



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

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

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

### **ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE UN BOSQUE SECUNDARIO EN LA MICROCUENCA MEDIA DEL RÍO NANGULVÍ**

**AUTOR**

MISHEL ANABEL FUEL PUETATE

**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 LA MICROCUENCA MEDIA DEL RÍO NANGULVÍ

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 Avila, 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, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
<b>Cédula de identidad:</b>	0401886049		
<b>Apellidos y nombres:</b>	Fuel Puetate Mishel Anabel		
<b>Dirección:</b>	Panamericana Norte		
<b>Email:</b>	mafuelp@utn.edu.ec		
<b>Teléfono fijo:</b>		<b>TELÉFONO</b>	0979318914
		<b>MÓVIL:</b>	

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE UN BOSQUE SECUNDARIO EN LA MICROCUENCA MEDIA DEL RÍO NANGULVÍ
<b>AUTOR (ES):</b>	Mishel Anabel Fuel Puetate
<b>FECHA: DD/MM/AAAA</b>	05 junio 2020
<b>SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO</b>	
<b>PROGRAMA:</b>	PREGRADO
<b>TITULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniera Forestal
<b>ASESOR /DIRECTOR:</b>	Ing. Jorge Luis Ramírez López, M.Sc.

## 2. CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los 05 días del mes de junio de 2020

### EL AUTOR:



Mishel Anabel Fuel Puetate

C.C.: 040188604-9



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

Yo, Mishel Anabel Fuel Puetate, con cédula de ciudadanía Nro. 040188604-9; manifiesto la voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de titulación denominado **“ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE UN BOSQUE SECUNDARIO EN LA MICROCUENCA MEDIA DEL RÍO NANGULVÍ”**, que ha sido desarrollada 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 autor 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.

.....  
Mishel Anabel Fuel Puetate

C.C.: 040188604-9

Ibarra, 05 de junio del 2020

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

**Guía:** FICAYA - UTN

**Fecha:** 05 de junio del 2020

Mishel Anabel Fuel Puetate: **“ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE UN BOSQUE SECUNDARIO EN LA MICROCUENCA MEDIA DEL RÍO NANGULVÍ”** /Trabajo de titulación. Ingeniera Forestal. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Forestal. Ibarra, 05 de junio del 2020. 76 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 la microcuenca media del río Nangulví. Entre los objetivos específicos se encuentra: caracterizar la diversidad florística del bosque estudiado y determinar la estructura horizontal y analizar la estructura vertical del bosque.

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

**Director de trabajo de titulación**

.....  
Mishel Anabel Fuel Puetate

**Autor**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la Universidad Técnica del Norte, especialmente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Carrera de Ingeniería Forestal, que me acogió y asumió mi formación personal y profesional.

Agradezco al ingeniero Jorge Luis Ramírez López por dirigirme en el trabajo de titulación con paciencia y sabiduría.

Al ingeniero Eduardo Chagna por sus consejos, ser amigo y profesor, y prepararnos al futuro como profesionales.

Al ingeniero Walter Palacios, por ser un maestro excepcional, con vocación, que impartió sus conocimientos sin ninguna afinidad.

A los docentes de la carrera de ingeniería forestal, por compartir sus sapiencias con los alumnos y guiarnos hasta el final de la carrera.

Al propietario del bosque estudiado, economista Gustavo León, por el apoyo brindado de estadía y permitir el ingreso a sus bosques.



## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado a mis padres Gloria Puetate y Oswaldo Fuel, quienes han sido un pilar fundamental en mi vida y con todo su esfuerzo hicieron posible que me realice profesionalmente.

A mis hermanos Leonela y Jimmy Fuel por ser un apoyo constante a lo largo de mis estudios.

A mis amigos, que compartimos muchos momentos amenos y una amistad que permitió ayudarnos a cumplir esta meta.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Págs.
PORTADA.....	1
APROBADO .....	iii
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
CESIÓN DE DERECHOS DEL AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	vi
REGISTRO BIBIOGRÁFICO .....	vii
AGRADECIMIENTO .....	vii
DEDICATORIA.....	ix
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS .....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT .....	xv
INTRODUCCIÓN .....	17
1.1    Objetivos .....	18
1.3.1. General.....	18
1.3.2    Específicos .....	18
1.2    Preguntas directrices .....	18
MARCO TEÓRICO.....	19
2.1. Fundamentación Legal .....	19
2.1.1 Constitución de la República del Ecuador 2008 .....	19
2.1.2 Objetivos del Plan Nacional de Desarrollo (2017-2021).....	20
2.1.3 Código Orgánico del Ambiente.....	21
2.1.4 Línea de investigación .....	21
2.2 Fundamentación teórica.....	22
2.2.1 Bosque secundario .....	22
2.2.2 Composición florística.....	24
2.2.3 Diversidad de especies.....	30

2.2.4 Gremios Ecológicos.....	33
2.2.5 Estructura de los ecosistemas forestales .....	34
MATERIALES Y MÉTODOS.....	37
3.1 Ubicación del área de estudio .....	37
3.1.1. Política .....	37
3.1.2. Geográfica.....	38
3.4 Límites .....	38
3.5 Datos climáticos .....	38
3.6 Materiales, equipos y softwares .....	39
3.6.1 Materiales.....	39
3.6.2 Equipos .....	39
3.6.3 Softwares.....	39
3.7 Metodología .....	40
3.7.1. Delimitación del área de estudio .....	40
3.7.2 Inventario Forestal.....	40
3.7.3. Análisis estadístico .....	43
3.7.4 Análisis de diversidad florística .....	44
3.7.5 Gremios forestales .....	46
3.7.6 Estructura del bosque.....	47
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	49
4.1 Delimitación del área de estudio .....	49
4.2 Levantamiento de datos .....	49
4.3 Análisis estadístico .....	49
4.4 Composición florística del bosque .....	51
4.4.1 Parámetros para la determinación de la composición florística del bosque .....	51
4.4.2. Índices de diversidad .....	53
4.5 Gremios ecológicos en el bosque .....	56
4.6 Estructura del bosque .....	59
4.6.1 Estructura vertical.....	59
4.6.2 Estructura horizontal.....	63

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	69
5.1 Conclusiones.....	69
5.2 Recomendaciones .....	69
Bibliografía.....	70

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Rango de diversidad de Shannon .....	31
Tabla 2 Rango de diversidad de Simpson .....	32
Tabla 3 Características de los gremios ecológicos. ....	33
Tabla 4 Coordenadas de parcelas establecidas .....	38
Tabla 5 Estadística descriptiva .....	43
Tabla 6 Parámetros de diversidad .....	44
Tabla 7 Índices de diversidad .....	45
Tabla 8 Rangos de densidad para gremios forestales .....	47
Tabla 9 Clasificación de estratos de las tres parcelas .....	48
Tabla 10 Individuos por parcela .....	49
Tabla 11 Análisis estadístico .....	50
Tabla 12 Valores de parámetros de las especies más representativas. ....	51
Tabla 13 Especies heliófitas efímeras, heliófitas durables y esciófitas .....	57
Tabla 14 Especies por piso en el bosque.....	60
Tabla 15 Especies y número de individuos por piso y parcela.....	62
Tabla 16 Especies y número de individuos por clase diamétrica en el bosque. ....	64
Tabla 17 Clasificación de número de individuos en las clases diamétricas por parcela.....	66
Tabla 18 Especies y número de individuos por parcela y por clase diamétrica .....	67

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Modelos de distribución espacial de los árboles.....	29
Figura 2. Mapa de ubicación del área de estudio.....	37
Figura 3. Distribución de parcelas .....	41
Figura 4. Codificación de individuos.....	42
Figura 5. Hoja de campo .....	43
Figura 6. Diagrama de puntos de Shannon .....	54
Figura 7. Diagrama de puntos de Simpson .....	55
Figura 8. Mapa de gremios ecológicos .....	56
Figura 9. Estructura vertical .....	59
Figura 10. Perfil vertical del bosque.....	61
Figura 11. Estructura horizontal .....	63

## RESUMEN

El área de bosque primario está disminuyendo y por consecuencia aumenta el área de bosque secundario. En el país la investigación de bosques secundarios es escasa, no se tiene información profunda sobre el potencial ambiental y socioeconómico de estos ecosistemas. Pero los pocos estudios que hay sobre estos ecosistemas han permitido conocer su estructura y composición en las diferentes etapas sucesionales. Por esta razón se realizó una investigación acerca de la estructura y composición florística de un bosque en etapa intermedia de sucesión (18 años aproximadamente).

