeneira que siempre estuvo en todos los momentos apoyándome.

Gracias familia por el amor incondicional que siempre me brindan.

A mi segunda madre Luisa Morales, que siempre tuvo un consejo adecuado para seguir adelante, Te amo mucho Mamita Luisa.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por guiarme en esta etapa de mi vida, por la fuerza para vencer cada obstáculo que se presentaba y así llegar a cumplir con la meta propuesta.

Agradecer a mis padres y a mi hermano, porque nunca dejaron que me rindiera y por siempre estar a mi lado, apoyándome en cada una de las decisiones que tome, son el pilar más importante mi vida.

FAMILIA LOS AMO ETERNAMENTE

Un eterno agradecimiento al Ing. Jorge Ramírez como director de la investigación, que a través de consejos y correcciones se hizo posible terminar de mejor manera esta investigación. Al Ing. José Guzmán y al Ing. Eduardo Chagna que siempre estuvieron dispuestos a ayudarme y por lo aprendido de cada uno.

GRACIAS INGENIEROS.

Un agradecimiento al Ing, Gustavo León, por permitirme realizar la investigación dentro de su propiedad.

A mis amigos y todas las personas que siempre estuvieron conmigo, gracias por ese apoyo y los deseos que me brindaron.

Patricia Rivadeneira

ÍNDICE DE CONTENIDO

Resumen	xiv
Capítulo I	
Introducción.....	1
1.1 Objetivos.....	2
1.1.1. Objetivo General.....	2
1.1.2. Objetivos Específicos	2
1.2 Preguntas directrices.....	2
Capítulo II	
Marco teórico.....	3
2.1 Fundamentación legal.....	3
2.1.1. Constitución de la Republica del Ecuador 2008.....	3
2.1.2. Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua.....	4
2.1.3. Código Orgánico Ambiental.....	5
2.1.4. Plan Nacional de Desarrollo 2017 – 2021	5
2.1.5. Línea de investigación	5
2.2. Fundamentación teórica.....	5
2.2.1. Bosque secundario.....	5
2.2.2. Inventario forestal.....	10
2.2.3. Composición florística.....	15
2.2.4. Índices de diversidad	16
2.2.5. Estructura vertical.....	18
2.2.6. Estructura horizontal.....	19
Capítulo III	
Materiales y Métodos	21
3.1 Características del sitio.....	21

3.1.1. Ubicación Política	21
3.1.2. Ubicación geográfica.....	22
3.1.3. Límites.....	22
3.1.4. Datos climáticos	23
3.2. Materiales, equipos y softwares.....	23
3.2.1. Materiales	23
3.2.2. Equipos	23
3.2.3. Software.....	24
3.3. Metodología.....	24
3.3.1. Delimitación del área de estudio	24
3.3.2. Establecimiento de parcelas	24
3.3.3. Inventario forestal.....	25
3.3.4. Composición florística.....	27
3.3.5. Índices de diversidad	28
3.3.6. Análisis clúster	30
3.3.7. Estructura horizontal.....	30
3.3.8. Estructura vertical.....	33
 Capítulo IV	
Resultados y Discusión.....	34
4.1. Delimitación y establecimiento del área de estudio	34
4.2. Estadística descriptiva de las variables DAP y altura total	34
4.3. Composición florística.....	35
4.3.1. Gremios ecológicos	36
4.4. Índice de diversidad.....	39
4.4.1. Índice dominancia de Simpson.....	39
4.4.2. Índice de biodiversidad de Shannon-Weaver	40

4.4.3. Coeficiente de similitud de Jaccard	41
4.4.4. Índice de equidad de Pielou	42
4.5. Estructura vertical.....	42
4.5.1. Distribución de las especies por altura total del área muestreada según la clasificación de IUFRO.....	42
4.5.2. Distribución vertical continua según la clasificación de IUFRO	44
4.5.3. Distribución altimétrica	44
4.6. Estructura horizontal.....	45
4.6.1. Índice de valor de importancia familiar.....	47
4.6.2. Clases diamétricas del área muestreada.....	48
Capítulo V	
Conclusiones y Recomendaciones	51
5.1. Conclusiones.....	51
5.2. Recomendaciones	51
Referencias bibliográficas	53
Anexos	61
Anexo A: Figuras	62
Anexo B: Tablas	65
Anexo C: Fotografías	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Coordenadas UTM de las parcelas.....	22
Tabla 2 Áreas limítrofes.....	22
Tabla 3 Estadística descriptiva.....	27
Tabla 4 Variables estadísticas del DAP y altura total.....	34
Tabla 5 Composición florística del área muestreada	35
Tabla 6 Índices de diversidad.....	39
Tabla 7 Altura por estratos del área inventariada.....	42
Tabla 8 Distribución de las especies del área muestreada en estratos	43
Tabla 9 Parámetros de diversidad florística	45
Tabla 10 Distribución de las especies en clases diamétricas en el área muestreada.....	48

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Proceso de transición de bosque primario a bosque secundario	6
<i>Figura 2.</i> Fases de un bosque secundario	7
<i>Figura 3.</i> Medición de la altura total, altura comercial y del diámetro de la copa	11
<i>Figura 4.</i> Registro del DAP en diferentes situaciones.....	12
<i>Figura 5.</i> Toma de la altura mediante el método directo	13
<i>Figura 6.</i> Clinómetros e Hipsómetros.....	14
<i>Figura 7.</i> Medición digital de altura	14
<i>Figura 8.</i> Ubicación del área de estudio	21
<i>Figura 9.</i> Dimensión de conglomerado, parcelas y subparcelas.....	25
<i>Figura 10.</i> Codificación de los árboles	26
<i>Figura 11.</i> Gremios ecológicos.....	37
<i>Figura 12.</i> Distribución de los gremios ecológicos en el área de estudio	38
<i>Figura 13.</i> Índice de dominancia de Simpson	39
<i>Figura 14.</i> Índice de Shannon.....	40
<i>Figura 15.</i> Coeficiente de similitud de Jaccard	41
<i>Figura 16.</i> Equidad del índice de Pielou entre parcelas	42
<i>Figura 17.</i> Distribución de los individuos por estratos del bosque	43
<i>Figura 18.</i> Distribución altimétrica en el área de estudio.....	45
<i>Figura 19.</i> Índice de valor de importancia familiar	47
<i>Figura 20.</i> Distribución de las clases diamétricas en el área muestreada.....	50

TITULO: “ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE UN BOSQUE SECUNDARIO EN EL SECTOR NANGULVÍ ALTO, PROVINCIA DE IMBABURA”

Autora: Patricia Noemí Rivadeneira Yépez

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

Año: 2020

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo determinar la estructura y composición florística de un bosque secundario. El estudio se efectuó en el sector de Nangulvi Alto, Provincia de Imbabura. Se realizó un conglomerado con tres parcelas principales y dos parcelas anidadas. En cada parcela se midieron e identificaron todos los árboles ≥ 1 cm de DAP y la altura total de todos individuos muestreados. Se registró 119 individuos, distribuidos en 15 familias, 29 especies y 21 géneros. Las familias más representativas fueron: Lauraceae, Moraceae y Fabaceae. Las especies más importantes fueron: *Delostoma integrifolium*, *Siparuna Lepidota*, *Calliandra pittieri*. La familia Bignoniaceae, con la especie *Delostoma integrifolium*, obtuvo el Índice de Valor de Importancia más alto, seguido de la familia Fabaceae, con la especie *Calliandra pittieri*. El mayor número de especies registradas pertenecen al gremio de Heliofitas es común en este tipo de bosques. El cálculo del índice de Shannon y Simpson de 2,573 y 0,910 respectivamente, indicó que la diversidad es alta. El índice de Jaccard y Pielou alude que en el área de estudio presenta heterogeneidad en la distribución de la densidad de las especies. El mayor número de individuos se registró en la clase diamétrica 1-9,9 cm, esto indica que existe una capacidad de recuperación alta de estructura del bosque.

Palabras claves: Especies arbóreas, diversidad, inventario, gremios ecológicos.

TITLE: “SECONDARY FOREST ESTRUCTION AND FLORISTIC COMPOSITION, IN THE NANGULVI ALTO, IMBABURA PROVINCE”

Author: Patricia Noemí Rivadeneira Yépez

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

Year: 2020

ABSTRACT

The research aimed to determine the floristic structure and composition of a secondary forest. The study was carried out in the Nangulvi Alto sector, Imbabura Province. A conglomerate with three main plots and two nested plots was made. In each plot, all trees ≥ 1 cm DBH and the total height of all sampled individuals were measured and identified. 119 individuals were registered, distributed in 15 families, 29 species and 21 genres. The most representative families were: Lauraceae, Moraceae and Fabaceae. The most important species were: *Delostoma integrifolium*, *Siparuna Lepidota*, *Calliandra pittieri*. The Bignoniaceae family, with the *Delostoma integrifolium* species, obtained the highest Importance Value Index, followed by the Fabaceae family, with the *Calliandra pittieri* species. The largest number of registered species belong to the guild of Heliophytes common in this type of forest. The calculation of the Shannon and Simpson index of 2,573 and 0.910 respectively, indicated that the diversity is high. The Jaccard and Pielou index indicates that in the study area there is heterogeneity in the distribution of the density the species. The greatest number of individuals was recorded in the 1-9.9 cm diameter class, this indicates that there is a high resilience of forest structure.

Key words: Tree species, diversity, inventory, ecological guilds.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En el periodo 2005 – 2010 la deforestación de los bosques primarios a nivel mundial fue 0.14% equivalente a 7 millones de ha/año (FAO, 2016). Mientras tanto, la pérdida de la superficie forestal en Ecuador en el periodo 2008 – 2014 fue de 47 497 ha/año, en Imbabura se registró una disminución de cobertura forestal de 246 ha/año (Ministerio del Ambiente, 2015). Sin embargo, se estima que a nivel mundial que los bosques secundarios cubren 2337 millones de hectáreas, equivalentes al 58% del área forestal mundial (MacDicken *et al.*, 2016).

Si bien las funciones ecológicas de los bosques secundarios no alcanzan a estar a la par de las formaciones primarias, su estructura y composición se modifica en el tiempo hasta alcanzar los niveles de la vegetación original (Merlos *et al.*, 2005). Esto convierte a los bosques secundarios en una opción para la recuperación y restauración de la vegetación y sus funciones ecológicas (Zanini, Bergamin, Machado, Pillar y Müller, 2014).

Intag es una zona con una dinámica social y productiva particular que presenta una evolución a través del tiempo. En un inicio grandes superficies de bosques fueron talados por la necesidad de recursos económicos y la legalización de las tierras. En la actualidad existe preocupación por la conservación de los ecosistemas secundarios. La población es consciente de la importancia de los bosques en el suministro de agua. La microcuenca del río Nangulví presenta una pérdida del 50% del caudal y se refleja en la disminución del 90% de la captación de agua para el consumo humano, para las comunidades de El Cristal y Peñaherrera (León y Salazar, 2011). Pese al interés de la mayoría de la población por conservar los bosques secundarios, existen grupos que apoyan la explotación maderera y la intervención minera que se lleva a cabo a través del Proyecto Minero Llurimagua. Esta problemática social acompañada del desconocimiento de la estructura y composición florística de los bosques secundarios, genera una inminente amenaza en su conservación al limitarse las alternativas de manejo de estos bosques.

La presente investigación tuvo la finalidad de generar información que contribuya a la población en la conservación de los recursos naturales y toma de decisiones sobre el manejo de

los bosques secundarios. Se realizó un análisis de la composición florística, estructura vertical y horizontal del bosque secundario.

1.1 Objetivos

1.1.1. Objetivo General

- Determinar la estructura y composición florística de un bosque secundario en el sector Nangulví alto.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Determinar la diversidad florística de un bosque secundario en el sector Nangulví alto.
- Caracterizar la estructura vertical y horizontal del bosque.

1.2 Preguntas directrices

¿El bosque secundario en el sector Nangulví alto presenta una alta riqueza de especies según los índices de diversidad?

¿Cuáles son las características dasométricas de un bosque secundario en el sector Nangulví alto?

¿Cuál es el estado actual del bosque en función de su estructura horizontal y vertical?

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Fundamentación legal

2.1.1. Constitución de la Republica del Ecuador 2008

Art. 10.- Las personas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos son titulares y gozarán de los derechos garantizados en la Constitución y en los instrumentos internacionales (Asamblea Constituyente del Ecuador, 2008).

La naturaleza será sujeto de aquellos derechos que le reconozca la Constitución

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados (Asamblea Constituyente del Ecuador, 2008).

Art. 71.- La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos (Asamblea Constituyente del Ecuador, 2008).

Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observarán los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda (Asamblea Constituyente del Ecuador, 2008).

El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema (Asamblea Constituyente del Ecuador, 2008).

Art. 72.- La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de Indemnizar a los individuos y colectivos que dependen de los sistemas naturales afectados.

En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas (Asamblea Constituyente del Ecuador, 2008).

73.- El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales (Asamblea Constituyente del Ecuador, 2008).

Se prohíbe la introducción de organismos y material orgánico e inorgánico que puedan alterar de manera definitiva el patrimonio genético nacional (Asamblea Constituyente del Ecuador, 2008).

Art. 74.- Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir. Los servicios ambientales no serán susceptibles de apropiación; su producción, prestación, uso y aprovechamiento serán regulados por el Estado (Asamblea Constituyente del Ecuador, 2008).

Art. 318.- El Estado fortalecerá la gestión y funcionamiento de las iniciativas comunitarias en torno a la gestión del agua y la prestación de los servicios públicos, mediante el incentivo de alianzas entre lo público y comunitario para la prestación de servicios (Asamblea Constituyente del Ecuador, 2008).

2.1.2. Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua

La presente ley pertenece al registro oficial N° 305 en la constitución de la república.

Artículo 14.- Cambio de uso del suelo. El Estado regulará las actividades que puedan afectar la cantidad y calidad del agua, el equilibrio de los ecosistemas en las áreas de protección hídrica que abastecen los sistemas de agua para consumo humano y riego; con base en estudios de impacto ambiental que aseguren la mínima afectación y la restauración de los mencionados ecosistemas (Asamblea Constituyente del Ecuador, 2014).

2.1.3. Código Orgánico Ambiental

Art. 83.- Generación de servicios ambientales. El mantenimiento y regeneración de las funciones ecológicas, así como la dinámica de los ecosistemas naturales o intervenidos, generan servicios ambientales que son indispensables para el sustento de la vida y a su vez producen beneficios directos o indirectos a la población (Ministerio del Ambiente, 2017).

Art. 118.- Restauración ecológica. En las actividades de restauración ecológica de suelos o ecosistemas se priorizará la regeneración natural cuando esta sea posible técnica, económica y socialmente (Ministerio del Ambiente, 2017).

2.1.4. Plan Nacional de Desarrollo 2017 – 2021

Objetivo 3: Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones (Senplades, 2017).

3.1 Precautelar el cuidado del patrimonio natural y la vida humana por sobre el uso y aprovechamiento de los recursos naturales no renovables (Senplades, 2017).

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 (Senplades, 2017).

2.1.5. Línea de investigación

El estudio se enmarca en la línea de investigación de la carrera: Desarrollo agropecuario y forestal sostenible.

2.2. Fundamentación teórica

2.2.1. Bosque secundario

Los bosques secundarios son una sucesión vegetal que se origina luego de la remoción total o parcial de la vegetación primaria, por causas naturales o antrópicas (Wadsworth, 2000). Las formaciones mencionadas presentan una estructura más homogénea y una composición florística menos diversa en relación a la vegetación natural (Lamprecht, 1990). Esta diferencia

obedece al proceso de colonización por parte de las especies efímeras. Los bosques secundarios presentan altas tasas de productividad primaria gracias a su dinámica de rápido crecimiento, por lo que son eficientes sumideros de carbono (Chazdon, 2013).

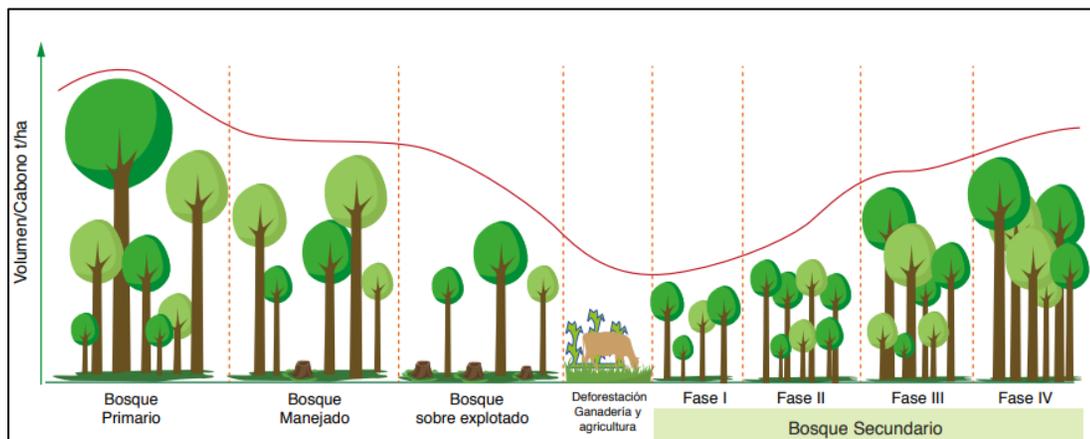


Figura 1. Proceso de transición de bosque primario a bosque secundario

Fuente: CATIE, 2016

2.2.1.1. Caracterización de los bosques secundarios

La restauración de los bosques secundarios después de presentar una perturbación se realiza de manera paulatina y en diferentes etapas (Finegan, 1992). La caracterización de los bosques secundarios se divide en las siguientes fases:

- Fase I

La fase I comienza en los primeros años después del abandono de la tierra. En la primera fase se distingue mayor presencia de especies herbáceas pioneras (hierbas, arbustos y bejucos), además, especies de otros grupos ecológicos (Finegan, 1992). En un inicio de la restauración del bosque secundario dominan especies con menor valor comercial y de crecimiento rápido. A esta fase también se la conoce como charral y puede durar entre 3 a 5 años (Salazar, 2001).