La investigación se realizó en la cuenca media del Río Nangulví, en la zona de Intag, Imbabura-Ecuador. Se tuvo como objetivos la determinación de la estructura horizontal y vertical del bosque, así como la caracterización de la diversidad florística del mismo. En la metodología se establecieron tres parcelas con dos parcelas anidadas cada una y posteriormente se realizó un inventario tomando en cuenta las variables de: altura para la determinación de la estructura vertical, DAP para determinar la estructura horizontal y la identificación de especies para la caracterización de la diversidad florística. Los resultados indican que la estructura vertical está determinada por tres estratos teniendo como base la metodología IUFRO y es el piso inferior el cual posee el mayor número de individuos. En la estructura horizontal se realizó una clasificación en amplitudes de 10 cm de DAP en la cual, gran parte de los individuos se encontraron en las clases menores. Respecto a la composición florística el bosque presentó 27 especies, indicando una diversidad media de acuerdo a los índices de Shannon y Simpson, esto se debe a que se encuentra en una fase de sucesión joven.

La investigación permitió concluir que el bosque posee dominancia de especies heliófitas efímeras las cuáles caracterizan a este estado de sucesión. En la estructura horizontal se obtuvo una línea de tendencia en forma de “J” invertida, significando que el bosque posee un buen reclutamiento entre las especies. Y se analizó que en la estructura vertical el estrato inferior posee un número dominante de especies debido a que se encuentran las especies de rápido crecimiento y está dominado por las especies más abundantes del bosque.

## ABSTRACT

The primary forest area is decreasing and consequently the secondary forest area increases. In the country, secondary forest research is scarce, there is no deep information on the environmental and socioeconomic potential of these ecosystems. But the few studies that exist on these ecosystems have revealed their structure and composition in the different successional stages. For this reason, an investigation was carried out into the floristic structure and composition of a forest in intermediate succession stage (approximately 18 years).

The research was carried out in the middle basin of the Nangulví River, in the Intag area, Imbabura-Ecuador. The objective was to determine the horizontal and vertical structure of the forest, as well as the characterization of its floristic diversity. In the methodology, three plots were established with two nested plots each and an inventory was subsequently made taking into account the height variables for the determination of the vertical structure, DAP to determine the horizontal structure and the identification of species for the characterization of the floristic diversity. The results indicate that the vertical structure is determined by three strata based on the IUFRO methodology and it is the lower floor that has the largest number of individuals. In the horizontal structure, a classification was made in amplitudes of 10 cm of DBH in which a large part of the individuals were found in the lower classes. Regarding the floristic composition, the forest presented 27 species, being an average diversity according to the Shannon and Simpson indexes, this is because it is in a young succession phase.

The investigation allowed to conclude that the forest has dominance of ephemeral heliophytic species which characterize this succession state. In the horizontal structure, an inverted “J” trend line was obtained, meaning that the forest has good recruitment among the species. And it was analyzed that in the vertical structure the lower stratum has a dominant number of species because the fast growing species are found and is dominated by the most abundant species in the forest.





## CAPITULO I

### INTRODUCCIÓN

Las áreas cubiertas por bosques naturales se reducen por el avance de la frontera agrícola y actividades de explotación maderera, en Latinoamérica las prácticas agrícolas son responsables del 70% de la deforestación (FAO, 2016). Con el tiempo varias de las zonas ocupadas por agricultura y ganadería son abandonadas por pérdida de productividad o por dificultad en la accesibilidad, lo que genera el apareamiento de bosques secundarios (CATIE, 2015). Estos nuevos ecosistemas tienen gran potencial, aunque a nivel mundial existen estudios sobre este tipo de bosques, no se puede afirmar que todas las sucesiones secundarias tengan un potencial similar (CATIE, 2015). Cada proceso de sucesión, estructura y composición varían directamente con las condiciones climáticas, suelo, tiempo del uso anterior, cercanía de las fuentes semilleras, capacidad de regeneración natural y desarrollo de las especies de interés económico (De las Salas, 2002).

En el Ecuador son pocos los estudios sobre bosques secundarios y no se dispone de una reglamentación que lo administre (Vinueza, 2012). Por lo mencionado es necesario el desarrollo de investigaciones centradas en bosques secundarios. El conocimiento de la estructura y composición florística de estos ecosistemas es un primer paso para establecer estrategias para su manejo y conservación.

En la Zona de Intag, gran parte de los pobladores tienen interés por conservar sus recursos naturales, especialmente el agua. En este contexto es fundamental el conocimiento de los bosques, funcionalidad y servicios ecosistémicos, más aún si se toma en cuenta la alta biodiversidad albergada en bosques secundarios, gran parte de ella endémica.

Pese a lo mencionado no existe el conocimiento que permita manejar adecuadamente estos bosques. La dinámica, estructura y composición del bosque son elementos de conocimiento empírico en la zona, que muchas veces conllevó a la toma de decisiones equivocadas. En la actualidad gran parte de los pobladores tienen por objetivo la conservación de los bosques al ser espacios de recargas hídricas. Este interés nace del entendimiento de la relación del bosque

con la cantidad y calidad de agua (Rivadeneira, Robalino, & Estrella, 2004). Por lo expuesto esta investigación es una herramienta de toma que contribuirá con la conservación y manejo de los bosques secundarios de la microcuenca del Río Nangulví.

## **1.1 Objetivos**

### **1.3.1. General**

Determinar la estructura y composición florística de un bosque secundario en la microcuenca media del río Nangulví.

### **1.3.2 Específicos**

- Caracterizar la diversidad florística del bosque estudiado.
- Determinar la estructura horizontal y analizar la estructura vertical del bosque.

## **1.2 Preguntas directrices**

- ¿Cuál es la diversidad florística del bosque estudiado?
- ¿Cuáles son las especies más abundantes en el bosque secundario?
- ¿Cuál es la distribución espacial de las especies en el bosque estudiado?
- ¿Qué estratos se pueden identificar dentro de este tipo de ecosistema?

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Fundamentación Legal

##### 2.1.1 Constitución de la República 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. 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 observaran los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda. 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.

**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 dependan 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. **Art. 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. Se prohíbe la introducción de organismos y material orgánico e inorgánico que puedan alterar de manera definitiva el patrimonio genético nacional.

**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.

**Art. 406.-** El Estado regulará la conservación, manejo y uso sustentable, recuperación, y limitaciones de dominio de los ecosistemas frágiles y amenazados; entre otros, los páramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos y manglares, ecosistemas marinos y marinos-costeros.

**Art. 407.-** Se prohíbe la actividad extractiva de recursos no renovables en las áreas protegidas y en zonas declaradas como intangibles, incluida la explotación forestal. Excepcionalmente dichos recursos se podrán explotar a petición fundamentada de la Presidencia de la República y previa declaratoria de interés nacional por parte de la Asamblea Nacional, que, de estimarlo conveniente, podrá convocar a consulta popular.

### **2.1.2 Código Orgánico del Ambiente**

**Art. 5.-** Derecho de la población a vivir en un ambiente sano. El derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado comprende:

1. La conservación, manejo sostenible y recuperación del patrimonio natural, la biodiversidad y todos sus componentes, con respeto a los derechos de la naturaleza y a los derechos colectivos de las comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades;
2. El manejo sostenible de los ecosistemas, con especial atención a los ecosistemas frágiles y amenazados tales como páramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos, manglares y ecosistemas marinos y marinos-costeros.

**Art. 89.-** Patrimonio Forestal Nacional. La Autoridad Ambiental Nacional ejerce la rectoría, planificación, regulación, control y gestión del Patrimonio Forestal Nacional. El Patrimonio Forestal Nacional estará conformado por:

1. Los bosques naturales y tierras de aptitud forestal, incluyendo aquellas tierras que se mantienen bajo el dominio del Estado o que por cualquier título hayan ingresado al dominio público;
2. Las formas de vegetación no arbórea asociadas o no al bosque, como manglares, páramos, moretales y otros;
3. Bosques y Vegetación Protectores;

4. Los bosques intervenidos y secundarios; y,
5. Las tierras de restauración ecológica o protección.

Para efectos de las medidas de conservación, promoción y fomento, se considerarán parte del Patrimonio Forestal Nacional las plantaciones forestales y los sistemas agroforestales de producción, los árboles fuera del bosque y los bosques secundarios que encontrándose en tierras para usos agropecuarios, sean voluntariamente asignados por sus titulares a producción forestal o servidumbres ecológicas.

Las regulaciones establecidas para el Patrimonio Forestal Nacional se incorporarán obligatoriamente en la elaboración de los planes de ordenamiento territorial y demás herramientas de planificación y gestión del suelo. El incumplimiento de esta disposición acarreará las sanciones que correspondan.

### **2.1.3 Objetivos del Plan Nacional de Desarrollo (2017-2021)**

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

**3.3** Precautelar el cuidado del patrimonio natural y la vida humana por sobre el uso y aprovechamiento de recursos naturales no renovables.