- Fase II

La fase II empieza entre 3 a 15 años y puede durar 10 a 30 años depende de del desarrollo de las especies pioneras de corta duración (Finegan, 1992). Las especies herbáceas pioneras en la fase II declinan, dado que, el dosel de las especies heliófilas crea sombra e incide la eliminación de las especies herbáceas (CATIE, 2016).

Las especies heliófilas efímeras dominan en la fase II. Las especies arbóreas en esta fase presentan mayor distribución, depende de la zona de vida como por ejemplo el género *Cecropia*, *Ochroma* surgirán pronto (Finegan, 1992).

Los raleos de liberación y refinamiento es necesario realizar en esta fase, además de la conservar los árboles semilleros.

- Fase III

La fase III va desde los 12 o 15 años en adelante y puede llegar a durar entre 75 a 100 años. En la tercera fase las especies heliófilas efímeras disminuye y aumenta la presencia de las especies heliófilas durables, incluye especies forestales maderables (CATIE, 2016). En esta fase es importante conservar los árboles semilleros, así como especies protegidas (Finegan, 1992).

- Fase IV

En la fase IV las especies heliófilas durables declina, mientras que las especies esciofitas predominan el área, hasta que exista una nueva perturbación fuerte, lo cual comenzará de nuevo el proceso sucesional (CATIE, 2016).

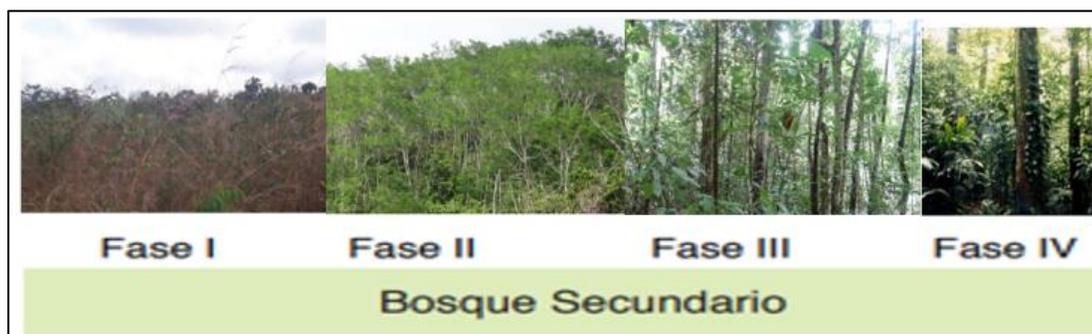


Figura 2. Fases de un bosque secundario
Fuente: CATIE, 2016

2.2.1.2. Gremios de las especies forestales

Las especies forestales se agrupan en diferentes gremios ecológicos tomando en cuenta el comportamiento ecológico análogo de los individuos (Palacios, 2004), siendo el factor ambiental más representativo para la clasificación de las especies el gradiente lumínico (Swaine y Whitmore, 1988). Esencialmente se determinan dos grupos ecológicos: heliófitas y esciófitas con subclasificaciones en los dos grupos (Mostacedo, 2005):

- **Heliófitas Efímeras (HE)**

Las especies heliófitas efímeras son de crecimiento rápido en condiciones favorables de luz debido a que presentan una alta capacidad fotosintética. La especie HE presentar mayor crecimiento en cuanto al follaje, frutos y semillas. Los individuos pertenecientes a este gremio son de vida corta y especies intolerantes a la sombra (Sánchez, Islebe, y Hernández, 2007).

La madera de las especies HE son livianas, suaves y poco resistentes, así, por ejemplo, los géneros de *Cecropia*, *Ochroma*, y *Trema*. La mayoría de las especies presenta limitaciones comerciales o industriales con excepción de *Jacaranda copaia* y *Schizolobium paraybum*. (Lamprecht, 1990).

- **Heliófitas Durables (HD)**

Las especies HD se caracteriza por ser intolerantes a la sombra y de vida más larga. La viabilidad de las semillas de las especies HD es de menor tiempo en comparación a las especies de HE, el tamaño de la semilla varia. En este gremio presenta una dispersión anemófila alta (sin ser más efectiva) (Prieto, 2000). Las plántulas de las especies pertenecientes a este gremio pueden sobrevivir un año bajo sombra.

Las especies HD presenta una madera medianamente liviana a medianamente pesadas (peso específico anhidro de 0,30 kg/m³ a 0,45 kg/m³), siendo interesante en cuanto comercialización e industrialización, por ejemplo, *Cedrela odorata*, *Swietenia macrophylla*, *Apeiba aspera*, *Apeiba Membranaceae*, *Cordia alliodora* entre otras (Lamprecht, 1990).

- **Esciófitas Parciales (EP)**

Las especies esciófitas parciales son tolerantes a la sombra. El crecimiento de las EP generalmente es lento en relación que las heliófitas. Los individuos EP presentan un mayor crecimiento cuando el dosel del bosque ostenta una abertura y las EP son especie de vida más larga. La dispersión de las semillas se realiza a través de animales principalmente mamíferos, corrientes de agua (Sánchez, Islebe, y Hernández, 2007).

La madera de las EP va desde pesadas a muy pesada (peso específico de 0,45 kg/m³ a 0,90 kg/m³), por ejemplo, *Virola spp*, *Carapa guianensis*, *Pentaclethra macroloba*, *Brosimum* entre otras (Lamprecht, 1990).

- **Esciófitas Totales (ET)**

El gremio de las especies ET no es muy amplio. Este grupo se caracteriza por ser tolerante a la sombra, el crecimiento de los individuos no presenta un aumento significativo con la apertura del dosel. Las especies que se encuentran en este gremio, por ejemplo: *Pouteria caimito* y *Minquartia guianensis* (Prieto, 2000).

2.2.1.3. Importancia de los bosques secundario

Los bosques secundarios presentan un papel importante en la conservación del ambiente, se toma en cuenta el aspecto ecológico, social y económico que brindan los bosques secundarios (Smith *et al.*, 1998).

En la parte ecológica los bosques secundarios aportan en la recuperación de áreas degradadas, restauración de la cobertura vegetal, regulación del balance hídrico reduciendo la pérdida de agua por escorrentía (Berry, Guariguata, y Kattan, 2002). Los bosques secundarios son considerados reservorios de carbono atmosférico, debido a que estos ecosistemas acumulan biomasa de manera rápida durante los primeros 20 a 30 años y aporta en la mitigación del cambio climático (Fearnside y Guimarães, 1996). El uso y manejo adecuado de los bosques secundarios, pueden disminuir la presión que se ejerce sobre los bosques primarios (Kammesheidt, 1999).

Por otra parte, los bosques secundarios se consideran una fuente para la obtención de productos forestales no maderables (PFNM), por ejemplo; plantas medicinales, plantas alimenticias, forraje para animales, tintes, fibras, frutos comestibles (Serráo, 1994), también, se utiliza la madera con fines energéticos (leña y carbón) o para construcciones, además los ecosistemas secundarios prestan servicios con fines turísticos (López y García, 2002).

2.2.1.4. Fragmentación de los bosques

La fragmentación de los bosques primarios se atribuye como una de las causas en cuanto a la pérdida de la biodiversidad a nivel mundial (Turner, 1996). Los efectos que se produce, son cambios en cuanto a su composición y estructura a nivel de comunidades, aumento del efecto de borde y número de parches, reducción del tamaño boscoso, conectividad e interviene en diferentes procesos ecológicos, modifica la dinámica de las poblaciones (Echeverría *et al.*, 2006).

Por otro lado, la fragmentación de los bosques provoca el origen de parches remanentes, donde las poblaciones quedan aisladas con inminente riesgo de extinción de especies por la reducción del tamaño y por efecto del borde (Kattan, 2002), debido a diferentes factores como facilidad de dispersión de las especies, adaptación de la especie a paisaje modificado, presencia de nuevos recursos aprovechables, disminución en la conectividad (Schroth *et al.*, 2004).

La fragmentación se puede resumir en tres procesos:

- Pérdida general del hábitat.
- Disminución del tamaño de los fragmentos.
- Aumento de hábitat aislado a medida que nuevos usos de la tierra ocupan el ambiente intervenido.

2.2.2. Inventario forestal

Los inventarios forestales se enfocan en la obtención de información sobre el estado actual, condiciones y extensión de superficies forestales en una determinada área a través de parcelas de muestreo, siendo un punto de inicio primordial dentro la gestión forestal (Chirici, Winter, y McRoberts, 2011). Un inventario forestal proporciona información de características edáficas y de las variables ambientales. Los datos obtenidos pueden ser cualitativos o cuantitativos, permiten comprender y proporcionar respuesta a los cambios que presenta el bosque (Montoya, Albuquerque, Rueda, y Rodríguez, 2010).

Por otra parte, para la planificación y ejecución de los inventarios forestales requiere la aplicación de principios de otras ciencias como; dasometría, dendrología, topografía, cartografía y sistema de información geográfica (Orozco y Brumer, 2002).

La información obtenida debe presentar cinco aspectos (Orozco y Brumer, 2002):

- Localización
- Área de bosque
- Cantidad y calidad de recursos presentes
- Cambios presentes a través del tiempo

2.2.2.1. Unidad de muestreo por conglomerado

El muestreo de unidades por conglomerados en área forestal es más utilizado (Vílchez, 2002). El diseño puede variar en tamaño, dependiendo de las condiciones o necesidad del inventario, además cuenta con subunidades del mismo tamaño. (Mora, 2000). Se debe establecer de manera al azar y las parcelas deben localizar por completo dentro del área de estudio, evitar el efecto de borde y claros (Schlegel, Gayoso, y Guerra, 2000).

Por otra parte, al utilizar un muestreo por conglomerados permite tener un acceso y desplazamiento fácil entre las parcelas, también se puede elegir los vértices teniendo en cuenta las características del sitio (Noble, De Los Santos, Pérez, y Torres, 2013)

2.2.2.2. Variables dasométricas

A través del cálculo de las variables dasométricas como: diámetro a la altura del pecho (DAP), altura total, altura comercial, diámetro de copa permite conocer el estado del bosque y su desarrollo. Con los datos obtenidos de las variables antes mencionadas se puede estimar, el área basal y volumen (Diéguez *et al.*, 2003) como se muestra en la figura 3.

En un inventario forestal es de suma importancia tener en cuenta las variables a medir, de tal forma que la información recabada permita la clasificación y cuantificación de especies forestales y del área del bosque.

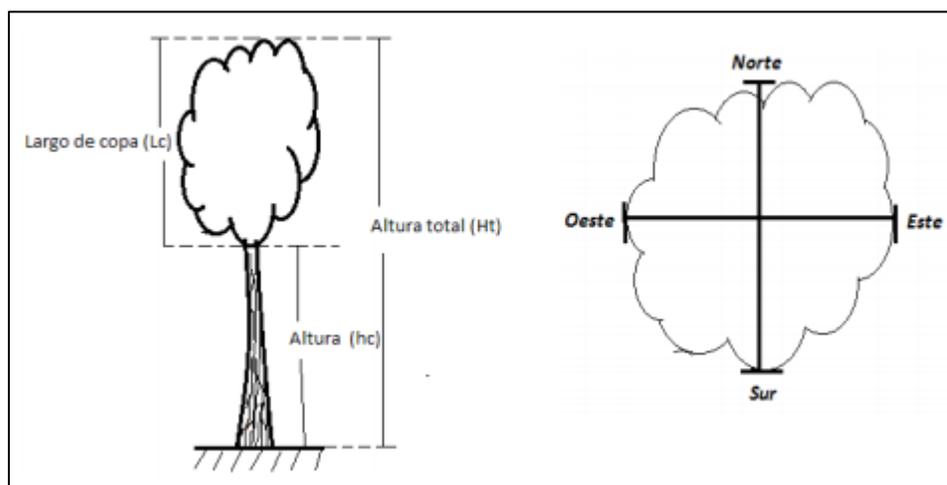


Figura 3. Medición de la altura total, altura comercial y del diámetro de la copa
Fuente: Pérez, Reyes y Ríos, 2017

- **Diámetro a la altura del pecho (DAP)**

El DAP se considera una variable fundamental igual que la altura. La toma del DAP se realiza a 1,30 m sobre el terreno utilizando una cinta métrica, cinta diamétrica o con una forcípula (Diéguez *et al.*, 2003). Es necesario realizar una inspección para descartar que exista lianas, ramas, deformidad, protuberancias en el espacio en donde se medirá (Detlefsen y Somarriba, 2012). Debido a las condiciones que puede presentar el terreno o la posición del árbol es preciso tomar en cuenta la forma como se llevará a cabo la medición como se muestra en la figura 4.

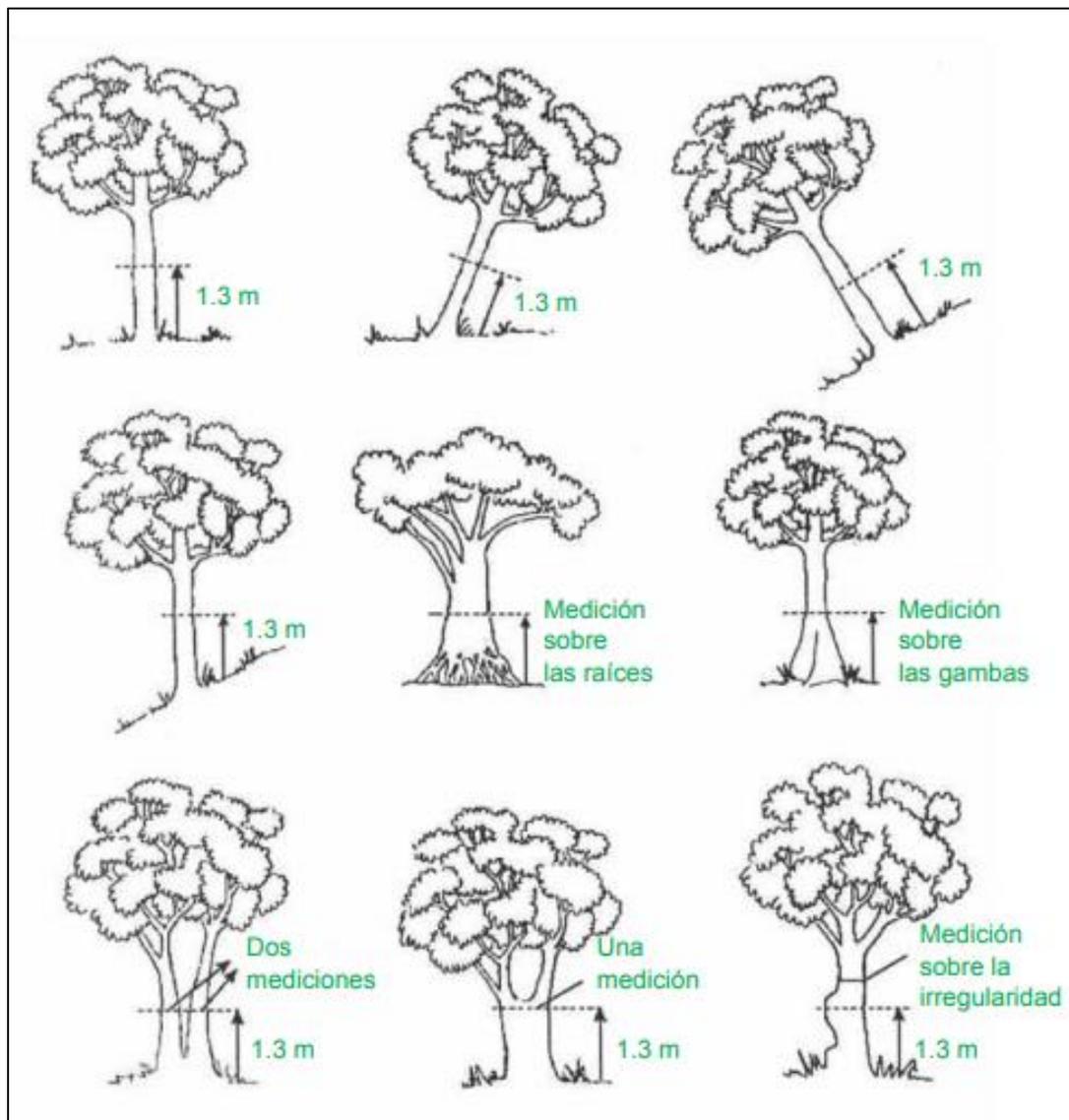


Figura 4. Registro del DAP en diferentes situaciones

Fuente: Camacho, 2000

- **Altura total**

La altura es uno de los parámetros principales a medir dentro de un inventario, puede ser de forma cualitativa o cuantitativa y se llevará a cabo dependiendo del interés deseado. La altura total es la distancia lineal desde la base del árbol hasta el punto más alto de su copa (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

Existen dos métodos para calcular la altura de los árboles:

- a) **Método directo:** Se realiza cuando el instrumento (varas o reglas telescópicas) se encuentra en contacto con el objeto, una de las desventajas al utilizar este método, solo se puede realizar con individuo de bajo tamaño o plántulas (Stockdale, 2008).

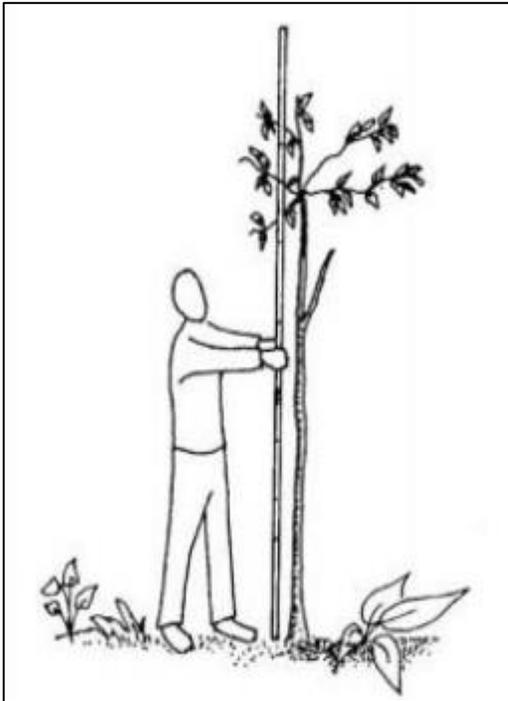


Figura 5. Toma de la altura mediante el método directo

Fuente: Masías, 2017

- b) **Método indirecto:** Para el cálculo de la altura se usan instrumentos basados en principios geométricos o trigonométricos como: hipsómetros de Christen, Merritt, Blume-Leiss, Haga y Clinómetro electrónico Haglof EC II-Dy clinómetro Suunto (Prodan et al. 1997).

- **Área basal**

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

El área basal es un indicador de la fertilidad del sitio, ya que, a través del cálculo de la biomasa permite determinar la capacidad productiva del bosque. Esto depende de la especie, la edad del árbol, puesto que, si es el bosque es joven el área basal es menor (Barra, 2015).

2.2.3. Composición florística

La composición florística presenta una estrecha relación entre la identidad y variedad de elementos en un área determinada, por ende, esta establece por las especies presentes dentro del área, su distribución y fisionomía (Noss, 1990).

Por lo cual, a través de la composición florística se determinará forma de vida, presencia de especies en peligro de extinción, diversidad de individuos, descubrimiento de nuevos taxones (Finegan, 1992). Lo cual, se ve influenciado por diversos factores como: el viento, temperatura, humedad, características físicas y químicas del suelo, presencia de agentes dispersores de semillas (Lozano y Yaguana, 2009).

2.2.3.1. Identificación de especies

“La identificación de un árbol se basa en la combinación de varias características; en general, pocas especies o taxones tienen una característica exclusiva que los identifique” (Palacios, 2016)

Es un proceso en el cual se llega a determinar el grupo taxonómico al que pertenece una especie que no se conoce y que fue descrita por botánicos (Palacios, 2016). La identificación se puede realizar de manera directa en donde se evaluará aspectos generales del árbol como la estructura, corteza, características de hojas, flores y frutos o a través de colecciones botánicas. Adicional debe poseer información del lugar, altitud, características de sitio, características del árbol y fotografías (Rodríguez y Sibille, 1996).

Por otra parte, la identificación de especies se debe emplear un método en el cual permita que las muestras seleccionadas perduren. Los individuos recolectados deben presentar su

etiqueta respectiva, la cual posteriormente facilitara la identificación del espécimen (Salazar, 1967).

Los pasos que se emplean en la recolección de muestras botánicas pueden ser los siguientes:

- Colección del material botánico
- Codificación de los árboles
- Preservación, prensado y secado de los especímenes con hojas, flores o frutos
- Colocación de etiqueta

2.2.4. Índices de diversidad

Los índices de diversidad indican el número de especies en un área determinada. Se componen de puntos principales la riqueza y la equidad. El cálculo se puede realizar a través de diferentes índices, en investigaciones con frecuencia se utiliza el Shannon, Simpson, Jaccard entre otros (Orellana, 2009).

2.2.4.1. Índice de Shannon

El índice de biodiversidad de Shannon-Weaver es el más utilizado, lo cual da a conocer la heterogeneidad de una comunidad teniendo en cuenta dos factores como es: el número de especies existentes y la abundancia relativa (Shannon y Weaver, 1949).

Lo cual, se basa en la posibilidad de hallar una especie determinada en un ecosistema elegido de manera al azar en el área muestreada (Magurran, 2013). Para determinar este índice se debe tomar en cuenta que el muestreo es de forma aleatorio y que las especies deben estar en la muestra (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

Para el cálculo del índice de Shannon se utilizará la ecuación propuesta por Mostacedo y Fredericksen en donde se toma dos variables como es la abundancia relativa y el logaritmo natural (Mostacedo y Fredericksen, 2000). Los datos obtenidos van desde 1,5 a 3,5, en donde 1,5 indica que las comunidades presentan un solo taxón y es menos diverso y valores más cercanos a 3,5 corresponde cuando la comunidad presenta una alta diversidad (Hammer y Harper, 2008).

2.2.4.2. Índice de Simpson

El índice de dominancia de Simpson se fundamenta en parámetros inversos a los de equidad, tomando en cuenta la dominancia de la especie. A través del cálculo el índice permite medir la riqueza de las especies y la biodiversidad de un hábitad, para lo cual utiliza un determinado número de especies y su abundancia relativa (Pielou, 1969). Se basa en la probabilidad de que dos individuos seleccionados de manera al azar en las diferentes parcelas sean los mismos (Zarco, Valdez, Ángeles, y Catillo, 2010).

El resultado del índice de Simpson indica que mientras el valor obtenido se acerque a uno, la diversidad disminuye y aumenta la dominancia. El cálculo de índice se utilizará la ecuación propuesta por Lamprecht en 1990, con las variables número total de individuos de la muestra, el número de individuos de la especie.

2.2.4.3. Índice de equidad de Pielou

A través del índice de Pielou se determina la relación de la diversidad observada, con relación a la diversidad máxima esperada (Moreno, 2001). Los valores van desde 0 a 0.1, mientras que 0.1 refleja situaciones en donde todas las especies son equivalentemente abundantes, lo cual manifiesta cuán uniforme están distribuidos los individuos entre especies (Newman y Unger, 2003).

Se aplicará la ecuación propuesta por Moreno en donde se toma las variables de diversidad y el logaritmo natural.

2.2.4.4. Índice de Jaccard

El coeficiente de similitud de Jaccard, es una expresión inversa a la de diversidad. Indica el grado en donde dos muestras son parecidas por las especies presentes en ellas, permitiendo apreciar cambios entre la composición de los sitios y periodos de muestreo (Moreno, 2001). Presenta una relación entre número de especies simultáneas con el número total de especies exclusivas (Villareal *et al.*, 2006).

Los valores van desde 0, lo que significa que no existe presencia de especies en los dos sitios estudiados y 1 cuando entre los sitios presenta la misma composición de especies (Moreno, 2001).

Por otra parte, el índice de Jaccard pueden ser datos cualitativos (presencia o ausencia) o cuantitativos (abundancia), es utilizado para las comparar comunidades de plantas y determinar si existe presencia o ausencia de una misma especie en dos sitios diferentes (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

2.2.4.5. Índice de valor de importancia (IVI)

El IVI revela la importancia fitosociológica de una especie. Es el más utilizado en el área forestal. En la mayoría se utiliza para clasificar u ordenar comunidades vegetales, además, influye directamente en el carácter y la estructura del ecosistema (Cottam y Curtis, 1956).

Por otro parte el IVI proporcionar datos cuantitativos precisos en un tiempo corto, también, aporta datos para el análisis ecológico como; densidad y biomasa ya sea por especie o por parcela, es necesario tener en cuenta las condiciones edáficas y bioclima (Dávila, 2010).

La interpretación del IVI en diferentes áreas muestreadas permite la comparación, análisis e interpretación ecológicas, en base a las especies más importantes. Este análisis se puede realizar de manera estadística, es necesario tener conocimiento sobre flora (Dávila, 2010). El cálculo se realiza mediante la suma de frecuencia relativa, densidad relativa y dominancia relativa (Guevara, Carrero, Hernández y, Costa, 2001). El valor máximo del índice de valor de importancia es de 300%, se debe a la suma de los valores relativos citados anteriormente (Matteucci y Colma, 1982).

2.2.4.6. Índice de valor de importancia familiar (IVIF)

El índice de valor de importancia familiar indica las familias de árboles más importantes dentro del área de estudio (Matteucci y Colma, 1982). Se obtiene mediante la suma de la diversidad relativa familiar, densidad relativa familiar y dominancia relativa familiar (Romero, Valencia, y Macía, 2001).

2.2.5. Estructura vertical

La estructura vertical de un bosque generalmente se encuentra determinado por estratos, los cuales pueden estar conformados por una especie o varias especies (Monge, 1999). Depende de las condiciones ambientales (temperatura, radiación, viento, concentración de CO₂, evotranspiración, humedad relativa) y de los componentes del área (Wadsworth, 2000).

2.2.6. Estructura horizontal

El comportamiento de las especies y árboles de manera individual se evalúan a través de la estructura horizontal, La estructura horizontal del bosque se basa en el análisis e interpretación de los índices, así como la importancia ecológica del ecosistema. Los parámetros utilizados en el análisis es la densidad del árbol y el área basal (Krebs, 1989).

A su vez, la distribución horizontal del bosque se divide dos estructuras. Las coetáneas, en donde la mayoría de las especies presenta la misma edad o tamaño; y presenta una curva acampanada. Las discetáneas, las especies que conforman el bosque presenta un crecimiento variado en edad y tamaño, representada por una jota invertida (Louman, Quirós, y Nilsson, 2001). Los bosques en edad joven en su mayoría encajan en la estructura coetáneas, mientras que los bosques primarios y bosques secundarios maduros se acoplan a la estructura discetáneas. La estructura horizontal se representa por valores de abundancia relativa, dominancia relativa y frecuencia relativa (Jardim y Hosokawa, 1987).

Lo resultados se expresan mediante histogramas (representación gráfica), que, señalan la relación en la distribución de las especies, expresando la homogeneidad del bosque. Los resultados de la estructura horizontal se pueden realizar mediante patrones de distribución espacial, a través de los modelos matemáticos expresa como se encuentra distribuidos los individuos de una especie en el área del bosque (Alvis, 2009).

2.2.6.1. Abundancia

La abundancia tiene objetivo la identificación de las especies que se encuentran en mayor presencia dentro del bosque de manera cuantitativa. Siendo la representación del número de especies en el área (Sabogal, 1980).

- **Abundancia absoluta**

Según (Sabogal, 1980) manifiesta que la abundancia absoluta es número de individuos por especie.

- **Abundancia relativa**

Mientras que la abundancia relativa indica el porcentaje de cada especie en relación con el total de los árboles de la parcela (Sabogal, 1980).

2.2.6.2. Frecuencia

La frecuencia indica la regularidad de la distribución de las diferentes especies de forma horizontal, por lo tanto, a través de la frecuencia se determina el número de las especies que se encuentra en las diferentes parcelas, también si existe ausencia en una determinada parcela (Melo, 2000).

- **Frecuencia absoluta**

La frecuencia absoluta se referencia de manera porcentual, en donde indica el porcentaje de la presencia de una determinada especie en toda el área (Lamprecht, 1990).

- **Frecuencia relativa**

A través de una suma de las frecuencias absolutas de todas las especies se obtiene la frecuencia relativa de manera porcentual (Lamprecht, 1990).

2.2.6.3. Dominancia

La dominancia presenta una relación con el grado de cobertura de las especies. El cálculo se lo realiza a través de la suma de las proyecciones horizontales de las copas, debido a la complejidad del que presentan los bosques por las diferentes características. El cálculo de dominancia se puede realizar utilizando el cálculo del área basal, ya que presenta una relación lineal entre el diámetro de la copa y el fuste (Tello, 1995).

- **Dominancia absoluta**

La dominancia absoluta se la expresa en metros cuadrados, es la sumatoria del área basal de los individuos de una solo especie en el área específica (Lamprecht, 1990).

- **Dominancia relativa**

Se obtiene a través del cálculo de la dominancia absoluta de una especie en relación al total de dominancias absolutas, se expresa de manera porcentual (Lamprecht, 1990).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Características del sitio

3.1.1. Ubicación Política

La investigación se realizó en los predios del señor Gustavo León, ubicado en la comunidad Nangulví Alto, Parroquia de Peñaherrera, a 59,4 km al noroeste de la cabecera cantonal de Cotacachi como se observa en la Figura 8. El bosque de 30 años aproximadamente se encuentra en las coordenadas geográficas latitud $0^{\circ}20' 21.98''$ N; y longitud $78^{\circ}33'34.99''$ W, a una altitud de 1826 msnm.

Según información provista por el propietario del predio, el uso anterior del bosque era para crianza de ganado y potreros.

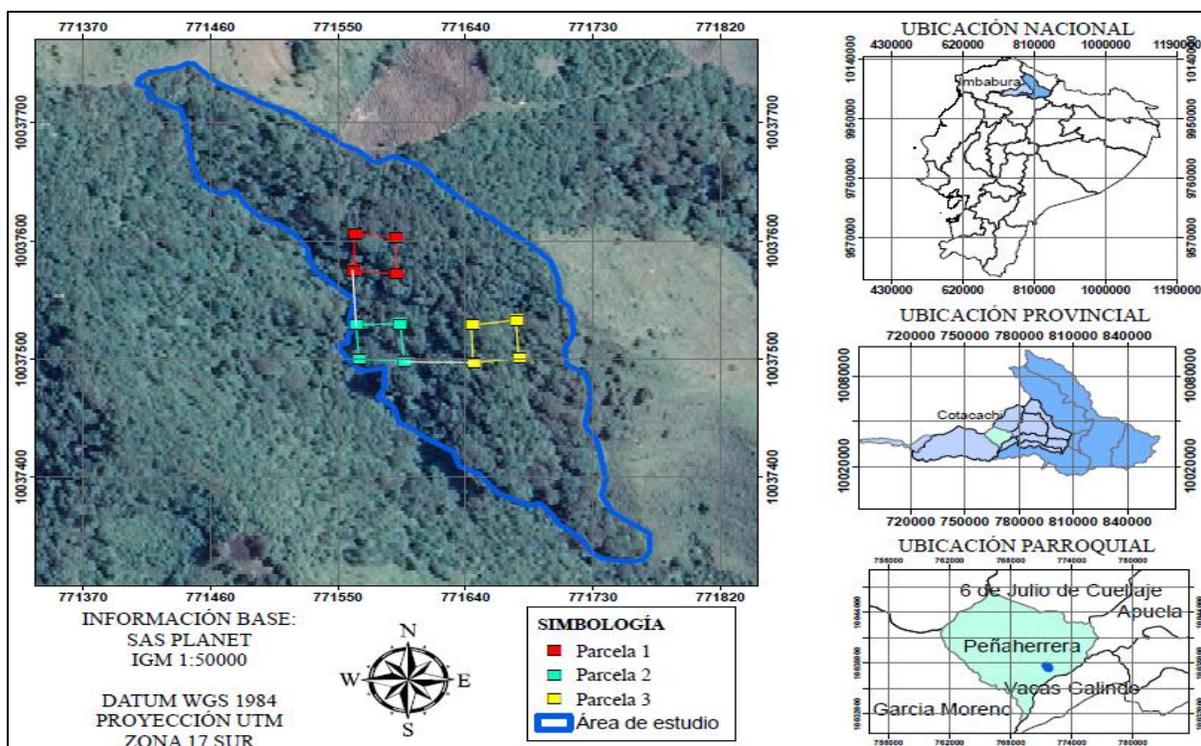


Figura 8. Ubicación del área de estudio

3.1.2. Ubicación geográfica

En el área de investigación se instaló tres parcelas, las cuales se encuentran ubicadas geográficamente en las coordenadas UTM (WGS 1984 UTM Zona 17S) como se observa en la Tabla 1.

Tabla 1

Coordenadas UTM de las parcelas

Número de parcelas	Vértices de las parcelas	Coordenada		Altitud (msnm)
		X	Y	
1	Vértice 1	771561	10037606	1845
	Vértice 2	771561	10037577	
	Vértice 3	771591	10037572	
	Vértice 4	771593	10037603	
2	Vértice 1	771563	10037530	1807
	Vértice 2	771566	10037500	
	Vértice 3	771596	10037499	
	Vértice 4	771593	10037530	
3	Vértice 1	771645	10037529	1815
	Vértice 2	771648	10037498	
	Vértice 3	771677	10037501	
	Vértice 4	771675	10037533	

3.1.3. Límites

Los límites del bosque de 30 años aproximadamente se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2

Áreas limítrofes

Puntos cardinales	Área
Norte	Pastizales
Oeste	Bosque de 18 años aproximadamente
Sur	Cultivo de café
Este	Cultivo de café y cultivo de naranjilla

3.1.4. Datos climáticos

Los datos climáticos se obtuvieron del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial GAD Parroquial Peñaherrera (2015), información secundaria que presenta mayor proximidad geográfica al área de estudio y que se detalla a continuación.

- Temperatura media: 17°C
- Clima: Subtropical
- Precipitación media anual: 1284,6 mm.

3.2. Materiales, equipos y softwares

3.2.1. Materiales

- Piola de diferentes colores.
- Libreta de campo.
- Estacas.
- Periódico.
- Machete.
- Pintura.
- Brochas.
- Marcadores permanentes.
- Tazos.
- Fundas plásticas.
- Hilo nylon.
- Cartón.
- Podadora aérea.
- Tijera de podar.

3.2.2. Equipos

- Computadora.
- GPS eTrex 10.

- Cámara fotográfica LUMIX DC VAR´O.
- Brújula.
- Clinómetro electrónico Haglof EC II-D.
- Cinta métrica EL0850 (50 m).
- Binoculares NIJ.
- Lupa KOHO1.