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

### **2.1.4 Línea de investigación**

El presente 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**

Bosque regenerado principalmente de manera natural después de sufrir una perturbación de origen natural o antrópico de la vegetación forestal originaria, muestran una diferencia importante en la estructura del bosque y/o composición de las especies del dosel con respecto a bosques primarios cercanos en sitios similares (De Jong & Chokkalingam, 2001). La recuperación depende especialmente de la duración e intensidad del uso anterior por cultivos agrícolas o pastos, así como de la proximidad de fuentes de semillas para recolonizar el área perturbada (Smith, Sabogal, De Jong, y Kaimowitz, 1997).

#### ***2.2.1.2 Características de los bosques secundarios***

Butler (2009), menciona que los bosques secundarios se caracterizan por: tener estructuras más simples de dosel y menor cantidad de especies que los bosques primarios.

A pesar de lo mencionado, este tipo de bosques poseen características con gran valor ambiental, entre las características más importantes se tiene que las especies de estos bosques producen grandes cantidades de semillas, con elevados porcentajes de germinación y de viabilidad bajo condiciones marginales. Esto se debe a que en su mayoría las especies que los componen son heliófitas (CATIE, 2016). Estos ecosistemas son muy dinámicos por la abundancia de energía disponible que los individuos menos capacitados para competir son eliminados rápidamente. (Viquez, 1995).

Entre otras características Viquez menciona:

- Las especies heliófitas de los bosques secundarios dependen principalmente de la luz solar, de la humedad del suelo y de los gases atmosféricos para producir biomasa, por lo que no son exigentes en suelos óptimos, ni de prácticas de fertilización para tener una producción adecuada.
- Las especies de bosque secundario invierten la mayor parte de su energía en desarrollarse a la brevedad para reproducirse en el menor tiempo posible.
- Obtención de significativos volúmenes de madera en períodos cortos de 10 a 15 años.

- La incidencia de plagas y enfermedades en las especies del bosque secundario es casi nula y no llega a afectar a poblaciones en su totalidad.
- Las especies de bosque secundario poseen maderas con características anatómicas y físicas semejantes entre sí; son por lo general suaves, de colores claros, livianas, fáciles de trabajar y de un costo medio en el mercado.

### ***2.2.1.3 Potencial de los bosques secundarios***

Los bosques secundarios desempeñan una cantidad de funciones que benefician a la vida del hombre, Emrich , Pokorny, y Sepp (2000) mencionan tres tipos de utilidades:

- Aprovechamiento forestal, en productos derivados de la madera como PFM y PFNM, también puede incluir el turismo.
- Aprovechamiento agrícola en usos agroforestales del bosque secundario: barbecho forestal, pradera forestal, introducción de cultivos anuales semiperennes.
- Funciones protectoras (agua, suelo y clima, incluyendo la captura de CO<sub>2</sub> y la conservación de la biodiversidad).

### ***2.2.1.4 Sucesión secundaria***

Es el proceso de apareamiento de nuevas especies en una comunidad que fue alterada por causas naturales como: fuego, vientos, inundaciones etc, y/o causas antrópicas como talas y cultivos practicados por el hombre (Fuentes, 2001).

El proceso dinámico de colonización de especies en sitios abandonados se realiza paulatinamente en varias etapas. El proceso de sucesión secundaria se involucra tres etapas de desarrollo:

- Primera etapa:

Desde el primer año, y puede durar de 3 a 5 años después del abandono: El sitio es invadido especialmente por especies herbáceas pioneras como bejucos y arbustos. Simultáneamente se están estableciendo especies de otros grupos ecológicos (CATIE, 2016).

- Segunda etapa,

Desde los 3 años y puede durar hasta los 15 años, declina la presencia de las especies herbáceas y se destacan los árboles de las especies heliófitas efímeras. Estas especies son intolerantes a la sombra, con madera poco densa, consideradas no comerciales y están acompañadas de un crecimiento de lianas. Forman un bosque de estructura simple y con ausencia de grandes diámetros en las primeras etapas de la sucesión (CATIE, 2016).

- Tercera etapa,

A partir de los 10-30 años: declinan los individuos de especies heliófitas efímeras y sobresalen los individuos de especies heliófitas durables que incluyen las especies maderables, formando un rodal compuesto por pocas especies comparado con el bosque primario (CATIE, 2016).

- Cuarta etapa

Las especies heliófitas duraderas comienzan a desaparecer y son reemplazadas por especies que toleran la sombra y son longevas (esciófitas).

Las esciófitas dominarán el bosque hasta una nueva perturbación drástica y el proceso de sucesión se renueva; si no existe dicha perturbación el bosque adoptará la forma de un bosque primario con especies esciófitas en el dosel superior del bosque (CATIE, 2016).

### **2.2.2 Inventario forestal**

Es un método de recolección y registro de los diferentes árboles forestales que conforman el bosque. Permite la evaluación del estado actual y sienta las bases del análisis y la planificación, que constituyen el punto de partida de una gestión forestal sostenible. Los inventarios se suelen llevar a cabo utilizando técnicas de muestreo (FAO, 2015).

#### ***2.2.2.1 Parámetros a medir***

Rivas (2006) considera los siguientes parámetros básicos a medir para el inventario forestal:

- DAP: es la medida del diámetro a la altura del pecho. La medida promedio es de 1.30 m. de altura desde el suelo.



- Alturas: generalmente en los inventarios forestales la altura más usada es la del fuste, esto se debe a que es la parte más aprovechable del árbol.

Para la determinación de la altura la persona a tomar esta variable se posiciona a una distancia adecuada donde se pueda observar sin dificultad al fuste del árbol y se pueda estimar la altura total y/o comercial.

- a) Altura total (HT): es la altura estimada del árbol desde la superficie hasta el ápice del individuo.
  - b) Altura comercial (HC): es la altura estimada que existe entre el suelo y las ramas de las copas del árbol, también se la conoce como altura de fuste.
- Área basal: es la superficie de la sección transversal del árbol, se mide a 1.30 de altura del árbol.

#### ***2.2.2.2 Importancia de un inventario forestal***

- Permite realizar en forma ordenada las operaciones de extracción forestal.
- Al tener previo conocimiento del bosque es posible prever el aprovechamiento oportuno con un mayor beneficio económico.
- Cuidar el bosque y al mismo tiempo aprovechar sus recursos económicamente.
- Un inventario forestal es imprescindible para elaborar gran parte de informes medioambientales.

#### ***2.2.2.3 Tipos de inventarios forestales***

Rondeux J, citado por la FAO (2000), clasifica a los inventarios forestales en:

- Inventarios de gestión: se refieren a superficies determinadas que corresponden a unidades de gestión (plantaciones, parcelas, rodales).
- Inventarios nacionales y regionales: abarcan extensos territorios analizados a partir de informaciones puntuales.

#### ***2.2.2.4 Muestreo forestal***

Rivas (2006) lo define como el acto de tomar o seleccionar una parte (muestra) del bosque, realizar mediciones sobre ella e inferir o aplicar los resultados a todo el bosque.

Según la FAO citado por (Rivas, 2006) se distinguen dos tipos de muestreo:

- Muestreo al azar simple: al escoger una muestra de “n” unidades en que se encuentre dividida una población, cada una de ellas debe tener la misma oportunidad de ser elegida.
- Muestreo al azar estratificado: las unidades de la población se agrupan de acuerdo a la semejanza en alguna característica, después se muestrea cada grupo o estrato para obtener la estimación de la población.

### **2.2.3 Composición florística**

La composición de un bosque está determinada por los factores ambientales, posición geográfica, clima, suelos, topografía así como por la dinámica del bosque y la ecología de sus especies (Louman, Quirós, y Nilsson, 2001).

#### ***2.2.3.1 Factores biológicos que influyen en la composición florística***

Louman, Quirós, y Nilsson, (2001) determinan que el tamaño y la frecuencia de los claros, temperamento de las especies y las fuentes de semillas, están entre los factores más importantes que influyen en la composición florística del bosque.

- Claros: son un factor determinante en la dinámica de un bosque, estos se generan por la caída natural de los árboles, existen especies forestales que aprovechan este fenómeno para la germinación y establecimiento de las semillas, lo que da lugar a nuevas formaciones de individuos.
- Temperamento de las especies: es la capacidad propia de las especies vegetales que tienen para desarrollarse en un sitio determinado utilizando los recursos disponibles. Las especies suelen establecerse en ciertos ambientes dependiendo de las condiciones favorables como iluminación, sombra, nutrientes, entre otros; Esto influye en la composición florística de un bosque debido al desarrollo de las especies según su tolerancia.

- Disponibilidad de las semillas: para la existencia de una especie en un determinado lugar es fundamental la presencia de semillas en el momento adecuado. Las semillas dependerán de los agentes polinizadores en el momento de floración, presencia de diseminadores de frutos como animales, aire, viento, agua; del momento de maduración de los frutos así como de la capacidad de la supervivencia de la semillas ante depredadores y presión de la competencia.

### ***2.2.3.2 Factores ambientales que influyen en la composición florística***

- Clima: La vegetación de un bosque está íntimamente relacionada con las variables ambientales como temperatura, precipitación y humedad. Se puede comprender la influencia de los factores climáticos al estudiar y comparar dos bosques que difieren en clima, esta comparación se puede realizar con base en el número de especies por unidad de área (riqueza).
- Precipitación: La precipitación tiene influencia sobre el número de especies en un bosque húmedo tropical, a mayor precipitación, mayor cantidad de especies.
- Viento: Los vientos tienen efecto sobre los bosques ya que pueden ser la causa de apareamiento de claros. Cuando una parte considerable del bosque es derribada por el viento, se inicia una sucesión secundaria que altera drásticamente la composición florística del bosque.
- Suelos: Este es un factor que influye considerablemente la composición florística de los bosques. Los suelos presentan condiciones más favorables para ciertas especies que para otras, entonces, la composición florística de un bosque en una misma zona climática puede variar dependiendo del tipo de suelo.
- Topografía: Las variaciones en la topografía de terreno influyen en la composición florística de los bosques. Los bosques que se encuentran en laderas suelen tener una composición diferente a los que se encuentran en áreas más planas. Los aspectos que se relacionan a este factor son exposición del terreno y drenaje.

### *2.2.3.3 Parámetros para la determinación de la composición florística*

Para la determinación de la composición florística de un bosque se establece varios parámetros en los que permita comprender las especies existentes. En ellos se analiza los siguientes:

- **Abundancia**

Cuantifica la participación de las diferentes especies dentro de un área determinada (Baptista, 1967). Se puede estimar a partir del conteo del número de individuos en parcelas en un área definida. Pueden existir abundancias normales, sobredensos cuando las diferentes especies abundan en un lugar determinado, y subdensos cuando las especies son deficientes en cierto lugar (Acosta, Araujo, y Iturre M, 2006).

Patricio Corvalán y Jaime Hernández, (2006) citado por Acosta, Araujo, y Iturre M, (2006), desde el punto de vista de producción de madera, los indicadores de densidad no siempre muestran un concepto definido, por ejemplo al determinar la abundancia de árboles en un determinado lugar, este valor es no exacto si no está definido con relación a su tamaño y/o edad, ya que un individuo de gran tamaño puede ocupar el mismo espacio que varios pequeños individuos, lo que indica que el concepto es insuficiente. De igual manera cuando la distribución de individuos por unidad de superficie es irregular, en este caso tampoco es real el valor de ocupación.

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

- **Frecuencia**

Es la distribución espacial de las especies, está determinada por la presencia o ausencia de una especie en una determinada parcela (Mayo, 1965). Revela la distribución espacial de las especies, es decir, el grado de dispersión.

La distribución espacial de las especies forestales se manifiesta en diferentes modelos: al azar, agrupada y uniforme. Ver figura 1

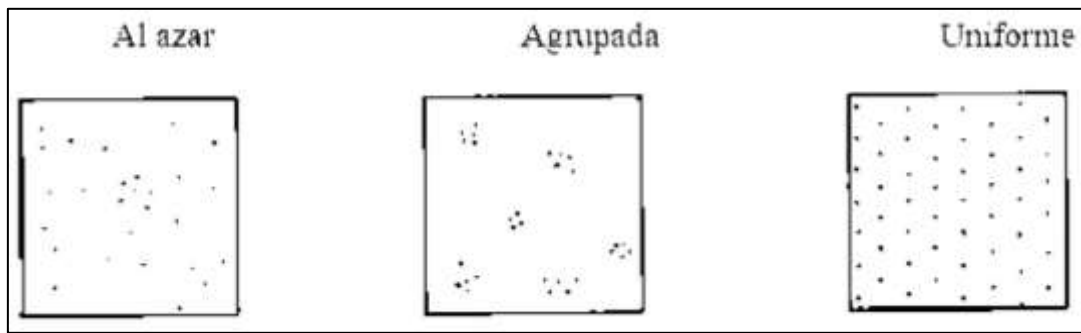


Figura 1. Modelos de distribución espacial de los árboles

Fuente: Barasorda, 1977

En la distribución al azar suele existir una ausencia total de interacción entre los individuos y el medio (Márquez, 2000). Para que exista la probabilidad de encontrar un individuo en cualquier otro punto del espacio, es necesario que existan las mismas condiciones en todo el espacio.

En la distribución agrupada existe la presencia de interacciones entre los individuos y el medio. Existen causas que pueden formar una distribución agrupada, por ejemplo el rebrote luego de la tumba de árboles en lo que los espacios de luz favorecen la regeneración natural (Barasorda, 1977) citado por (Acosta, *et al* 2006).

En la distribución uniforme es el resultado de una interacción negativa entre los miembros del medio ya que cada individuo lucha por su supervivencia (Márquez, 2000). Este tipo de distribución es producto de la competencia y de la edad, lo que les facilita cambiar a otro tipo de distribuciones como la aleatoria o agrupada.

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

- Dominancia

Se refiere al espacio que ocupa una especie dentro de un sitio determinado. Es un parámetro útil para la determinación de calidad de sitio. (Acosta, Araujo, y Iturre M, 2006).

Acosta, *et al* (2006) mencionan que el DAP (Diámetro a la altura de 1.30) sirve para facilitar la medición de la dominancia de un sitio determinado, tomando en cuenta que de esta variable se deriva el área basal, la cual se puede analizar para expresar la dominancia como indicador de la potencialidad productiva de una especie. El área basal se define como la suma del DAP de todos los fustes (Finol, 1971) citado por (Acosta *et al*, 2006).

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

- Índice de valor de Importancia

El IVI permite tener una visión más amplia sobre la composición florística de un bosque, ya que ninguno de los parámetros antes mencionados caracteriza individualmente la estructura del mismo. Para obtener la caracterización deseada se realiza la suma de los valores relativos de abundancia, frecuencia y dominancia, la cual señala la importancia de cada especie en el conjunto.

#### **2.2.4 Diversidad de especies**

La diversidad de especies es la medida más frecuentemente utilizada para demostrar la riqueza o número de especies diferentes que están presentes en un determinado ecosistema, región o país (MINAGRI, 2015).

La diversidad de especies en su definición considera:

- El número de especies o riqueza que pueden expresarse en relación al uso de suelo por unidad de espacio.
- El número de individuos y abundancia de individuos de cada especie que existen en un lugar determinado.

Generalmente las especies se distribuyen según jerarquías de abundancias, desde especies muy abundantes hasta algunas que pobremente existen. La diversidad de especies se puede medir y expresar mediante el índice de diversidad de Shannon, e índice de dominancia de Simpson (Ávila, 2010).

#### **2.2.4.1 Índice de diversidad de Shannon**

Es un índice que se basa en la probabilidad de encontrar un determinado individuo en un ecosistema. Para utilizar este índice el muestreo debe ser aleatorio y todas las especies de una comunidad vegetal deben estar en la muestra (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

- Comportamiento del índice de Shannon

El índice de Shannon aumenta a medida que: a) aumenta la riqueza, es decir, aumenta el número de especies en un sitio determinado; b) los individuos se distribuyen más homogéneamente entre todas las especies.

Los valores de este índice pueden variar entre 1 y 5. Puede indicar valores mayores de 5 o cerca de 5 si los ecosistemas son abundantes y ricos (Somarriba, 1999).

#### **Tabla 1**

##### *Rango de diversidad de Shannon*

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

**Fuente:** (Aguirre Z. , 2013)

#### **2.2.4.2 Índice de dominancia de Simpson**

Mide la dominancia de una especie sobre la otra, se basa en la teoría de las probabilidades. Es la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar en una muestra, pertenezcan a una misma especie (Vásquez, 2008).

Este índice da mayor peso a las especies de mayor abundancia que las escasas. Los valores varían entre un mínimo de cero cuando todos los individuos pertenecen a una misma especie, y un máximo de 1 cuando los individuos se reparten equitativamente entre las especies (Cuenca, 2015).

## Interpretación

Los resultados se pueden interpretar en base a la siguiente tabla:

**Tabla 2**

*Rango de diversidad de Simpson*

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

**Fuente:** (Aguirre Z. , 2013)

### *2.2.4.3 Análisis Cluster*

También llamado “análisis de conglomerados”, es una técnica estadística multivariante que se utiliza para analizar grandes cantidades de datos; tiene la finalidad de aglomerar elementos tratando que estos sean los más homogéneos dentro de cada grupo y heterogéneos entre los grupos (De la Fuente, 2011).