3.2.3. Software

- ArcGIS 10.3 ®
- Microsoft Excel 2016.
- Microsoft Word 2016.
- Past 3.26
- InfoStat 2017

3.3. Metodología

3.3.1. Delimitación del área de estudio

Para la delimitación del área de estudio se realizó una visita de campo, donde se tomó puntos GPS referenciales del área del bosque. Posteriormente se sobrevoló con un Dron obteniendo imágenes aéreas georreferenciadas con una resolución de 20 megapíxeles. Las imágenes aéreas fueron procesadas mediante el software ArcGIS 10.3 ®. Subsiguientemente se elaboró un polígono alrededor del bosque, para lo cual se utilizó como referencia puntos GPS y las imágenes satelitales mencionadas anteriormente.

3.3.2. Establecimiento de parcelas

Se utilizó una adaptación de la metodología propuesta de la Primera Evaluación Nacional Forestal del Ecuador (ENF) realizado el 2010 (Aguirre *et al.*, 2010). En la ENF utilizó un área mayor de bosques, mientras el área de esta investigación es menor, razón por la cual se modificó el área de las parcelas para obtener datos de acordes al tamaño del bosque en estudio.

Se instaló un conglomerado de tres parcelas en forma de “L”. Las parcelas principales presentan una dimensión de 30 x 30 m con una separación de 50 m entre sí. La dimensión de las subparcelas anidadas es de 10 x 10 m y la subparcela de regeneración con parcela circular de radio de 2,5 m como se observa en la Figura 9.

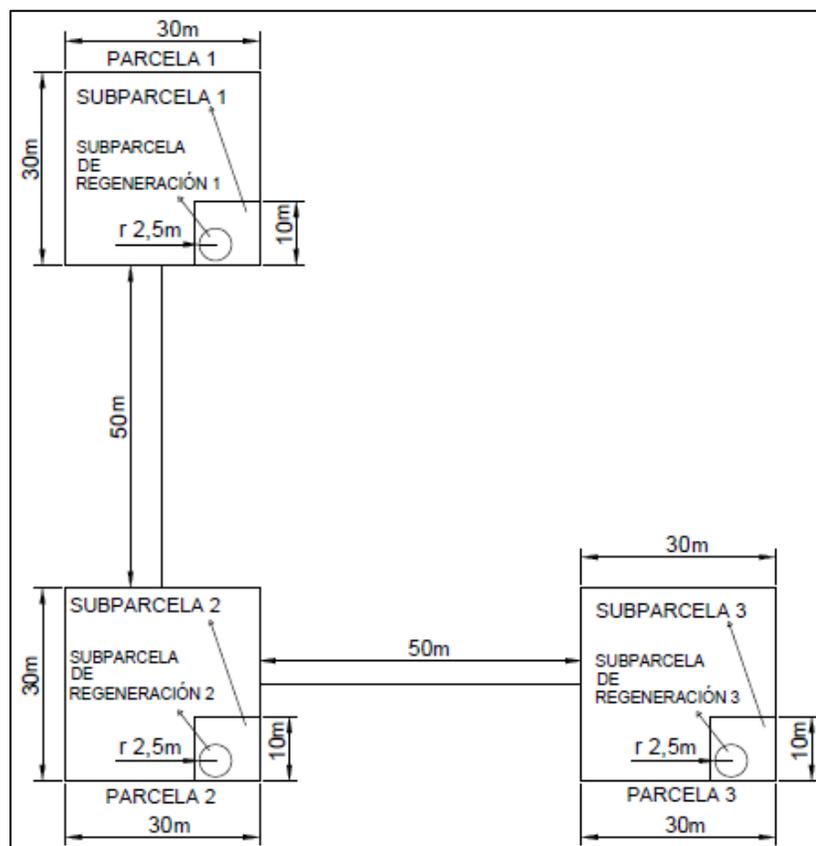


Figura 9. Dimensión de conglomerado, parcelas y subparcelas

3.3.3. Inventario forestal

En el conglomerado ya establecido se realizó un inventario en el cual se midió la altura total y DAP, para este proceso se consideró tres clases diamétricas:

- Parcela (30 x 30 m): árboles con un DAP mayor a 20 cm.
- Subparcela (10 x 10 m): árboles con un DAP entre 10 y 19,99 cm.
- Subparcela de regeneración (r 2,5 m) árboles con un DAP 1 a 9,99 cm (regeneración).

Para la obtención del DAP, se realizó la medición de la circunferencia del fuste a 1,30 m sobre el suelo desde la superficie más baja y utilizando una cinta métrica, posteriormente, se procesó los datos y se aplicó la siguiente ecuación.

$$DAP = \frac{CAP}{\pi} \quad \text{Ec. 1}$$

Donde:

DAP = Diámetro a la altura del pecho (cm).

CAP = Circunferencia a la altura del pecho (cm).

$\pi = 3,141592$ (constante).

La altura total de los árboles se obtuvo mediante la utilización del clinómetro electrónico Haglof EC II-D. Se tomó como referencia dos puntos, el primero la base del árbol el segundo punto la parte más alta del árbol para su posterior cálculo.

Para la codificación de los árboles se utilizó tazos de diferentes colores: amarillo para la parcela principal, rojo para la subparcela y azul para la parcela de regeneración, los cuales contienen la siguiente información como se indica en la Figura 10. Se pintó una línea (mismo color del tazo) alrededor del fuste para identificar la altura en donde se tomó el DAP.

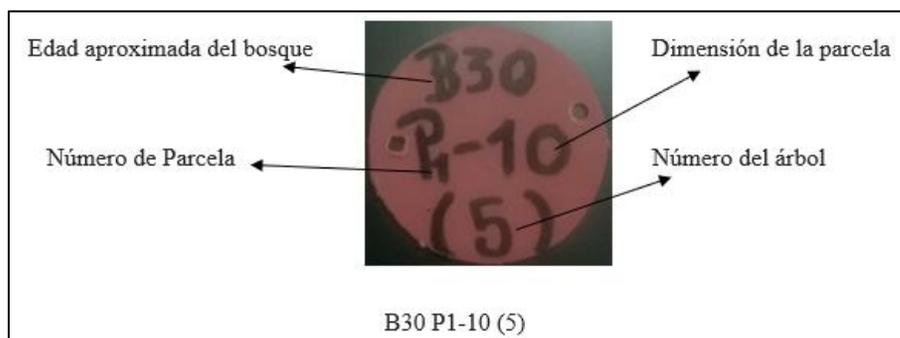


Figura 10. Codificación de los árboles

3.3.3.1. Estadística descriptiva de las variables DAP y altura total

Los datos obtenidos del inventario fueron ingresados en una base de datos en Microsoft Excel 2016, a continuación, se realizó el análisis estadístico utilizando las fórmulas que se observa en la Tabla 3.

Tabla 3*Estadística descriptiva*

Simbología	Estadístico	Fórmula	
S^2	Varianza	$S^2 = \frac{\sum x^2 - (\sum x)^2/n}{n - 1}$	Ec. 2
S	Desviación estándar de la media	$S = \sqrt{S^2}$	Ec. 3
$S\bar{x}$	Error estándar de la media	$S\bar{x} = \sqrt{\frac{S^2}{n}}$	Ec. 4
CV	Coefficiente de variación	$CV = \frac{S}{\bar{x}} * 100$	Ec. 5

3.3.4. Composición florística

3.3.4.1. Reconocimiento taxonómico de los individuos

La composición florística se determinó mediante la identificación de especímenes. Para lo cual se realizó una identificación preliminar de los individuos en campo durante el inventario, tomando en cuenta los siguientes pasos propuestos por (Palacios, 2016):

1. Observación de la arquitectura general del árbol.
2. Determinar el tipo de raíz (tablares, zancudas u otras)
3. Análisis de la corteza externa: lisa, fisurada, exfoliante, presencia de lenticelas.
4. Observar la corteza interna (realizar un pequeño corte), presencia de capas, aspecto, color, olor, sabor (con cautela y nunca tragarlo).
5. Identificación de la forma de la copa.
6. Tipo de hojas: simples, compuestas, olor, margen, glándulas, nerviación, puntuaciones, escamas, pubescencia.
7. Presencia de flores o frutos.
8. Determinación de las especies (preliminar).

Los datos obtenidos se registraron en una hoja de campo. (*ver anexo A3*).

Posteriormente se recolectó una muestra botánica por cada espécimen con su correspondiente información (localidad y datos característicos). Para el almacenamiento de los especímenes en el bosque se utilizó fundas plásticas.

A continuación, se procedió a montar las muestras utilizando cartón y periódico, para ser trasladadas hacia la Universidad Técnica del Norte. Para el secado de los especímenes se utilizó un calentador eléctrico perteneciente a la carrera de Ingeniería Forestal ubicado en la Granja Experimental “Yuyucocha”.

La reconfirmación de los especímenes se realizó en el Herbario de la UTN, del mismo modo las muestras se trasladaron hacia el Herbario Nacional del Ecuador, se contó con la colaboración del Ingeniero Walter Palacios (Dendrólogo), en donde se obtuvo datos de la familia, nombre científico, nombre común, gremio forestal y uso potencial.

3.3.5. Índices de diversidad

Para el cálculo de los índices de diversidad se utilizó el programa Past3 versión libre.

- **Índice de dominancia de Simpson**

El cálculo del índice de dominancia de Simpson se obtuvo aplicando la siguiente ecuación.

$$D = \frac{\sum_{i=1}^S ni (ni - 1)}{N (N - 1)} \quad \text{Ec. 6}$$

Fuente: Moreno, 2001

Donde:

D = índice de Simpson

n = número de individuos de la especie particular.

N= número total de individuos.

- **Índice de equidad de Shannon**

Para el cálculo del índice de equidad de Shannon, se obtuvo mediante la aplicación de la siguiente ecuación.

$$H = - \sum_{i=1}^S (P_i)(\ln P_i) \quad \text{Ec. 7}$$

Fuente: Moreno, 2001

Donde:

H= índice de la diversidad de la especie.

S= número de la especie.

P_i= proporción de la muestra que corresponde a la especie i.

ln= logaritmo natural.

- **Índice de Pielou**

El Índice de equidad de Pielou se obtuvo mediante la aplicación de la siguiente ecuación.

$$E = \frac{H}{\ln(S)} \quad \text{Ec. 8}$$

Fuente: Moreno, 2001

Donde:

E= equidad.

H= diversidad (Shannon).

ln(S)= logaritmo natural del número total de especies existentes dentro de la parcela.

- **Índice de Jaccard**

Para calcular el coeficiente de similitud de Jaccard se aplicó la siguiente ecuación, la cual permitió determinar que en dos áreas muestreada presenta la misma composición de especies o no comparten especies en común.

$$I_j = \frac{c}{a + b - c} \quad \text{Ec. 9}$$

Fuente: Moreno, 2001

Donde:

I_j= Índice de Jaccard.

a= número de especies en el sitio A.

b= número de especies en el sitio B.

c= número de especies similares en ambos sitios.

3.3.6. Análisis clúster

El análisis clúster se realizó para comparar y categorizar las parcelas muestreadas que se establecieron en el bosque secundario, además para el cálculo de los índices de diversidad. La información se procesó mediante el programa Past 3 versión libre.

3.3.7. Estructura horizontal

El cálculo de la estructura horizontal se efectuó mediante la determinación de los parámetros: abundancia, frecuencia, dominancia e Índice de Valor de Importancia e Índice de Valor de Importancia familiar. Los cálculos antes mencionados se realizaron con el software Microsoft Excel 2016.

Primero se calculó primeramente el área basal para lo cual se aplicó la siguiente ecuación.

$$AB = \frac{\pi * DAP^2}{4}$$

Ec. 10

Fuente: CATIE, 2012

Donde:

AB = Área basal.

DAP = Diámetro a la altura del pecho.

$\pi = 3,141592$ (constante).

- **Abundancia**

Para el cálculo de la densidad de individuos en el bosque (abundancia relativa) se utilizó la siguiente ecuación.

$$Ar = \left(\frac{Aa}{At} \right) * 100$$

Ec. 11

Fuente: Cárdenas, 2014

Donde:

Ar= Abundancia relativa.

Aa= Número de individuos por especie en el área muestreada.

At= Número de individuos total en el área muestreada.

- **Frecuencia**

Para el cálculo de la frecuencia absoluta se aplicó la siguiente ecuación.

$$Fa = \frac{Fi}{Ft} \quad \text{Ec. 12}$$

Fuente: Cárdenas, 2014

Donde:

Fa= Frecuencia absoluta.

Fi= Unidades en la que está presente las especies.

Ft= Número total de unidades de muestreo.

Con los datos obtenidos de la frecuencia absoluta se procedió a calcular la frecuencia relativa y se aplicó la siguiente ecuación.

$$Fr = \left(\frac{Fa}{Ft} \right) * 100 \quad \text{Ec. 13}$$

Fuente: Cárdenas, 2014

Donde:

Fr= Frecuencia relativa.

Fa= Frecuencia absoluta.

Ft= Suma de las frecuencias absolutas.

- **Dominancia**

Para el cálculo de la dominancia absoluta se aplicó la siguiente ecuación.

$$Da = \frac{Di}{Dt} \quad \text{Ec. 14}$$

Fuente: Cárdenas, 2014

Donde:

Da= Dominancia absoluta.

Di= Área basal en m² de la misma especie.

Dt= Área basal en m² de todas las especies.

Posteriormente se calculó de la dominancia relativa y se aplicó la siguiente ecuación.

$$Dr = \left(\frac{Da}{Dt} \right) * 100 \quad \text{Ec. 15}$$

Fuente: Cárdenas, 2014

Donde:

Dr= Dominancia relativa.

Da= Dominancia absoluta de cada especie.

Dt= Dominancia absoluta de todas las especies.

- **Índice de valor de importancia**

Para el cálculo del Índice de Valor de Importancia (IVI) aplicó la siguiente ecuación.

$$IVI = Ar + Fr + Dr \quad \text{Ec. 16}$$

Fuente: Cárdenas, 2014

Donde:

IVI= Índice de Valor de Importancia.

Ar= Abundancia relativa.

Fr= Frecuencia relativa.

Dr= Dominancia relativa.

- **Índice de valor de importancia familiar**

A continuación, se obtuvo el Índice de Valor de Importancia Familiar aplicando la siguiente ecuación.

$$IVIF = ArF + FrF + DrF$$

Ec. 17

Fuente: Cárdenas, 2014

Donde:

IVIF= Índice de Valor de Importancia Familiar.

ArF= Abundancia relativa familiar.

FrF= Frecuencia relativa familiar.

DrF= Dominancia relativa familiar.

3.3.8. Estructura vertical

Para el cálculo de la estructura vertical se registró la altura total de los árboles inventariados, mediante el uso del clinómetro electrónico Haglof EC II-D, la unidad de medida fue en metros. Los datos obtenidos se analizaron por clases altimétricas en una hoja electrónica de Excel 2016 en donde se clasificó en tres estratos según la metodología propuesta por Lamprecht, (1990), como se indica a continuación:

- Piso superior: Se registró arboles con una altura $> 2/3$ de la altura total de los árboles.
- Piso medio: Se estableció arboles con una altura entre $2/3$ y $1/3$ de la altura total de los árboles.
- Piso inferior: Se registró a los individuos con una altura $< 1/3$ de la altura total de los árboles.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Delimitación y establecimiento del área de estudio

El área total del bosque en estudio fue de 4,97 ha, mientras el área de las parcelas fue de 900 m². En la investigación de Aguirre *et al*, 2010 se utilizó parcelas de 3,600 m² y 2,400 m² y el área de los bosques superaban las 104 572,17 ha, por lo cual en esta investigación se modificó el tamaño de las parcelas para obtener datos de acuerdo a las condiciones del bosque.

En la investigación se utilizó el muestreo por conglomerados, debido al fácil de acceso y desplazamiento entre las parcelas, además de poder elegir los vértices dependiendo de las características del sitio, en el estudio realizado por Aguirre *et al*, (2010) y en la investigación de Noble, De los Santos, Pérez, y Torres, (2013), coinciden que es muy factible utilizar este tipo de muestreo por la facilidad a la hora de tomar los datos.

Según el sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental, el bosque secundario en estudio se lo cataloga como Bosque siempreverde montano bajo de la Cordillera Occidental de los Andes (Ministerio del Ambiente, 2013) (*ver anexo A2*).

4.2. Estadística descriptiva de las variables DAP y altura total

En el área de estudio se obtuvo un promedio para la variable DAP de 0,22 cm y para la variable altura total un promedio de 9,62 m. Los resultados obtenidos para el coeficiente de variación fue valores altos como se muestra en la Tabla 4, lo que indica que existe heterogeneidad en el área de estudio.

Tabla 4

Variables estadísticas del DAP y altura total

Estadístico	Variables	
	HT	DAP
Media (m)	9,62	0,22
Desviación estándar	3,93	0,14
Error estándar	0,36	0,01
Coefficiente de variación	40,82%	61,09%

DAP: Diámetro a la altura del pecho HT: Altura total

En la investigación de Fuel, (2020) en un bosque secundario de 18 años aproximadamente, el coeficientes de variación para la variable DAP fue de 93,50% y para la variable altura total fue de 66,21%, mientras en la investigación Guerrero y Imbaquingo, (2020) en un bosque secundario de 50 años aproximadamente registro valores del coeficiente de variación de para la variable altura total de 55,35% y para la variable DAP de 66,27%, valores diferentes a la de esta investigación en características similares, esta diferencia se debe a la estructura y diferentes edades de los bosques, cabe mencionar que los resultados anteriormente mencionados son datos sin publicar ya que se encuentran dentro del mismo proyecto de investigación.

4.3. Composición florística

En el área de estudio, se identificó 119 individuos, distribuidos en 15 familias, 29 especies y 21 géneros. Las familias con mayor número de especies fue Fabaceae, Moraceae, Rubiaceae, Myrtaceae y Lauraceae como se observa en la Tabla 5.