Esta técnica busca individuos que tengan características similares o de grupos de variables con comportamiento similar. El agrupamiento debe ser tal que los individuos dentro de un grupo tengan características más similares entre sí, que los que pertenecen a grupos distintos.

Características del análisis Cluster

- Elimina el ruido de un conjunto de datos multivariados agrupando entidades cercanamente similares sin requerir similitud exacta.
- Identifica valores atípicos dejándolos solos o en pequeños clusters, los cuales se pueden omitir para su posterior análisis.

Este análisis depende de:

- Selección de la función de distancia utilizada
- Selección del número de clústers considerado



- Interpretación del significado de los clústers.

### 2.2.5 Gremios Ecológicos

Los gremios ecológicos son grupos ecológicos que utilizan los recursos del ambiente en forma similar. Son gremios que tienen similares: exigencias de radiación lumínica y patrones de regeneración y crecimiento (Gallegos, González, Hernández, y Castañeda, 2008).

Según Finegan (1993) citado por Palacios (2004), las especies forestales presentan dos tipos de comportamientos frente a la luz: heliofitismo y escifitismo. La Luz es el factor principal para la determinación de una especie pertenecer al grupo ecológico de las heliófitas o esciófitas. Las especies heliófitas presentan una alta tasa fotosintética por lo que son intolerantes a la sombra; mientras que las especies esciófitas tiene baja tasa fotosintética y son tolerantes a la sombra, en cuestión de crecimiento, este segundo grupo no crecen significativamente en ambientes favorables de luz.

#### 2.2.5.1 Características generales de los gremios forestales:

**Tabla 3**

*Características de los gremios ecológicos.*

Especies	Características	
Heliofitas	Hábitat	Estrategias
	Hábitats poco durables.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta tasa fotosintética</li> <li>• Intolerancia a la sombra</li> <li>• Madera suave</li> <li>• Vida corta</li> <li>• Reproducción masiva y precoz.</li> </ul>
Esciófitas	Hábitats con condiciones ambientales constantes y duraderas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gran tamaño en la madurez</li> <li>• Reproducción a edad madura</li> <li>• Baja tasa fotosintética</li> <li>• Tolerancia a la sombra</li> <li>• Madera dura</li> <li>• Especies longevas</li> <li>• Semillas de medianas a grandes</li> </ul>

**Fuente:** Elaborado a partir de Finegan (1993).

La FAO, (2008) define tres gremios ecológicos para especies de bosques tropicales: Heliófitas efímeras, heliófitas durables y esciófitas.

Heliófitas efímeras:

- Especies intolerantes a la sombra.
- Rápido crecimiento y vida corta
- Reproducción masiva y rápida
- Colonización de espacios abiertos y grandes.

Heliófitas durables

- Intolerantes a la sombra
- Vida larga
- Semillas con menos viabilidad.
- Se encuentran en claros pequeños y grandes.

Esciófitas

- Se establecen en la sombra, no requieren de iluminación directa para su desarrollo.
- Crecimiento más lento.
- Pueden crecer en presencia de luz pero lentamente.
- Se regeneran en cualquier lugar bajo el dosel del bosque.

### **2.2.6 Estructura de los ecosistemas forestales**

Según Burne (2003), citado por Acosta, Araujo, e Iturre (2006), la estructura de un bosque se refiere a las relaciones morfológicas y espaciales que existen entre los elementos bióticos y abióticos que la componen. Esta estructura determina la distribución de los individuos en el espacio disponible, de esta manera se puede observar cómo y dónde están compitiendo los árboles y si existen estratos menos agresivos que otros. Este análisis abarca estudios sobre la estructura horizontal, estructura vertical y diversidad de especies.

### ***2.2.6.1 Estructura vertical***

Está asociado a los efectos producidos por la humedad hacia abajo y a la luz, dando como consecuencia a la formación de capas o estratos boscosos (Aguirre N. , 2013).

Es la distribución de los organismos a lo alto del perfil de los bosques (Valerio y Salas, 1997). Esta estructura responde a las características de las especies que la componen de acuerdo a las condiciones micro ambientales presentes en las diferentes alturas del perfil. Estas diferencias en el micro ambiente permiten que las especies de acuerdo a sus requerimientos de energía se ubiquen en los niveles que mejor satisfagan sus necesidades.

Bourgeron (1983) citado por Valerio y Salas (1997) menciona que los factores climáticos en la determinación de este micro ambientes son:

- Radiación
- Temperatura
- Viento
- Humedad relativa
- Evapotranspiración
- Concentración de CO<sub>2</sub>

El entendimiento de la estructura vertical y la composición del bosque a diferentes niveles del suelo es muy importante para saber cómo manipular el crecimiento y la composición florística del bosque.

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

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

De acuerdo a la clasificación de los estratos del bosque, se realiza un análisis vertical en el cual presenta las siguientes características:

- Estrato alto o piso superior: el dosel se presenta mas o menos discontinuo, de copas amplias o aún aparasoladas.
- Estrato medio o piso medio: puede ser continuo o no, generalmente posee copas tan largas como anchas.
- Estrato bajo o piso inferior: es a menudo bastante denso, con copas cónicas y adelgazadas, más largas que anchas.

#### ***2.2.6.2 Estructura horizontal***

La estructura horizontal busca determinar cómo están distribuidos los árboles en el bosque y evaluar el comportamiento de las diferentes especies en su superficie. Mediante el análisis de la estructura horizontal se cuantifica la participación de cada especie con relación a las demás e indica cómo se distribuyen espacialmente (Acosta, Araujo, y Iturre M, 2006).

Esta estructura es el resultado de la respuesta de las plantas al ambiente, características de suelo y clima, las características y estrategias de las especies y los efectos de disturbios sobre la dinámica del bosque determinan la estructura horizontal del bosque, los cambios en estos factores provocan los cambios en la estructura (Louman, Quirós, y Nilsson, 2001).

Louman *et al.* (2001) mencionan que la estructura horizontal se refleja en la distribución de los individuos por clase de diámetro. Algunas especies suelen presentar una distribución en forma de “J” invertida, otras pueden presentar una distribución en forma de “J” incompleta, esto sucede cuando en algunas clases diamétricas existen pocos individuos o lo opuesto.

Los bosques secundarios jóvenes suelen presentar estructuras coetáneas, es decir, que la mayor parte de los individuos de una o varias especies tienen la misma edad o tamaño, mientras que los bosques primarios o secundarios maduros presentan estructuras discetáneas o de forma incompleta.

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Ubicación del área de estudio

##### 3.1.1. Política

El bosque estudiado tiene aproximadamente 18 años. El uso de suelo previo a la sucesión vegetal fue pastos para ganadería. Estos datos fueron provistos por el propietario.

El estudio se realizó en un bosque secundario se encuentra en la microcuenca del Río Nangulví, en la parroquia de Peñaherrera, ubicado a 59.4 Km al noroeste del cabecera cantonal de Cotacachi, provincia de Imbabura.

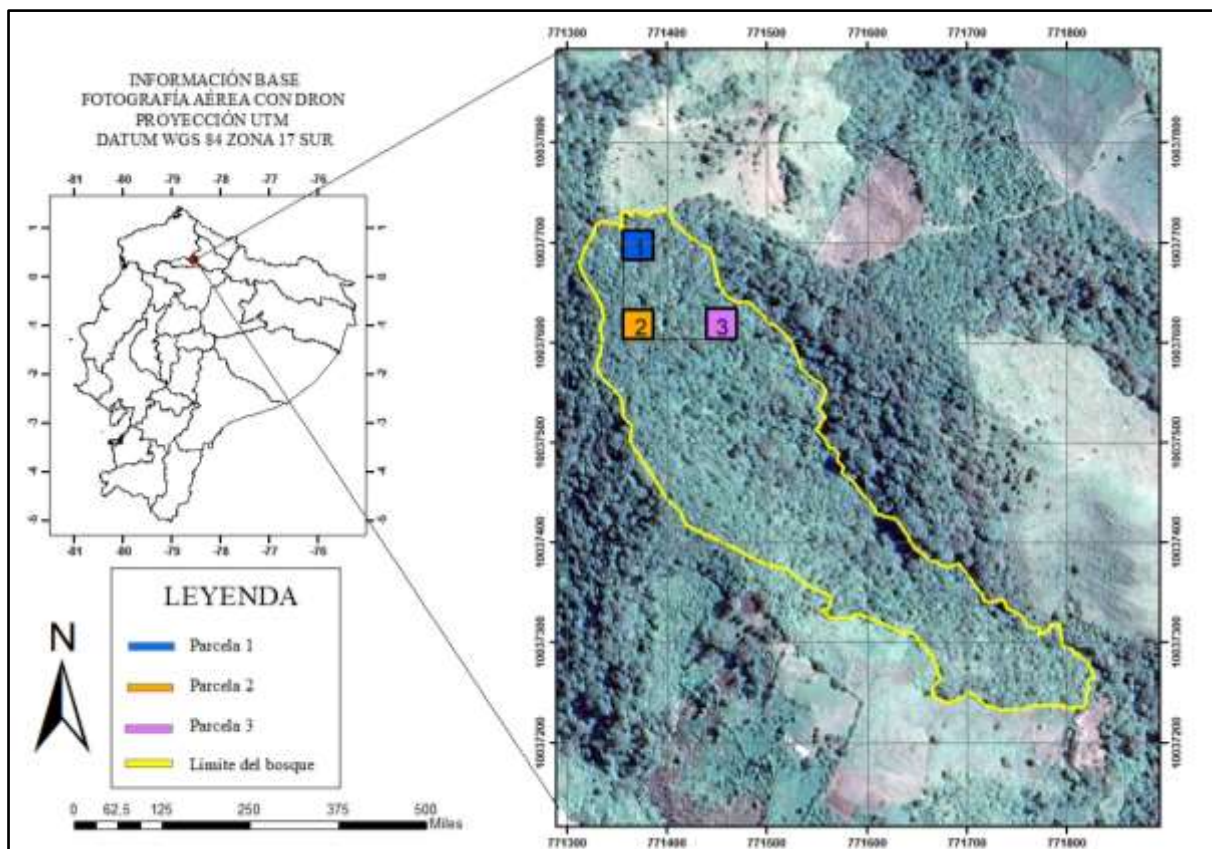


Figura 2. Mapa de ubicación del área de estudio

### 3.1.2. Geográfica

El bosque se encuentra a las coordenadas 78°33'30'' W y 0° 20' 22'' N , presenta una altitud de 1798 msnm. La parcela 1 se encuentra a una altitud de 1803, la parcela 2 está a 1787 msnm y la parcela 3 a 1773 msnm de altitud.

**Tabla 4**

*Coordenadas de parcelas establecidas*

Parcela	Vértice	Coordenadas	
		X	Y
1	1	771355,96	10037713
	2	771386,13	10037713
	3	771355,96	10037683
	4	771386,13	10037683
2	1	771356,00	10037634
	2	771386,16	10037634
	3	771356,00	10037604
	4	771386,16	10037604
3	1	771439,31	10037634
	2	771469,48	10037634
	3	771439,31	10037604
	4	771469,48	10037604

### 3.4 Límites

El bosque limita al norte con cultivos de naranjilla, al sur con cultivos de café, al este con un bosque secundario de aproximadamente 30 años, al oeste con un bosque secundario de aproximadamente 50 años. El bosque de estudio se encuentra en la finca del propietario economista Gustavo León.

### 3.5 Datos climáticos

Para determinar los datos climáticos se usó información secundaria proveniente del PDOT del GAD parroquial de Peñaherrea 2015. Esto debido a que los bosques se encuentran dentro de la parroquia y es la información de referencia más cercana. En este contexto los datos climáticos de la unidad administrativa son:

Temperatura: entre 12 y 20 °C

Precipitación media anual: 1284.6 ml

Clima: subtropical

### **3.6 Materiales, equipos y softwares**

#### **3.6.1 Materiales**

- Cinta métrica
- Secadora
- Podadora aérea
- Pintura
- Tazos
- Hilo nylon
- Brocha
- Marcador
- Fundas herméticas
- Periódico
- Machete

#### **3.6.2 Equipos**

- Dron: modelo mavic 2 pro, marca DJI
- Computador
- Clinómetro Sunto
- Navegador GPS: doble constelación (lectura de hasta 36 satélites de 0.80–2 m de error)
- Brújula

#### **3.6.3 Softwares**

- Microsoft office 2010

- ArcGIS 10.3 ®
- Past versión 2.17c
- InfoStat versión 2008

### **3.7 Metodología**

#### **3.7.1. Delimitación del área de estudio**

Para delimitar el área de estudio se realizó una vista de campo en donde se tomaron puntos GPS referenciales dentro del bosque. Posteriormente se tomaron fotografías aéreas georeferenciadas de resolución de 20 megapíxeles con un vehículo aéreo no tripulado (DRON). Las fotografías fueron procesadas con el software ArcGIS 10.3 ®. Se construyó un polígono de manera visual por los límites del bosque, usando como referencia los puntos GPS mencionados anteriormente.

#### **3.7.2 Inventario Forestal**

El inventario forestal se lo realizó en 3 parcelas, el cual representa el 3.31% de muestreo.

##### ***3.7.2.1. Establecimiento de parcelas***

Se realizó un conglomerado de tres parcelas principales de 30 x 30 m. Dentro de estas se ubicó dos subparcelas, la primera de 10 x 10 m. ubicada al sureste de la parcela principal, y la segunda de forma circular con radio de 2.5 m ubicadas al sureste de la subparcela antes mencionada. Cada parcela principal tiene una distancia de 50 metros entre sí (Figura 2). Esta metodología fue adaptada de la usada en la Primera Evaluación Nacional Forestal (Aguirre et al., 2010).

Para el establecimiento de parcelas se trabajó en un grupo de cinco personas. Se distribuyó las actividades de acuerdo a la manipulación de los instrumentos; una persona se encargó de ubicar los puntos con el GPS para determinar cada vértice de la parcela, otra de dar dirección con la brújula, otra abre camino para poder dirigirse a los puntos exactos y dos personas



llevaron la cinta para delimitar la parcela. Para esta actividad se realizaron dos salidas de campo con duración de tres días cada una con un horario de trabajo de 7h00 a 17h00.

Para la delimitación de las parcelas principales y anidadas se hizo el uso de cinta plástica, la cual se etiquetó cada 10 metros con masking, y en cada vértice de la parcela se colocó una estaca de madera.

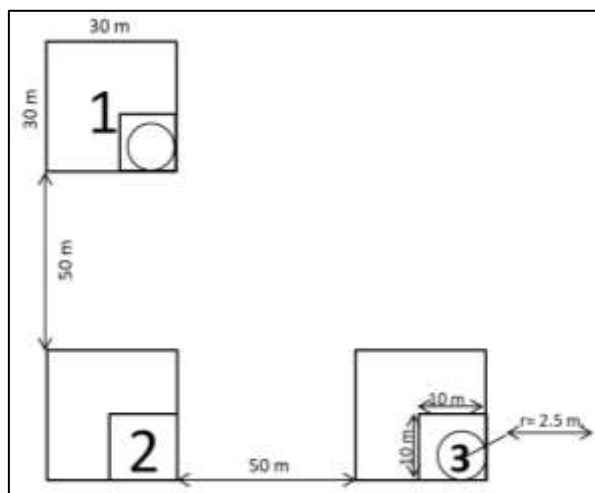


Figura 3. Distribución de parcelas

### 3.7.2.2 Levantamiento de datos

Una vez instaladas las parcelas se realizó el inventario forestal tomando al DAP y altura como variables dasométricas. Se dividió los individuos en 3 clases diamétricas. Árboles con un DAP mayor a 20 cm fueron medidos en la parcela A, con un DAP entre 10 y 19.9 cm fueron medidos en la parcela B y para la regeneración se midió árboles menores a 10 cm de diámetro en la parcela C. A cada individuo que se midió el DAP se midió la altura que será información base para la investigación.

Todos los individuos fueron codificados y se anotó en una hoja de campo, ejemplo en figura 7 que contiene la información que se necesita para posterior interpretación de resultados. Para la codificación de los individuos se utilizó pintura, y tazos con color que diferencie la parcela principal de las anidadas.

En la parcela principal la pintura se colocó en el fuste del individuo a aproximadamente 2 m de altura desde el suelo, ésta de color rojo y tazos del mismo color a una altura de 1.50 m. En la parcela anidada de 10 x 10 la pintura y tazos se colocó de color amarillo. En la parcela circular se colocó pintura y tazos de color azul.



*Figura 4.* Codificación de individuos

En los tazos se colocó una codificación con marcador permanente, que contiene la edad del bosque, el número de la parcela principal, las medidas de la parcela anidada y el número del individuo según el conteo. Por ejemplo si el individuo inventariado es el 5to árbol, pertenece al bosque de 18 años está en la parcela principal 2 y se encuentra en la parcela anidada de 10 x 10 m llevará la siguiente codificación: B18 P2 10 – (5). El código irá escrito en la hoja de campo, figura 5. Para el inventario del bosque se realizó dos salidas de campo de tres días consecutivos cada una, con un horario de trabajo de 7h00 a 17h00.