Tabla 5

Composición florística del área muestreada

Familias	Especies	E%	Género	G%	Individuos	I%
Fabaceae	3	10,34	2	9,52	26	21,85
Moraceae	5	17,24	1	4,76	9	7,56
Lauraceae	2	6,90	2	9,52	6	5,04
Myrtaceae	3	10,34	2	9,52	6	5,04
Rubiaceae	3	10,34	3	14,29	6	5,04
Otras 10 familias	13	44,83	11	52,38	66	55,46
Total, general	29	100	21	100	119	100

E%: Porcentaje de especies G%: Porcentaje de género I%: Porcentaje de individuos

La distribución de las familias en género y especies es similar, por otra parte, si existe una diferencia en el número de individuos por familia en esta investigación.

En el estudio realizado por el MAE, (2013) sobre Estadísticas de patrimonio natural, registra un mayor número de especies endémicas, alrededor de 265 especies las cuales se ven reflejadas en la investigación ya que las especies pertenecen a las familias Fabaceae, Moraceae y Lauraceae se registran en esta investigación.

En la investigación realizada por Finegan, (1996) sobre Patrón y proceso en bosques secundarios, menciona que la familia Fabaceae es representante típica de los bosques secundarios. Lo que concuerda con la investigación de Gentry, (1988), sobre cambios en la diversidad, alude que los bosques son dominados por pequeños grupos de familia Fabaceae. Alrededor del mundo existe aproximadamente 730 géneros y 19 400 especies (Stevens, 2009).

En la investigación de Mostacedo y Fredericksen, (2001) acerca de regeneración natural en Bolivia, las familias más importantes que registraron fueron Fabaceae, Lauraceae, Melastomataceae, Sapotaceae y Rubiaceae, las cuales presenta similaridad con las familias más representativas en esta investigación. Mostacedo y Fredericksen, (2001) señala que los bosques secundarios al presentan las familias antes mencionadas tiende a presentar patrones de recuperación y heterogeneidad.

4.3.1. Gremios ecológicos

Tomando en cuenta los resultados del inventario realizado se identificaron cuatro gremios ecológicos en las que se encuentran ubicadas las 119 especies. Los gremios identificados fueron Heliófitas Efímeras (HE), Heliófitas Durables (HD), Esciófitas Parciales (EP) y Esciófitas Totales (ET).

En base a los resultados obtenidos como se muestra en la Figura 11 las especies más predominantes son las pertenecientes al gremio de Heliófitas Durables.

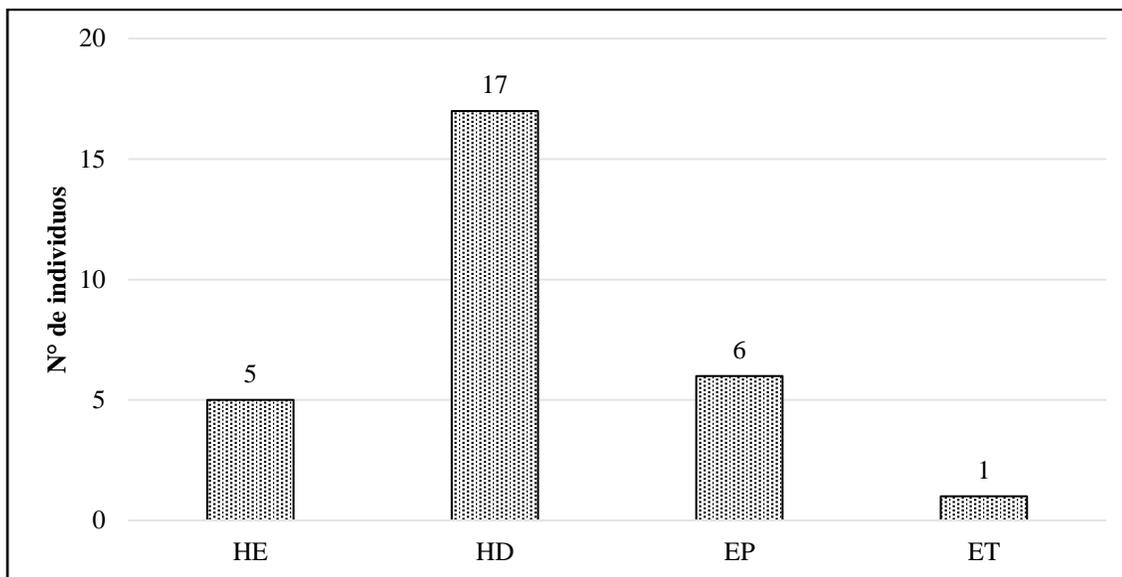


Figura 11. Gremios ecológicos
 HE: Heliófitas Efímeras; HD: Heliófitas Durables EP: Esciófitas Parciales ET: Esciófitas Totales

En la investigación de Hartshorn, (1980) sobre la dinámica de los bosques en América, obtuvo el mayor número de especies pertenecientes al gremio HD, lo cual coincide con esta investigación. Hartshorn, (1980) menciona que las especies HD requieren necesariamente claros para su desarrollo, por lo que en los bosques secundarios es común encontrar estas especies.

Las especies pertenecientes al gremio HD son: *Beilschmiedia costaricensis*, *Calliandra pittieri*, *Delostoma integrifolium*, *Dendropanax arboreus*, *Elaeagia utilis*, *Ficus citriofolia*, *Ficus dulciaria*, *Ficus gigantosyce*, *Ficus schippii*, *Ficus tonduzii*, *Hyeronima macrocarpa*, *Inga punctata*, *Meliosma frondosa*, *Miconia kraenzlinii* *Prunus herthae*, *Siparuna lepidota*, *Symplocos jacq*. Las especies antes mencionadas presenta características similares a las que menciona Hartshorn, (1980), ya se puede identificar en fases iniciales hasta las fases maduras. En este grupo se encuentran las especies que se adaptaron de mejor manera al cambio de uso de suelo que sufrió el bosque.

En el estudio de Sánchez *et al.*, (2007) sobre caracterización de gremios ecológicos, alude que las especies pertenecientes al grupo HE, se desarrollan en claros grandes, por la cual su vida es relativamente corta, registrando un menor número de individuos en el piso inferior. Mientras las especies registradas en esta investigación como *Cecropia máxima*, *Palicourea amehystina*, *Piper fuliginosum*, *Piper trianaeopiper* y *Urera simplez* se localizó solo en el piso inferior.

En la investigación de Salazar, (2001) sobre estructura de dos bosques secundarios en Costa Rica, registro un número inferior de las especies pertenecientes al gremio de Esciófitas Parciales, por lo cual señala, que especies EP requieren alto grado de luminosidad para su desarrollo. Los individuos pertenecientes al grupo de EP se ubican mejor en los estratos intermedios. Las especies registradas en el gremio de EP fueron *Cinnamomum triplinerve*, *Inga oerstediana*, *Meliosma novogranatensis*, *Myrcia sp*, *Myrcia splendens* y *Myrcianthes orthostemom*.

Se realizó un mapa sobre gremios ecológicos como se observa en la Figura 12, para determinar el potencial que presenta el área de estudio, se obtuvo como resultado que en el bosque las especies pertenecientes al grupo de las Heliófitas tienden a desarrollarse de mejor manera lo cual se ve reflejado en el número de individuos que se registró en este gremio ecológico como se observa en la Figura 11.

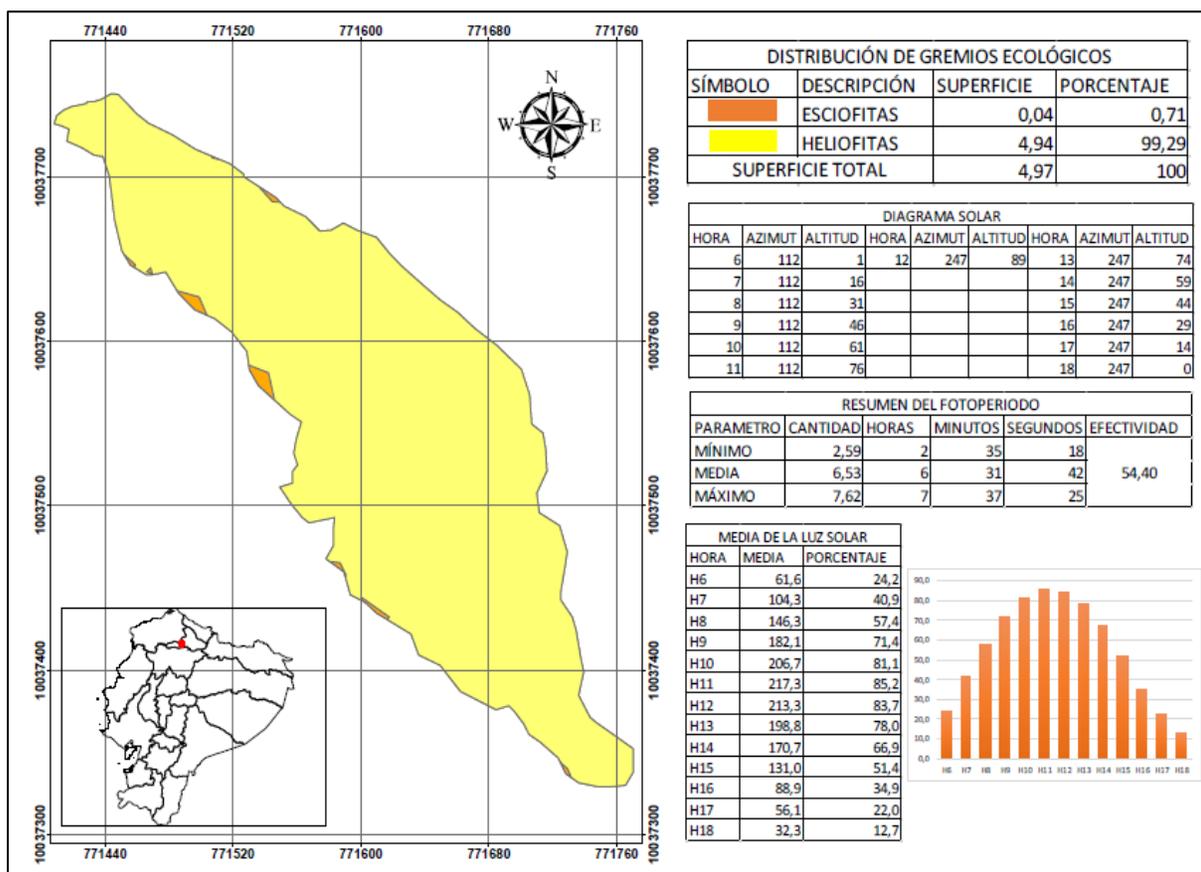


Figura 12. Distribución de los gremios ecológicos en el área de estudio

4.4. Índice de diversidad

De los datos obtenidos en el inventario se calculó los índices de diversidad como: Índice dominancia de Simpson, Índice de biodiversidad de Shannon-Weaver, Coeficiente de similitud de Jaccard y el Índice de equidad de Pielou como se indica en la tabla 6.

Tabla 6

Índices de diversidad.

Índice	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3
Individuos	44	37	38
Dominancia	0,161	0,089	0,139
Simpson	0,838	0,910	0,860
Shannon	2,319	2,573	2,143
Jaccard	0,222	0,286	0,273
Pielou	0,613	0,713	0,589

4.4.1. Índice dominancia de Simpson

Los datos obtenidos del cálculo del índice de dominancia de Simpson, indica que las tres parcelas los valores obtenidos se acercan a 1 como se observa en la Figura 13, indicando que en área de estudio la diversidad se mantiene y no presenta dominancia de las especies.

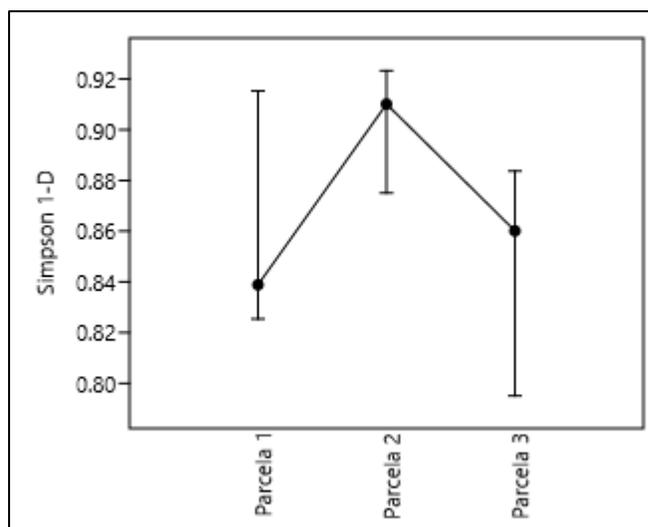


Figura 13. Índice de dominancia de Simpson

En la investigación de Aguirre y Endara, (2016) el índice de dominancia de Simpson fue de 0,95 mientras que en esta investigación se obtuvo un índice promedio de 0,870 a pesar de la variación de los resultados, el bosque se encuentra en un estado de conservación y presenta una diversidad florística alta.

De acuerdo al estudio de López, (2011) se obtuvo un valor del índice de Simpson de 0,120 indicando que en el bosque en estudio presenta una dominancia alta y riqueza del ecosistema se reduce, lo cual no se asemeja a los datos obtenidos, en donde la diversidad se mantiene y no presenta dominancia específica.

4.4.2. Índice de biodiversidad de Shannon-Weaver

Los resultados obtenidos del cálculo del Índice de Shannon-Weaver, indica que la parcela 2 ($H= 2,573$) presenta una mayor diversidad en relación a la parcela 1 ($H= 2,319$) y la parcela 3 ($H= 2,143$) es la que registra menor diversidad como se muestra en la Figura 14.

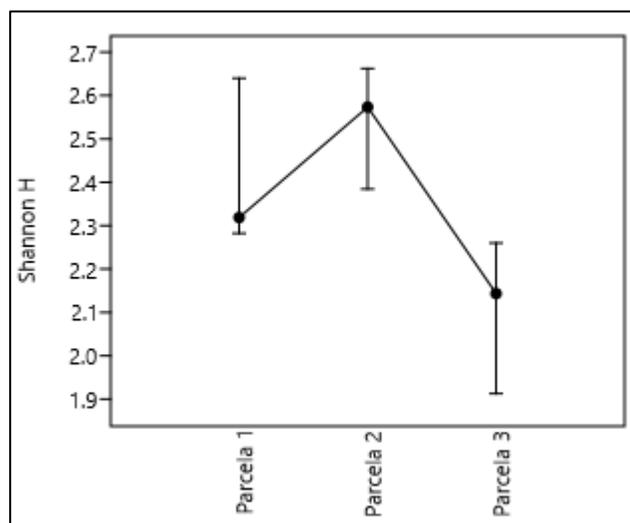


Figura 14. Índice de Shannon

En la investigación realizado por Melo y Vargas, (2003) acerca de evaluación ecológica en ecosistemas boscosos en Colombia obtuvo un valor de $H'=0,97$ lo cual indicó que diversidad de especies es bajo, debido a que se registró mayor número especies pertenecientes a la misma familia, volares que no concuerdan esta investigación ya que se obtuvo valores mayores a $H'=2,143$ indicando que la diversidad en el área de estudio es alta ya que se registró mayor número de especies y familias.

4.4.3. Coeficiente de similitud de Jaccard

El resultado del cálculo del coeficiente de Jaccard indica que la parcela 2 registra el mayor valor con $I_j = 0,286$, seguido de la parcela 3 con $I_j = 0,273$ y la parcela 1 registró el menor valor con $I_j = 0,222$. De los valores obtenidos la parcela 1 y 2 comparten misma composición de especies, sin embargo, no existe una diferencia significativa en las tres parcelas en cuanto a la composición de especies. Como se puede ver en la Figura 15.

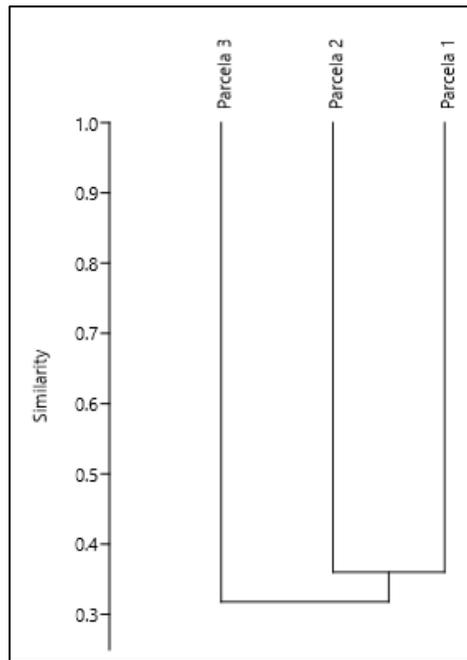


Figura 15. Coeficiente de similitud de Jaccard

En la investigación de Cutire y Ramírez, (2017) obtuvo un valor entre 0,24 a 0,39 en el coeficiente de similitud de Jaccard datos similares con la presente investigación en donde se obtuvo datos entre 0,28 a 0,36 indicando que existe una heterogeneidad ente las áreas estudiadas.

En el estudio de García, Suárez y Daza, (2010) obtuvo un valor inferior a 0,28 de la presente investigación lo cual puede relacionarse con la diferencia ente la altitudinal y características del sitio como, presencia de fuentes hídricas, suelos con pendientes suaves a moderadas, con respecto a las características de la investigación.

4.4.4. Índice de equidad de Pielou

Los datos obtenidos del cálculo del índice de Pielou, indica que en la parcela 2 con un valor de $J'=0,713$ indica que la diversidad es baja, mientras que en la parcela 3 con $J'=0,589$ la diversidad es alta como se muestra en la Figura 16.

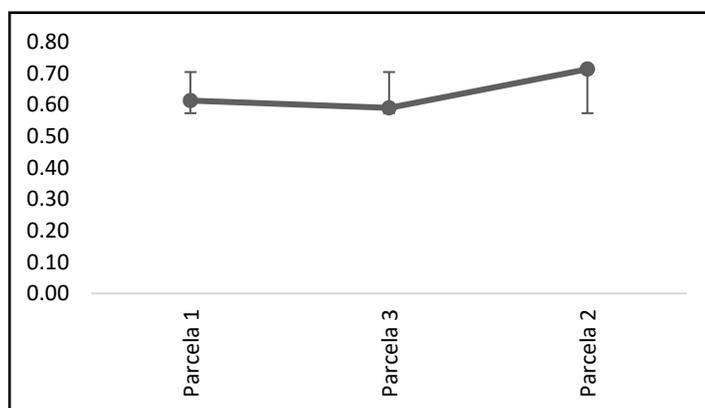


Figura 16. Equidad del índice de Pielou entre parcelas

En el estudio de Sonco, (2013) obtuvo un valor de 0,78 para el índice de Pielou datos similares a los obtenidos, indicando que existe una heterogeneidad en la distribución en la densidad de las especies.

4.5. Estructura vertical

4.5.1. Distribución de las especies por altura total del área muestreada según la clasificación de IUFRO

Los datos obtenidos del inventario forestal registro individuos con una altura máxima de 18m, con el dato antes mencionado se determinó los tres estratos según la clasificación de IUFRO como se observa en la tabla 7.

Tabla 7

Altura por estratos del área inventariada

Estrato	Altura (m)
Piso inferior	$\leq 5,99$
Piso medio	6 - 11,99
Piso superior	≥ 12

En el piso medio se registró el mayor número de individuos como se observa en la Figura 17.

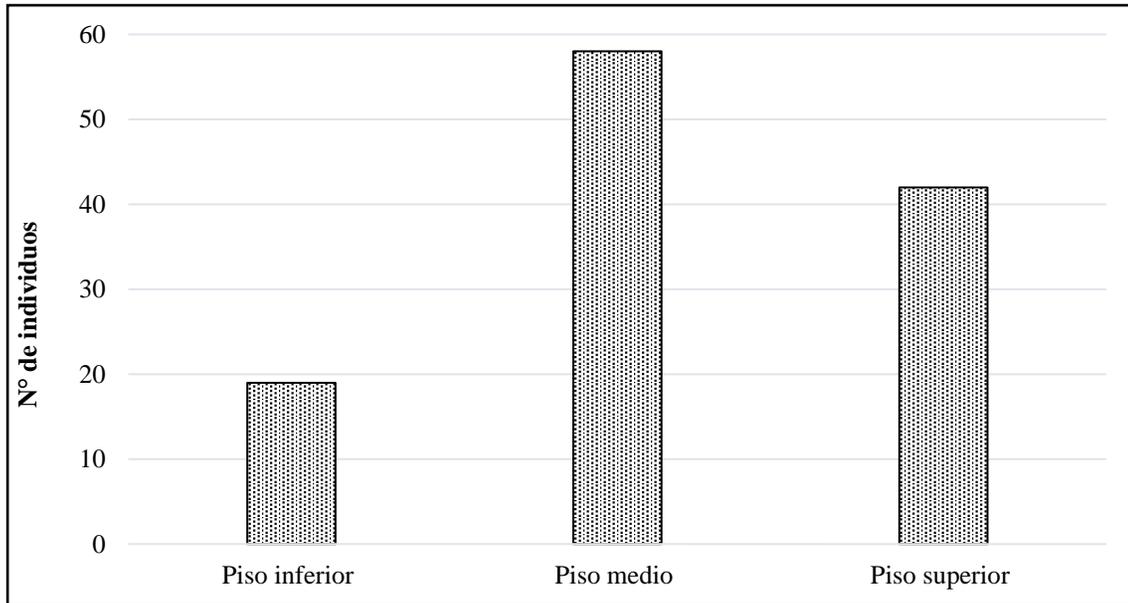


Figura 17. Distribución de los individuos por estratos del bosque

De los datos obtenidos del inventario se registró mayor número de individuos en el piso superior y en el piso medio las especies más representativas fueron *Delostoma integrifolium*, *Calliandra pittieri*, *Inga oerstediana*, *Siparuna lepidota* y *Myrcianthes orthostemom*. El promedio de la altura del piso superior fue de 13,82 m y para el piso intermedio fue de 8,57 m. En el piso inferior se registró que las especies *Piper fuliginosum*, *Palicourea amehystina*, *Myrcianthes orthostemom*, *Piper trianaepiper* y *Hyeronima macrocarpa* son las más representativas, el promedio de la altura es de 3,71 m. En la Tabla 8 se observa la distribución de las especies por pisos.

Tabla 8

Distribución de las especies del área muestreada en estratos

Piso	Especies	N° de individuos
Superior	<i>Delostoma integrifolium</i>	8
	<i>Calliandra pittieri</i>	5
	<i>Inga oerstediana</i>	5
	<i>Siparuna lepidota</i>	5
	<i>Myrcianthes orthostemom</i>	1
	Otras 13 especies	18
	Total, general	42

Continuación Tabla 8

Piso	Especies	N° de individuos
Medio	<i>Siparuna lepidota</i>	13
	<i>Delostoma integrifolium</i>	12
	<i>Calliandra pittieri</i>	7
	<i>Inga oerstediana</i>	6
	<i>Myrcianthes orthostemom</i>	1
	Otras 12 especies	19
	Total, general	58
Inferior	<i>Piper fuliginosum</i>	8
	<i>Palicourea amehystina</i>	3
	<i>Myrcianthes orthostemom</i>	2
	<i>Piper trianaeopiper</i>	2
	<i>Hyeronima macrocarpa</i>	1
	Otras 3 especies	3
	Total, general	19

En la investigación realizada por Galeano, (2002) sobre Estructura, riqueza y composición de plantas leñosas en Colombia, obtuvo que la mayor concentración de especies fue en el piso medio siendo la característica más común en los bosques secundarios, lo que concuerda con los datos obtenidos en esta investigación. Galeano, (2002) menciona que se debe principalmente al requerimiento lumínico que necesitan las especies para su desarrollo.

4.5.2. Distribución vertical continua según la clasificación de IUFRO

La única especie que se registró en los tres pisos fue *Myrcianthes orthostemom* como se observa en la tabla 8. Lamprecht, (1990), menciona cuando una especie se encuentra en los tres pisos tiene un comportamiento de “*especies con distribución vertical continua*”, la especie antes mencionada se adaptó al cambio de uso del suelo que sufrió anteriormente.

4.5.3. Distribución altimétrica

De los datos obtenidos en el inventario forestal se puede observar que conforme avanza las categorías altimétricas presenta un aumento en el número de individuos, llegando al punto máximo en la categoría 10 – 14,99 m, posteriormente se observa un descenso hasta la categoría ≥ 15 como se observa en la Figura 18.

La altura máxima de los árboles censados fue de 18 m, mientras que la menor altura fue de 2 m. Los datos obtenidos de manera general tienden a formar una figura análoga a una campana

de Gauss, presentando el mayor número de individuos en las categorías intermedias, mientras que en categoría de los extremos presenta menor número de individuos.

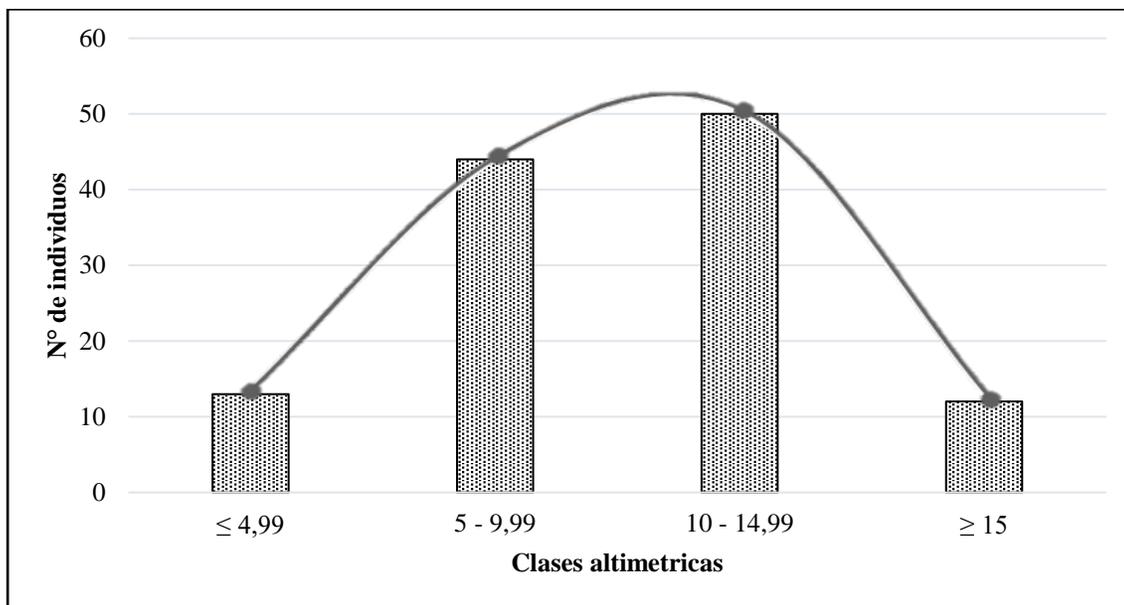


Figura 18. Distribución altimétrica en el área de estudio

En la investigación de Salazar, (2001) sobre estructura y dinámica de bosques secundarios obtuvo el mayor número de individuos en las categorías intermedia, lo cual es similar a los datos obtenidos en esta investigación, esto se debe al dominio de los individuos más abundantes y especies que se encuentran dentro del gremio de las heliófitas.

4.6. Estructura horizontal

A través de los parámetros estructurales como: abundancia, dominancia, frecuencia, índice de valor de importancia e índice de valor de importancia familiar se determinó como se encuentra el bosque de forma horizontal como se observa en la Tabla 9.

Tabla 9

Parámetros de diversidad florística

Nombre científico	Ar%	Fr%	Dr%	IVI 100%
<i>Delostoma integrifolium</i>	16,81	6,82	22,68	15,44
<i>Calliandra pittieri</i>	10,08	6,82	19,66	12,19
<i>Siparuna lepidota</i>	15,13	4,55	11,31	10,33

Continuación Tabla 9

Nombre científico	Ar%	Fr%	Dr%	IVI 100%
<i>Inga oerstediana</i>	9,24	6,82	11,29	9,12
<i>Beilschmiedia costaricensis</i>	4,20	4,55	9,46	6,07
<i>Piper fuliginosum</i>	10,08	4,55	0,35	4,99
<i>Ficus citriofolia</i>	2,52	4,55	3,09	3,39
<i>Miconia kraenzlinii</i>	2,52	4,55	2,84	3,30
<i>Myrcianthes orthostemom</i>	3,36	4,55	1,89	3,27
<i>Inga punctata</i>	2,52	4,55	1,64	2,90
Otras 19 especies	23,5	47,7	15,8	29,0
Total, general	100	100	100	100

Ar%: Abundancia relativa Fr%: Frecuencia relativa Dr%: Dominancia relativa IVI: Índice de valor de importancia

Las especies con mayor peso ecológico en el estudio realizado fueron *Delostoma integrifolium*, *Calliandra pittieri*, *Siparuna lepidota*, *Inga oerstediana*, *Beilschmiedia costaricensis* como se observa en la tabla 9 considerando que las especies antes mencionadas se encuentran distribuidas en las tres parcelas estudiadas, mientras que las especies con menos peso ecológico fueron: *Meliosma frondosa*, *Urera simplez*, *Meliosma novogranatensis* entre otras

Según Gentry, (2009) la distribución de la especie *Delostoma integrifolium* es amplia, se la puede encontrar en los bosques andinos desde Venezuela hasta Perú. Siendo esta especie la que registró valores altos de abundancia con el 16,81 %, a su vez, fue la especie más frecuente con el 6,82 %. Es por esto que al recorrer el bosque estudiado existe una alta probabilidad de ser identificada siendo más dominante con el 22,68%, lo que indica que la especie *Delostoma integrifolium* registro mayores dimensiones diamétricas y una capacidad mayor de adaptarse a diferentes condiciones.

En la investigación de Leython, (2007) sobre morfología de la semilla y anatomía de cinco especies de *Calliandra* en Venezuela, señala que la especie *Calliandra pittieri* se localiza en Ecuador, Colombia y Panamá en los bosques tropicales estacionalmente secos, bosques riparinos y espinosos, arbustales, praderas enselvadas y bosques secundarios. De los datos obtenidos el índice de valor de importancia la especie *Calliandra pittieri* es de 12,19%, igualmente esta especie es una de las más dominantes con el 19,66%, también es una de las especies que frecuentemente se la puede observar en el bosque al igual que la especie *Delostoma integrifolium*

En el estudio de Ibarra *et al.*, (2012) acerca el género *Ficus* en México, menciona que el género *Ficus* es importante por su riqueza de especies, del mismo modo por las interacciones

que presenta con avispas polinizadoras y animales frugívoros, en la investigación se identificó cinco especies de *Ficus*.

4.6.1. Índice de valor de importancia familiar

De acuerdo con los datos obtenidos en el inventario, las familias más importantes fueron Fabaceae, Bignoniaceae y Siparunaceae como se observa en la Figura 19.

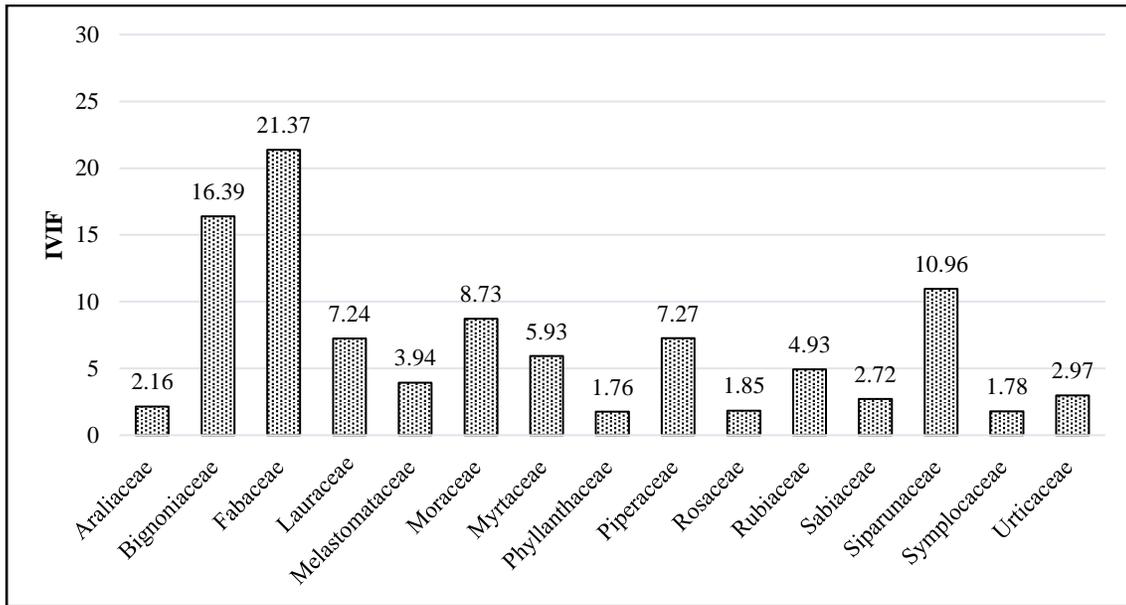


Figura 19. Índice de valor de importancia familiar

En la investigación de Rico, (2001) señala que la distribución de la familia Fabaceae es muy amplia, se puede encontrar en los trópicos y subtrópicos alrededor del mundo, mientras que en las zonas templadas es menos amplia.

Por otra parte, en el estudio realizado por Mendoza *et al.*, (2014) resalta que la familia Fabaceae es importante en la retranslocación de nutriente al bosque por parte de los individuos, registró valores altos de nitrógeno y fósforo foliar lo que indica que, en los bosques secundarios, las especies de la familia Fabaceae son dominantes y son un mecanismo eficaz en la conservación y aportación de nutrientes para el desarrollo de las otras especies.

Stevens, (2008) menciona que la familia Bignonaceae se localiza mayormente en los bosques húmedos, siendo una familia principalmente tropical. La mayor diversidad de la familia Bignonacea se localiza en el norte de América del sur Marbely, (2002).

En el estudio de Pérez y Fonseca, (2006) menciona que la familia Bignonacea es de gran importancia económica, por los beneficios que brindan las especies, también su madera es muy codiciada.

Renner y Hausner, (2005) señalan que la familia Siparunaceae cuenta con 53 a 60 especies y su distribución es a lo largo de América tropical.

Por otra parte, en el estudio de Alvarado y Vigosa, (2016) la familia Siparunaceae es importante a nivel medicinal y económica, sus hojas y frutos son los más utilizados. Algunas especies son maderables.

4.6.2. Clases diamétricas del área muestreada

De los datos obtenidos del inventario en 2 700 m² para la variable DAP, la mayor cantidad de individuos se registró en la clase diamétrica 20 – 29,99 cm, mientras que el menor número de árboles se identificó en la clase diamétrica ≥ 50 cm como se observa en tabla 10.

Tabla 10

Distribución de las especies en clases diamétricas en el área muestreada.