### ***3.7.2.3 Identificación de especies***

Se realizó la identificación preliminar de especímenes en campo, se debe conocer la especie, nombre común, género y familia, y las especies que se desconocen fueron identificadas con la ayuda del especialista Ing. Walter Palacios, en el herbario de la Universidad Técnica del Norte y en el Herbario Nacional del Ecuador. Esta información se colocó también en la hoja de campo. Ver figura 5

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN									
LUGAR	IMBABURA - COTACACHI - ZONA DE INTAG			EDAD APROXIMADA DEL BOSQUE	18 años	MEDICIÓN DE ALTURA	Anabel Juel		
FECHA	18 Marzo 2019		COORDENADAS	X: 78°33'30" W: 0° 20' 30"	MEDICIÓN DE DIÁMETRO	Helen Guerrero			
PARCELA #									
# árbol	ESPECIE	Altura		Altura total	CAP	DAP	# RAMAS	# HOJAS / RAMAS	Observaciones
		Vs	Vi						
1	Daluztomo			14		13.80			BIB. P-30 (1)
2	Daluztomo			15		28.2			
3	Daluztomo			16		22.7			
4	Cebolla			16		24.20			

Figura 5. Hoja de campo

### 3.7.3. Análisis estadístico

#### 3.7.3.1 Estadística descriptiva

Para obtener los valores de estadística descriptiva se realizó en base a las variables de Dap y altura, de esto se obtuvo los valores de: media, error, varianza, desviación estándar y coeficiente de variación. Estos cálculos se los realizó en una hoja de Excel.

**Tabla 5**

#### Estadística descriptiva

Estadístico descriptivo	Ecuación	Simbología
Media	$\pi = \frac{\sum X}{n}$	$\Pi$ = Media $\sum X$ = Sumatoria de todos los datos $n$ = Número total de datos
Varianza	$S^2 = \frac{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}}{n - 1}$	$S^2$ = Varianza $\sum X$ = Sumatoria de datos $n$ = Número de datos
Desviación estándar	$S = \sqrt{S^2}$	$S$ = Desviación estándar $S^2$ = Varianza
Coeficiente de variación	$CV = \frac{S}{X} * 100$	$CV$ = Coeficiente de variación $S$ = Desviación estándar $X$ = Media
Error	$SX = \sqrt{\frac{S^2}{n}}$	$SX$ = Error $S^2$ = Varianza $n$ = Número de datos

Fuente: (Aguirre y Vizcaíno, 2010)

### 3.7.4 Análisis de diversidad florística

#### 3.7.4.1 Parámetros para la determinación de la diversidad florística

Para la determinación de la diversidad del bosque se realizó mediante la determinación de parámetros como: abundancia, frecuencia y dominancia, que al sumarse se tiene como resultado el Índice de Valor de Importancia.

**Tabla 6**

*Parámetros de diversidad*

ÍNDICE	ECUACIÓN	SIMBOLOGÍA
<b>Abundancia</b>	$D_i = N/A$	D= Densidad o abundancia N= Número de individuos A= Total del área muestreada
<b>Abundancia relativa</b>	$D\% = (D_i / \sum D_i) * 100$	D%= Densidad relativa D <sub>i</sub> = Densidad por especie $\sum D_i$ = Densidad total de todas las especies
<b>Frecuencia</b>	$f_i = j_i/k$	f <sub>i</sub> = Frecuencia absoluta j <sub>i</sub> = Unidades que está presente las especies k= Número total de unidades de muestreo
<b>Frecuencia relativa</b>	$fr\% = (f_i / \sum f) * 100$	fr= Frecuencia relativa f <sub>i</sub> = Frecuencia absoluta por especie $\sum f$ = Total de frecuencias de todas las especies
<b>Dominancia</b>	$Da_i = g_i/A$	D <sub>a</sub> <sub>i</sub> = Dominancia absoluta g <sub>i</sub> = Área basal de cada especie A= Total del área muestreada

<b>Dominancia relativa</b>	$D_i\% = \frac{Da_i}{\sum Da} * 100$	<p><math>D_i\%</math> = Dominancia relativa</p> <p><math>Da_i</math> = Dominancia absoluta por especie</p> <p><math>\sum Da</math> = Dominancia de todas las especies</p>
<b>IVI</b>	$IVI = A\% + D\% + Fr\%$	<p>IVI = Índice de valor de importancia</p> <p>A% = Abundancia relativa</p> <p>D% = Dominancia relativa</p> <p>Fr% = Frecuencia relativa</p>

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

### 3.7.4.2 Estructura de especies o diversidad de especies

Para la determinación de la diversidad de especies se empleó el índice de Shannon y el índice de Simpson

**Tabla 7**

*Índices de diversidad*

ÍNDICE	ECUACIÓN	SIMBOLOGÍA
Shannon Fuente: <b>(Academic, 2012)</b>	$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \times \ln p_i$	<p><math>H'</math> = Índice de diversidad de Shannon</p> <p>S = número de especies</p> <p><math>p_i</math> = proporción de individuos de la especie/ respecto al total de individuos (abundancia relativa de la especie)</p>
Simpson Fuente: <b>(Magurran, 1989)</b>	$D = \frac{\sum_{i=1}^s n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$	<p>D = Índice de diversidad de Simpson</p> <p><math>n_i</math> = número de organismos i</p> <p>N = Número total de organismos de todas las especies.</p>

### ***3.7.4.3 Análisis clúster***

Para determinar la similitud entre las parcelas se realizó un análisis de conglomerados clúster en una tabla del software “Past”, en el cual se ingresó los datos del número de individuos existentes de cada especie con su respectiva parcela, luego en la pestaña de estadísticas se realiza el análisis de conglomerados. Para la gráfica se selecciona la similaridad de Simpson y Shannon, dependiendo de los índices de diversidad a utilizar en el trabajo de estudio. Al obtener la gráfica se puede realizar el posterior análisis y la comparación entre similitud de las parcelas.

### **3.7.5 Gremios forestales**

Para la determinación de los gremios ecológicos se realizó una adaptación a la metodología propuesta por la FAO (2008). Esta metodología se basa en la densidad de las especies forestales, en la que a través del análisis de la estructura diamétrica se propone a que gremio pertenece cada especie.

Para la obtención de la densidad de las especies se tomó en cuenta las características de los diámetros de las especies como el máximo y mínimo y su promedio. Se realizó una clasificación de las densidades en tres partes para que cada parte se clasifique en cada gremio ecológico. Entonces, para las especies que poseen las densidades más bajas pertenecen al grupo de las heliófitas efímeras, las especies que posean densidades medio menor, pertenecen al grupo de las heliófitas durables, las especies con densidades con altos valores pertenecen a las esciófitas.

Los rangos de densidad para la clasificación de las especies en los gremios forestales, fueron los siguientes:

## Tabla 8

### *Rangos de densidad para gremios forestales*

<b>Gremio</b>	<b>Rango (kg/m<sup>3</sup>)</b>
Heliófitas efímeras	168 - 433
Heliófitas durables	434 - 698
Esciófitas	699 - 963

Para realizar el mapa de gremios forestales fue necesario conocer la trayectoria solar en la órbita del hemisferio respecto al lugar de estudio. Esto se hace en la página web [sunearthtools.com](http://sunearthtools.com). En esta página se coloca las coordenadas de la ubicación del bosque, y este sitio web arroja el azimut solar y la elevación solar de la nacimiento del sol y el ocaso. Estos valores sirven para determinar azimut y elevación del transcurso del día en una tabla de Excel, luego se ingresa estos valores en Arc Gis y se puede observar en el mapa los lugares donde el sol tiene radiación solar directa por ende el desarrollo de las especies heliófitas y los lugares donde permanece en penumbra, que es donde se desarrollan las especies esciófitas.

### **3.7.6 Estructura del bosque**

#### ***3.7.6.1 Estructura vertical***

Se realizó un análisis de la estructura vertical del bosque a partir de los datos que se obtuvieron en campo, de acuerdo a esto se procedió a una clasificación en el que se pueda comprender los estratos; para ello se tomó en cuenta a la altura del individuo más alto del bosque y de ahí se procedió a tomar los 2/3 y 1/3 del vuelo superior del mismo.

En base a la metodología IUFRO se realizó la clasificación de los tres estratos de acuerdo a la medición de alturas obtenidas del bosque.

- Piso superior (12.66m - 19 m)
- Piso medio (6.33m - 12.66m)
- Piso inferior (1 - 6.33 m)

De igual manera se obtuvo la clasificación de estratos de cada parcela, ver tabla 9.

**Tabla 9**

*Clasificación de estratos de las tres parcelas*

<b>PISO</b>	<b>PARCELA</b>	<b>MEDIDA (m)</b>
Superior	1	8.53 – 12.8
	2	12.1 – 18
	3	6.66 – 10
Medio	1	4.26 – 8.52
	2	6.1 – 12
	3	3.33 – 6.66
Inferior	1	1 – 4.25
	2	1 – 6
	3	1 – 3.32

Para las graficas del perfil vertical del bosque se realizó de manera manual en el que se indica a las especies que pertenecen a cada estrato: superior, medio e inferior. En varias ocasiones la misma especie se presentó en los tres estratos o en un solo estrato.

### ***3.7.6.2 Estructura horizontal***

Para la determinación de la estructura horizontal se midió el diámetro a partir de 1.30 m de altura desde el suelo. Se tomó en cuenta todos los individuos con DAP mayor igual a 10 cm dentro de la parcela. Y se realizó una clasificación de los individuos en amplitudes de 10 cm.

Para esto fue básico el uso de una cinta diamétrica que facilitó su medición.



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Delimitación del área de estudio

El bosque presentó un área de 8.15 hectáreas. La pendiente varió en cada parcela, en la parcela uno 30°; en la dos 20° y en la tres 40°.

#### 4.2 Levantamiento de datos

En la tabla 10 se indica que el número de individuos por cada parcela principal y anidada, siendo la parcela dos la que mayor número de individuos presente.

**Tabla 10**

*Individuos por parcela*

	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3
Parcela 30 x 30 m.	1	15	1
Parcela anidada 10 x 10 m.	6	4	10
Parcela anidada radio 2,5 m.	17	24	23
<b>TOTAL</b>	<b>24</b>	<b>43</b>	<b>34</b>

En la tabla 10 se observa un número alto de individuos en la parcela 2 y 3. Esto se debe a que estas parcelas son aledañas al bosque de 50 y 30 años respectivamente. Mientras que la parcela 1 limita con cultivos de naranjilla. Las fuentes semilleras influyen directamente en la abundancia de individuos en este tipo de bosques, así lo afirma De las Salas (2002), quien menciona que la regeneración natural de los bosques secundarios depende principalmente de la presencia de árboles semilleros.

#### 4.3 Análisis estadístico

Para las variables de DAP y altura se obtuvo los siguientes datos estadísticos:

**Tabla 11***Análisis estadístico*

Estadístico descriptivo	Variable	
	Altura	DAP
<b>Media</b>	7,10	9,22
<b>Error</b>	0,46	0,86
<b>Varianza</b>	21,20	74,36
<b>Desviación estándar</b>	4,60	8,62
<b>Coefficiente de Variación</b>	65,81	93,49

Spittler (2001) menciona que un bosque secundario intermedio (15 hasta 35 años) el dosel superior puede alcanzar hasta 15 metros de altura, lo cual se comprende que los valores de la altura media del presente estudio son bajos para esta etapa de sucesión. En un estudio realizado por el mismo autor en un bosque tropical secundario intermedio (17 – 25 años de edad), encontró un media de altura de 9.8 m. la razón de la diferencia de valores en esta variable se debe a que el estudio de Spittler se midió a los individuos con DAP >5 cm, y el del presente estudio se tomó en cuenta a individuos desde 1cm de DAP. El mismo estudio presenta una desviación estándar de 2.1 de altura, mientras que este bosque de estudio es de 4.60, esta discrepancia de valores se debe a la misma razón que se mencionó anteriormente de la medición de DAP, lo que infiere que los valores sean más dispersos con respecto a la media.

El coeficiente de variación obtenido en este estudio es de 65.81%. En un caso de estudio realizado por Palacios, Aguirre, y Lozano, (2015) en un bosque secundario joven, se obtuvo un coeficiente de variación de 63.98% para la misma variable. Estos valores fueron similares a esta investigación, y son altos, lo que indica que el bosque presenta valores heterogéneos de las variables.

#### 4.4 Composición florística del bosque

##### 4.4.1 Parámetros para la determinación de la composición florística del bosque

En la composición florística del bosque se encontró 378 individuos, siendo *Delostoma integrifolium* la especie que presenta valores más altos de abundancia, frecuencia y dominancia.

**Tabla 12**

*Valores de parámetros de las especies más representativas.*

N°	Especie	N° de individuos	Abundancia %	Frecuencia %	Dominancia %	IVI %
1	<i>Delostoma integrifolium</i> D. Don	25	24.75	9.74	68	34.16
2	<i>Calliandra pittieri</i> Standl.	15	14.85	6.49	15.90	12.41
3	<i>Siparuna lepidota</i>	10	9.90	3.21	6.32	4.69
4	<i>Eugenia sp</i>	2	1.98	3.21	0.95	3.84
5	Otras	49	48.51	77.34	8.84	44.90

En los parámetros para la determinación para la composición florística del bosque mencionados anteriormente, se observó que las especie que tiene altos valores de abundancia, frecuencia, dominancia e IVI, son *Delostoma integrifolium* y *Caliandra pittieri* Standl., y se comprende que éstas son especies heliófitas, lo cual es una característica de los bosques secundarios jóvenes (CATIE, 2016). En segundo lugar las especies que dominan el bosque son *Eugenia sp* y *Siparuna lepidota* las cuales son especies esciófitas, y de acuerdo con CATIE (2001) en la edad del bosque de estudio, las especies heliófitas son reemplazadas por esciófitas y heliófitas durables.

La dominancia de estas especies se debe a la cercanía de fuentes semilleras, puesto a que el bosque aledaño al de estudio se encuentra un bosque de aproximadamente 30 años en el que también son dominantes las especies antes mencionadas, y de acuerdo con De La Salas (2002), la dominancia de especies de los bosques secundarios depende de la cercanía de

fuentes semilleras, agentes dispersores, entre otros factores. Por ejemplo, *Delostoma integrifolium* es una especie que posee características que influyen en que sea la especie más abundante en el bosque de estudio. Gentry (2009) menciona que esta especie posee semillas livianas y delgadas. También es una especie de numerosas semillas y se pueden encontrar hasta 35000 semillas por kg. Además estas semillas son de tipo aladas, es decir de fácil transporte. De acuerdo a García (1991) este tipo de semillas facilita su dispersión por medio del viento, y al poseer “alas” aumentan la superficie de empuje de las corrientes de aire. Posteriormente encuentran un lugar favorable para su germinación y por consecuencia el establecimiento de nuevos individuos.

En el caso de *Calliandra pittieri Standl.* es la segunda especie en dominar el bosque. Es una especie pionera intermedia, propia de bosques secundarios tardíos. Es decir que será una de las especies dominantes en la siguiente fase de sucesión (Pinto, Pérez, Ulloa y Cuesta, 2018). Es una especie que tolera la sombra pero necesita luz para alcanzar mayores tallas, es decir que si la cantidad de luz no aumenta, estas especies perecen, ya que a temprana edad necesitan plena luz (Ceccon, 2013). Esta especie posee una propagación por semillas, en la que influye principalmente la polinización. De acuerdo a Ceccon (2013) menciona que la mayoría de las especies forestales tropicales son polinizadas por animales. Estas especies poseen flores con características especialmente adaptadas a determinados polinizadores.

El bosque presenta clara dominancia de dos especies mencionadas anteriormente. Quirós y Finegan (1996) dicen que en los bosques secundarios mayores a 15 años de edad, suelen presentar dominancia de una especie o un pequeño grupo de especies, todas del grupo ecológico de heliófitas durables.

En la tabla 12 se observa en las especies altos valores de abundancia pero pocos valores de frecuencia, esto se da en características de las especies que tienden a tener conglomeración local en grupos pequeños distanciados unos de otros (Manzanero, 2004). En un estudio realizado por Vélchez, Chazdon, y Milla (2008) en Costa Rica, en cuatro bosques secundarios de similares condiciones ambientales, se obtuvo que los patrones de densidad y número de especies se relacionan con el grado de desarrollo en los bosques tropicales. Puesto que en el

bosque de edad similar al del presente estudio, se observó una tendencia de crecimiento de número de especies con base a bosques más jóvenes. De igual manera se observó que la densidad de los árboles con dap >10 cm, crece de acuerdo a la edad del bosque.

#### **4.4.2. Índices de diversidad**

##### ***4.4.2.1 Índice de diversidad de Shannon***

Se obtuvo como resultado que el bosque presenta un valor de 2.8 como índice de diversidad de Shannon.

Los valores obtenidos en este índice indican una diversidad media, esto se debe a que es un bosque joven ya que conforme aumenta el valor de cada índice, mayor es la diversidad del bosque (Morales *et al.*, 2012). Esta información es confirmada por DeWalt *et al* (2003) citado por Jadán *et al*, (2017) que menciona que en bosques secundarios jóvenes la riqueza de especies, área basal y biomasa son inferiores en base a los bosques primarios incluso en similares condiciones ambientales.

Spittler (2001) en un estudio de bosque secundario intermedio de 15 años aproximadamente, presentó un valor de la diversidad de Shannon de 3.1, indicando una diversidad media, esto se debe a que presentan edades similares de sucesión. De igual manera otro estudio realizado por Morales (2010), el valor del índice de