Clase diamétrica	Nombre científico	N° de individuos
$\leq 9,99$	<i>Piper fuliginosum</i>	12
	<i>Palicourea amehystina</i>	3
	<i>Piper trianaepiper</i>	2
	<i>Siparuna lepidota</i>	2
	<i>Ficus schippii</i>	1
	Otras 5 especies	5
	Total, general	25
10 - 19,99	<i>Beilschmiedia costaricensis</i>	1
	<i>Inga oerstediana</i>	4
	<i>Siparuna lepidota</i>	4
	<i>Hyeronima macrocarpa</i>	2
	<i>Ficus dulciaria</i>	1
	Otras 3 especies	3
	Total, general	15
20 - 29,99	<i>Beilschmiedia costaricensis</i>	3
	<i>Delostoma integrifolium</i>	11
	<i>Siparuna lepidota</i>	10
	<i>Calliandra pittieri</i>	5

Continuación Tabla 10

Clase diamétrica	Nombre científico	N° de individuos
	<i>Inga oerstediana</i>	3
	Otras 12 especies	15
	Total, general	47
30 - 39,99	<i>Calliandra pittieri</i>	5
	<i>Delostoma integrifolium</i>	6
	<i>Inga oerstediana</i>	2
	<i>Miconia kraenzlinii</i>	2
	<i>Siparuna lepidota</i>	2
	Otras 6 especies	6
	Total, general	23
40 - 49,99	<i>Delostoma integrifolium</i>	3
	<i>Ficus schippii</i>	1
	<i>Inga oerstediana</i>	1
	Total, general	5
≥ 50	<i>Beilschmiedia costaricensis</i>	1
	<i>Calliandra pittieri</i>	2
	<i>Inga oerstediana</i>	1
	Total, general	4

En el estudio realizado por Redondo *et al.*, (2001) se registró el menor número de individuos en las clases diamétricas medias, lo cual coincide con esta investigación y menciona que estos individuos pueden ser remanentes que se dejó al momento de la eliminación del estrato arbórea para el establecimiento de potreros o ganadería.

La distribución horizontal en el área de estudio indica una “J” invertida, mientras las clases diamétricas aumentan se registra una disminución en el número de individuos en 0,27 ha. La mayor concentración se registra en la clase diamétrica más baja como se observa en la Figura 20.

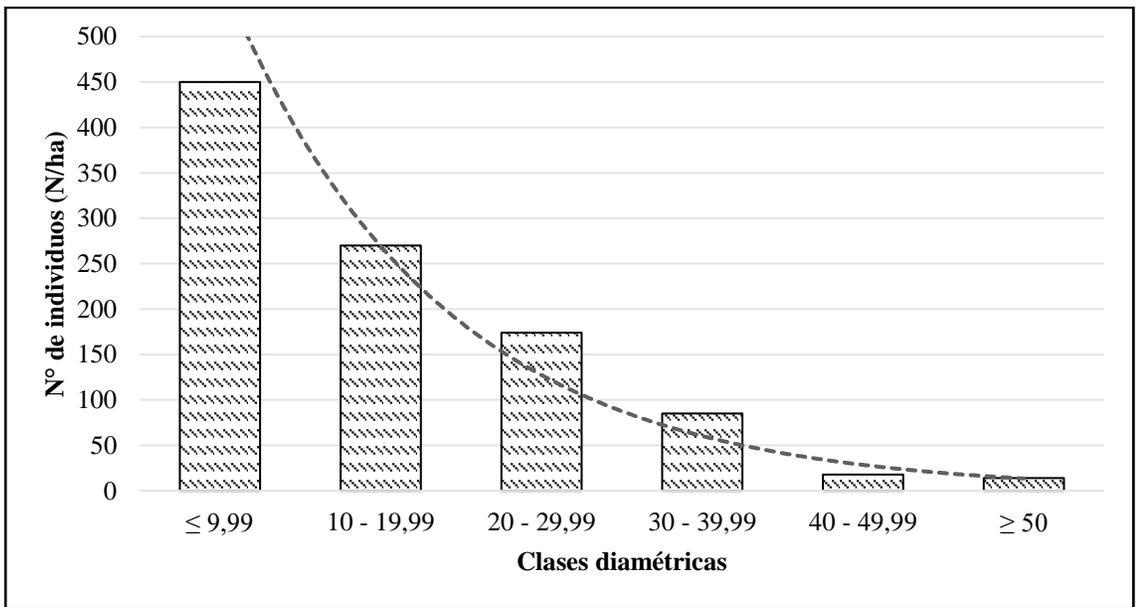


Figura 20. Distribución de las clases diamétricas en el área muestreada

En la investigación realizada por Zamora, (2011) sobre estructura de un bosque transicional, registro mayor número de individuos en la clase más baja y menor número de individuos en la clase más alta, similar a los datos obtenidos en esta investigación, sin embargo, la mayoría de los árboles que se encuentran en la clase más baja no alcanzan grandes altura y diámetros debido al corto periodo de vida de los individuos.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

El bosque estudiado mostró una alta diversidad florística en función a los índices utilizados. Las especies de la familia Fabaceae como: *Inga oerstediana*, *Calliandra pittieri* e *Inga punctata*, fueron las más numerosas dentro del ecosistema. El bosque en estudio presenta un potencial para la conservación de especies forestales y protección de fuentes hídricas.

La regeneración natural de las diferentes especies forestales en el área de estudio es alta, indicando que el bosque en estudio presenta gran desarrollo natural y por ende la diversidad del bosque aumenta.

El área de estudio presenta óptimas condiciones para el desarrollo de especies Heliófitas, indicando el potencial productivo del bosque secundario para el crecimiento de individuos ya sea en estado de regeneración natural o especies maduras.

La distribución vertical en el área estudiada indica que el bosque presenta un equilibrio en el desarrollo de las especies, por lo cual garantiza el desarrollo del ecosistema los individuos con mayor desarrollo fueron: *Beilschmiedia costaricensis*, *Calliandra pittieri* e *Inga oerstediana*, *Siparuna lepidota*.

La distribución horizontal de los individuos en el área de estudio, indica que el bosque secundario es heterogéneo y se encuentra en un estado avanzado de sucesión, de acuerdo a los valores del Índice de Valor de Importancia las especies más importantes fueron *Delostoma integrifolium*, *Calliandra pittieri*, *Siparuna lepidota*, *Inga oerstediana* y *Beilschmiedia costaricensis*.

5.2. Recomendaciones

Realizar investigaciones del impacto que presentan las especies forestales identificadas en el área de estudio en la generación de caudales, ya que dentro del bosque estudiado existe un río que abastece de agua hacia la finca.

Realizar estudios de la misma naturaleza también sobre la distribución de las especies en otros lugares dentro de la zona de Intag con el fin de establecer comparaciones en la formación de los bosques secundario.

Realizar estudios sobre el tiempo que toma a un bosque degradado o deforestado en recuperarse en esta zona.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, X., y Endara, A. (2016). Diversidad de flora vascular del Chocó Andino en el área de Selva Virgen, Ecuador. *Enfoque UTE*, 7(2), 82-96.
- Aguirre, N., Añazco, M., Cueva, K., Ordoñez, L., Pekkarinen, A., Ramirez, C., y Velasco, C. (2010). Metodología para el desarrollar el estudio piloto de la ENF en conformidad con el mecanismo REDD+. *Ministerio del Ambiente del Ecuador, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y UNREDD Programa*.
- Alvarado, L., y Vigosa, J. (2016). FLORA DE GUERRERO.
- Alvis, J. (2009). Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayán. *Biotecnología en el sector Agropecuario y Agroindustrial*.
- Asamblea Constituyente del Ecuador. (2008). Constitución de la República del Ecuador. *Quito: Tribunal Constitucional del Ecuador. Registro oficial Nro, 449*.
- Asamblea Constituyente del Ecuador. (2014). Ley Orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua. In: Quito-Ecuador: Registro Oficial.
- Barra, R. (2015). Rendimiento de volumen comercial rollizo en plantaciones comerciales de Guazuma crinita (Bolaina blanca), Puerto Inca–Huánuco.
- Berry, E., Guariguata, M., y Kattan, G. (2002). Diversidad y endemismo en los bosques neotropicales de bajura. *Ecología y conservación de bosques neotropicales*, 1, 83-96.
- Bravo, P., Lázaro, Y., Reyes, R., y Ríos, C. (2017). Variables dasométricas relacionadas con la productividad de *Acacia mangium* Willd. *Centro Agrícola*, 44(2), 14-21.
- CATIE. (2016). *Definición de bosques secundarios y degradados en centroamerica*. Costa Rica : LMDF.
- 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.
- Chirici, G., Winter, S., y McRoberts, R. (2011). *National forest inventories: contributions to forest biodiversity assessments* (Vol. 20): Springer Science & Business Media.

- Condori , G., y Quispe , J. (2013). Evaluación preliminar de soportabilidad y diversidad de praderas nativas de la comunidad de Challacollo, Llica Potosí. *Revista Científica de Investigación INFO-INIAF*, 1, 57.
- Cottam, G., y Curtis, J. (1956). The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology*, 37(3), 451-460.
- Cutire, L., y Ramirez, L. (2018). CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA DE BOSQUES SECUNDARIOS REGENERADOS EN ÁREAS DEGRADADAS PRODUCTO DE LA ACTIVIDAD AURÍFERA EN LA COMUNIDAD DE TRES ISLAS, MADRE DE DIOS, PERÚ.
- Detlefsen, G., y Somarriba, E. (2012). *Producción de madera en sistemas agroforestales de Centroamérica. Proyecto Finnfor, Bosques y Manejo forestal en América Central*. Retrieved from
- Diéguez, U., Barrio, M., Castedo, F., Ruíz, A., Álvarez, M., Álvarez, J., y Rojo, A. (2003). *Dendrometría*: Editorial Paraninfo.
- Dávila, J. (2010). Consideraciones metodológicas sobre los estudios de comunidades forestales. *La Revista Forestal Venezolana*, 54(1), 77-89.
- Echeverría, C., Coomes, D., Salas, J., Rey, J., Lara, A., y Newton, A. (2006). Rapid deforestation and fragmentation of Chilean temperate forests. *Biological conservation*, 130(4), 481-494.
- 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.
- Fearnside, P., y Guimarães, W. (1996). Carbon uptake by secondary forests in Brazilian Amazonia. *Forest ecology and management*, 80(1-3), 35-46.
- 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 & evolution*, 11(3), 119-124.
- García, C., Suárez, C., y Daza, M. (2010). Estructura y diversidad florística de dos bosques naturales (Buenos Aires, Dpto Cauca, Colombia). *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 8(1), 74-82

- Galeano, G. (2001). Estructura, riqueza y composición de plantas leñosas en el golfo de Tribugá, Chocó, Colombia. *Caldasia*, 213-236.
- Gentry, A. (1988). Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri botanical garden*, 1-34.
- GIS IBERICA S.L. (1999). *G.I.S Ibérica Equipos de precision* . Obtenido de www.gisiberica.com
- Guevara, J., Carrero, O., Hernández, C., y Costa, M. (2001). Recursos fitogenéticos y relaciones florísticas de la flórmula arbórea de las comunidades Forestales en la Estación Experimental Caparo, Estado Barinas. *Trabajo de grado. Maestría en Botánica Agrícola. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela.*
- Hammer, O., y Harper, D. (2008). *Paleontological data analysis*: John Wiley & Sons.
- Hartshorn, G. (1980). Neotropical forest dynamics. *Biotropica*, 23-30.
- Ibarra, G., Cornejo, G., González, N., Piedad, E., y Luna, A. (2012). El género *Ficus* L.(Moraceae) en México. *Botanical Sciences*, 90(4), 389-452.
- Jardim, F., y Hosokawa, R. (1987). Estrutura da floresta equatorial úmida da estação experimental de silvicultura tropical do INPA. *Acta Amazonica*, 17, 411-534.
- Kammesheidt, L. (1999). Forest recovery by root suckers and above-ground sprouts after slash-and-burn agriculture, fire and logging in Paraguay and Venezuela. *Journal of Tropical Ecology*, 15(2), 143-157.
- Kattan, G. (2002). Fragmentación: patrones y mecanismos de extinción de especies. *Ecología y conservación de bosques neotropicales*, 1, 561-582.
- Krebs, C. (1989). *Ecological Methodology*.,(Harper y Row Publishers: New York.). In.
- 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.
- Leon, R., y Salazar , L. (2011). Propuesta de Plan de Manejo de los Recursos Naturales de la Microcuenca del Río Nangulví.

- Leython, S., y Jáuregui, D. (2008). Morfología de la semilla y anatomía de la cubierta seminal de cinco especies de Calliandra (Leguminosae-Mimosoideae) de Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 56(3), 1075-1086.
- Louman, B., Quirós, D., y Nilsson, M. (2001). *Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central* (Vol. 46): CATIE.
- Lozano, y Yaguana, C. (2009). Composición florística, estructura y endemismo del bosque nublado de las reservas naturales: Tapichalaca y Numbala, cantón Palanda, Zamora-Chinchipe.
- López, R., y García, G. (2002). Composición florística y estructural de las especies arbóreas en el bosque seco secundario de la finca " Santa Ana", Nandaime, Nicaragua 2002.
- López, L., Becoche, J., Macías, D., Ruiz, K., Velasco, A., y Pineda, S. (2015). Estructura y composición florística de la reserva forestal-Institución Educativa Cajete, Popayán (Cauca). *Revista Luna Azul*(41), 131-151.
- MacDicken, K., Jonsson, Ö., Piña, L., Maulo, S., Contessa, V., Adikari, Y., D'Annunzio, R. (2016). Evaluación de los recursos forestales mundiales 2015: cómo están cambiando los bosques del mundo?
- Magurran, A. (2013). *Measuring biological diversity*: John Wiley & Sons.
- Matteucci, S., y Colma, A. (1982). Metodología para el estudio de la vegetación.
- Melo, O., y Vargas, R. (2003). Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. *Universidad del Tolima. Ibagué, Colombia*, 235.
- Melo, O. (2000). Evaluación ecológica y silvicultural de los fragmentos de vegetación secundaria, ubicados en áreas de bosque seco tropical en el norte del departamento del Tolima. *Ibagué (Tolima, Colombia). Ibagué, Tolima: Facultad de Ingeniería Forestal, Universidad del Tolima. Informe técnico programa de investigación forestal en ecosistemas con tendencia a la aridez*.
- Mendoza, C., Turrión, B., Aceñolaza, P., Gallardo, J., y Pando, V. (2014). Retranslocación de nutrientes en especies dominantes de bosques del Espinal Mesopotámico (Argentina). *Bosque (Valdivia)*, 35(2), 185-193.
- Merlos, D., Harvey, C., Grijalva, A., Medina, A., Hernández, B., y Vélchez, S. (2005). Vegetation diversity, composition and structure in a cattle agro-landscape of Matiguás, Nicaragua. *Revista de biología tropical*, 53(3-4), 387-414.

- Ministerio del Ambiente. (2017). Registro Oficial Suplemento 983. *Ecuador: Nacional*.
- Ministerio del Ambiente. (2015). Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental. In: Subsecretaría de patrimonio natural Quito.
- 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.
- Montoya, D., Albuquerque, F., Rueda, M., y Rodríguez, M. (2010). Species' response patterns to habitat fragmentation: do trees support the extinction threshold hypothesis? *Oikos*, 119(8), 1335-1343.
- Mora, E. (2000). Algunas consideraciones sobre muestreo. *Revista Geográfica Venezolana*, 41(1), 31-46.
- Moreno, E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. *Zaragoza*, 84(922495), 2.
- Mostacedo, B. (2005). Avances y necesidades de la ecología forestal en Bolivia: Estudios de caso en la Chiquitanía y Amazonía. *Ecología en Bolivia*, 40(2), 1-4.
- Mostacedo, B., y Fredericksen, T. (2000). Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal.
- Mostacedo, B., y Fredericksen, T. (2001). *Regeneración y silvicultura de bosques tropicales en Bolivia: Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR)*.
- Newman, M, y Unger, M. (2003). Environmental contaminants. *Fundamentals of ecotoxicology*. *CRC Press, Boca Raton*, 21-50.
- Noss, R. (1990). Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation biology*, 4(4), 355-364.
- Orellana, J. (2009). Determinación de índices de diversidad florística arbórea en las parcelas permanentes de muestreo del Valle de Sacta. *Facultad de Ciencias Agrícolas, Forestales y Veterinarias. Escuela de Ciencias Forestales. Trabajo elaborado para la obtención del título de técnico superior forestal. Cochabamba-Bolivia: Universidad Mayor de San Simón*, 90.
- Orozco, L., y Brumer, C. (2002). Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central. *Turrialba, Costa Rica*. 264p.
- Palacios, W. (2004). Forest species communities in tropical rain forests of Ecuador. *Lyonia*, 7(1), 33-40.

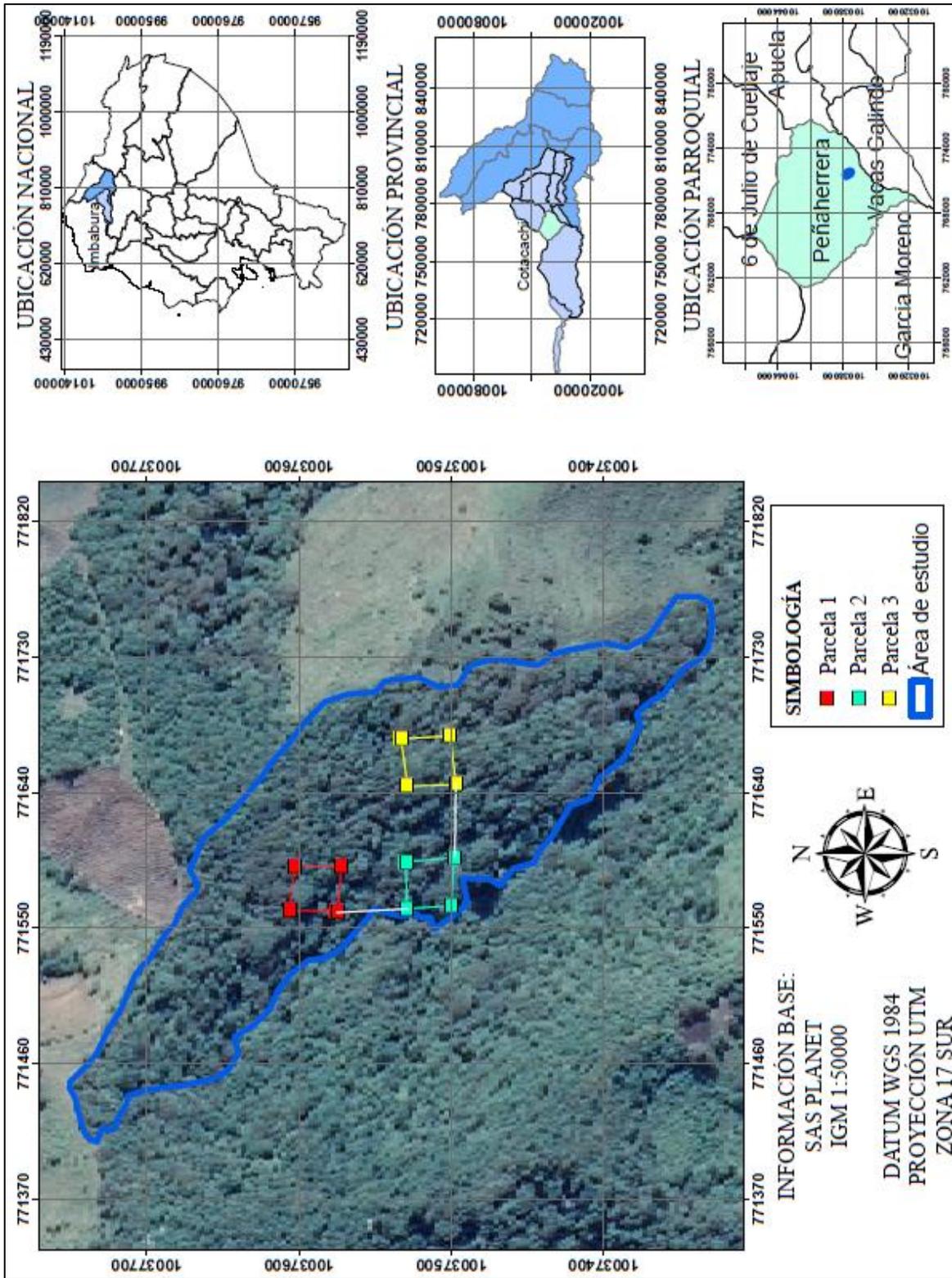
- Palacios, W. (2016). *Árboles del Ecuador*: Editorial UTN.
- Pielou, C. (1969). An introduction to mathematical ecology. *An introduction to mathematical ecology*.
- Prieto, R. (2000). Bases ecológicas para la silvicultura del bosque natural estudio de caso del catival (Prioretum copaiferae). *Colombia forestal*, 6(13), 7-36.
- Renner, S., y Hausner, G. (2005). *Siparunaceae*: New York Botanical Garden.
- Rico, M. (2001, 2001). *El género acacia (leguminosae, mimosoideae) en el Estado de Oaxaca, México (parte A)*.
- Rodriguez , M., y Sibille , A. (1996). Manual de identificación de especies forestales de la subregión andina. *Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), Organización Internacional de las Maderas Tropicales, Lima, Perú*.
- Romero, H., Valencia, R., y Macía, M. (2001). Patrones de diversidad, distribución y rareza de plantas leñosas en el Parque Nacional Yasuní y la Reserva Étnica Huaorani, Amazonía ecuatoriana. *Evaluación de productos forestales no maderables en la Amazonia noroccidental*, 131-162.
- Root, R. (1967). The niche exploitation pattern of the blue-gray gnatcatcher. *Ecological monographs*, 37(4), 317-350.
- Sabogal, M. (1980). Estudios de caracterización ecológico silvicultural del bosque copal Jenaro Herrera (Loreto–Perú).
- Salazar, A. (1967). Métodos de colección de especímenes para herbario y muestras de madera de árboles forestales. *Lima-Perú. Sin edición numerada. Instituto de Investigaciones Forestales-Servicio Forestal y de Caza. Universidad Nacional Agraria-La Molina*.
- Salazar, M. (2001). Estudio de la dinámica y estructura de dos bosques secundarios húmedos tropicales ubicados en la Estación Biológica La Selva, Puerto Viejo de Sarapiquí, Heredia, Costa Rica.
- Schlegel, B., Gayoso, J., y Guerra, J. (2000). *Manual de procedimientos muestreos de biomasa forestal*: Universidad Austral de Chile Valdivia.
- Schroth, G., Harvey, C., da Fonseca, G., Vasconcelos, H., Gascon, C., y Izac, A. (2004). *Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes*: Island Press.
- Senplades, S. N. (2017). Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 Toda una Vida. In: Quito.

- Serráo, E. (1994, 1993). *Technologies and policies for containing deforestation in tropical moist forests: the case of the Amazon*.
- Shannon, C. y Weaver, W. (1949). The mathematical theory of communication. University of Illinois. *Urbana*, 117.
- Smith, J., Mourato, S., Veneklaas, E., Labarta, R., Reategui, K., y Sanchez, G. (1998). Willingness to pay for environmental services among slash-and-burn farmers in the Peruvian Amazon: implications for deforestation and global environmental markets.
- Swaine, M., y Whitmore, T. (1988). On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. *Vegetatio*, 75(1-2), 81-86.
- Sánchez, O., Islebe, G., y Hernández, M. (2007). Flora arbórea y caracterización de gremios ecológicos en distintos estados sucesionales de la selva mediana de Quintana Roo. *Foresta Veracruzana*, 9(2), 17-26.
- Sonco, R. (2013). Estudio de la diversidad alfa y beta en tres localidades de un bosque montano en la Región de Madidi, La Paz-Bolivia.
- Tello, R. (1995). Caracterización Ecológica por el Método de los Sextantes de la Vegetación arbórea de un bosque Tipo Varillal de la Zona de Puerto Almendras. In: Iquitos-Perú.
- Turner, I. (1996). Species loss in fragments of tropical rain forest: a review of the evidence. *Journal of applied Ecology*, 200-209.
- Vargas, W. (2015). Una breve descripción de la vegetación, con especial énfasis en las pioneras intermedias de los bosques secos de La Jagua, en la cuenca alta del río Magdalena en el Huila. *Colombia Forestal*, 18(1), 47-70.
- Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., y Umaña, A. (2006). Métodos para el análisis de datos: una aplicación para resultados provenientes de caracterizaciones de biodiversidad. *Manual de Métodos Para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia*, 185-226.
- Vílchez, L. (2002). *Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central: CATIE*.
- Wadsworth, F. (2000). Producción forestal para América Tropical. Departamento de Agricultura de los EE. UU. Servicio forestal. Manual de Agricultura 710-S. Washington, DC. USA. 563 p. *Rev. Mex. Cien. For*, 2(5).

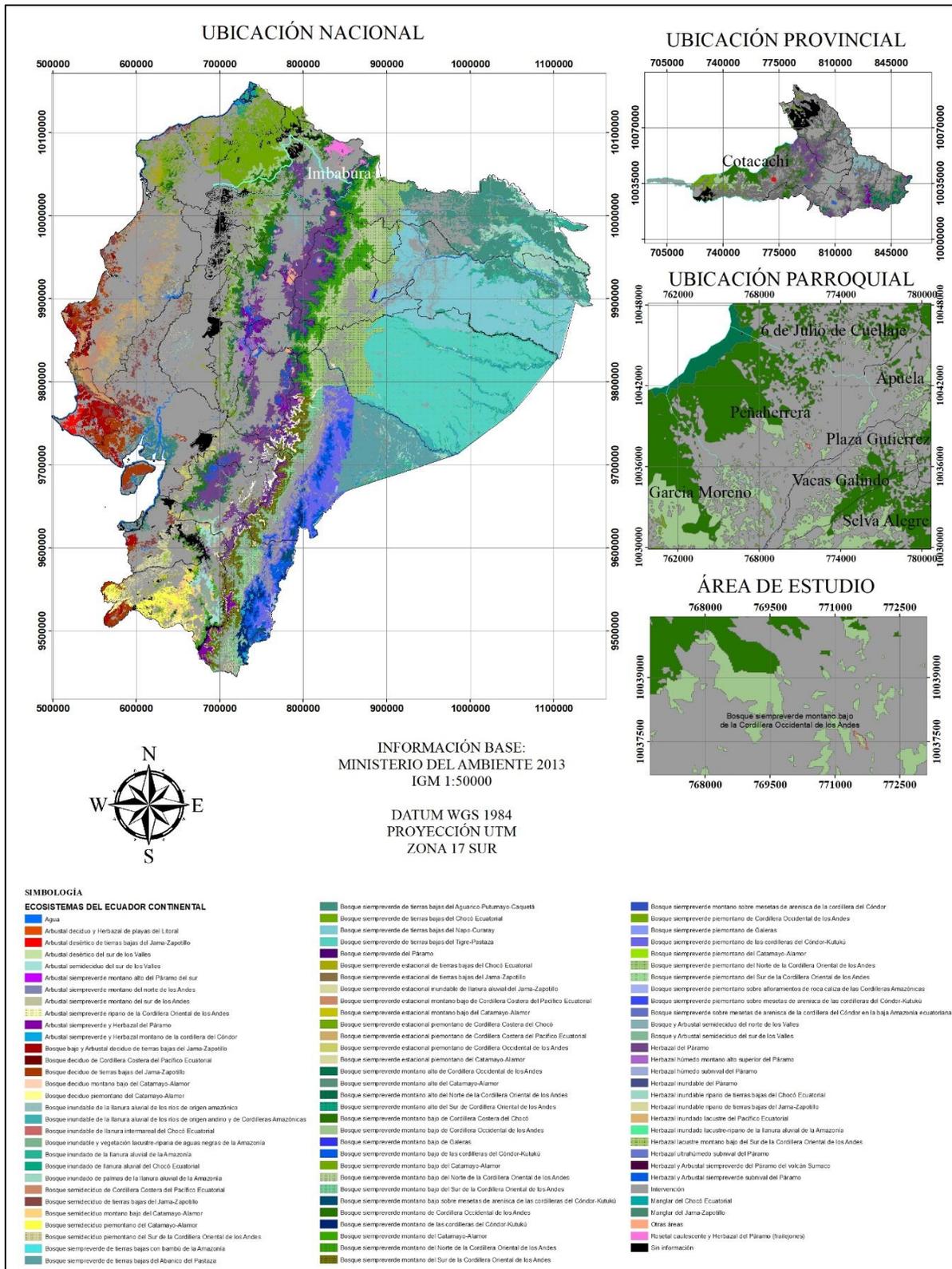
- Zanini, K. Bergamin, R. Machado, R. Pillar, V. y Müller, S. (2014). Atlantic rain forest recovery: successional drivers of floristic and structural patterns of secondary forest in Southern Brazil. *Journal of vegetation science*, 25(4), 1056-1068.
- Zarco, V., Valdez, J., Ángeles, G., y Castillo, O. (2010). Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco. *Universidad y ciencia*, 26(1), 1-17.
- Zamora, M. (2011). Caracterización de la flora y estructura de un bosque transicional húmedo a seco, Miramar, Puntarenas Costa Rica.

ANEXOS

Anexo A: Figuras



Anexo A1. Mapa de ubicación del área de estudio



Anexo A2. Mapa de Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN									
UGAR	Imbabura Cotacachi Zona Intag		EDAD APROXIMADA DEL BOSQUE			MEDICIÓN DE ALTURA		Yora Chalí	
FECHA			COORDENADAS X:		Y:	MEDICIÓN DE DIÁMETRO		Andrés Dueñas	
PARCELA # B30 P1									
# árbol	ESPECIE	Altura		Altura total	CAP	DAP	# RAMAS	# HOJAS / RAMAS	Observaciones
		Vs	Vi						
1	Morus			13 m	87,5				
2	SP1			7 m	66,5				
3	SP1			10 m	74,5				

Anexo A3: Modelo de la hoja de campo

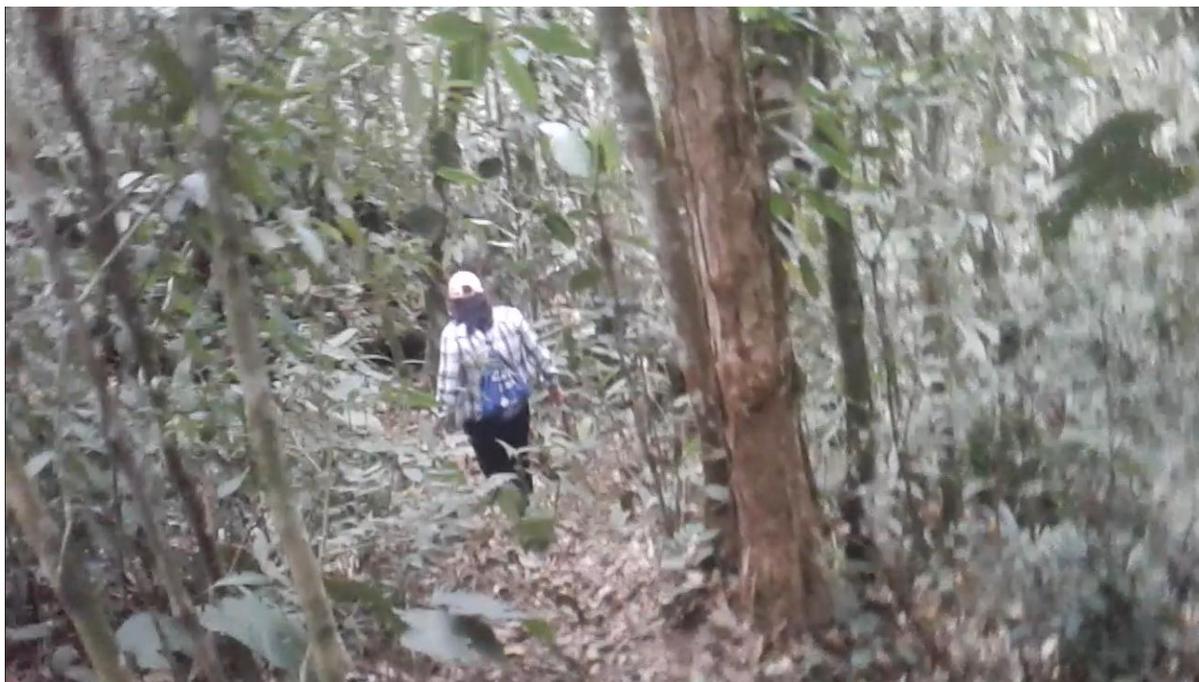
Anexo B: Tablas

Tabla B1

Listado de especies censadas en el área de estudio

Familia	Nombre científico	Nombre común
Fabaceae	<i>Inga oerstediana</i> Benth. Ex Seem	Guaba
	<i>Calliandra pittieri</i> Standl.	Tura
	<i>Inga punctata</i> Willd.	Guabo
Moraceae	<i>Ficus citriofolia</i> Mill.	Higeroncillo
	<i>Ficus dulciaria</i> Dugand.	Higuerón
	<i>Ficus gigantosyce</i> Dugand.	Higeroncillo
	<i>Ficus schippii</i> Standley.	Higeroncillo
	<i>Ficus tonduzii</i> Standl.	Higuerón
Lauraceae	<i>Beilschmiedia costaricensis</i> (Mez & Pittier) C.K. Allen	
	<i>Cinnamomum triplinerve</i> (Ruiz & Pav.) Kosterm.	Aguacatillo
Rubiaceae	<i>Elaeagia utilis</i> (Goud et) Webd.	Lacre
	<i>Cinchona pubescens</i> Vahl.	Cascarilla
	<i>Palicourea amehystina</i> (Ruiz & Pav.)	Cafecillo
Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i> DC	Hoja menuda
	<i>Myrcianthes orthostemom</i> (O. Berg).	Arrayán
	<i>Myrcia</i> sp	Arrayán
Melastomataceae	<i>Miconia kraenzlinii</i> subsp. aequatorialis Wurdack.	Amarillo
Urticaceae	<i>Cecropia maxima</i> Snethl.	Guarumo
	<i>Urera simplez</i> Wedd.	Guasu
Bignoniaceae	<i>Delostoma integrifolium</i> D. Don	Yalomán
Siparunaceae	<i>Siparuna lepidota</i> (Kunth) A.DC	Limoncillo
Piperaceae	<i>Piper fuliginosum</i> Sodirol.	Acuyo
	<i>Piper trianaeopiper</i>	Acuyo
Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	Palo blanco
Phyllanthaceae	<i>Hyeronima macrocarpa</i> Müll. Arg.	Motilón
Rosaceae	<i>Prunus herthae</i> Diels vel sp. aff.	Capulí
Sabiaceae	<i>Meliosma frondosa</i> Cuatrec. & Idrobo	Arenoso
	<i>Meliosma novogranatensis</i> Cuatrec. & Idrobo	Aguacatillo arenoso
Symplocaceae	<i>Symplocos jacq</i>	Hoja blanca

Anexo C: Fotografías



Fotografía 1. Reconocimiento del área de estudio



Fotografía 2. Tomo de puntos GPS del área de estudio



Fotografía 3. Instalación de las parcelas de muestreo



Fotografía 4. Toma de datos de las variables dasométricas



Fotografía 5. Codificación de los árboles



Fotografía 6. Recolección de muestras botánicas



Fotografía 6. Prensado de muestras botánicas



Fotografía 7. Identificación de muestras botánicas

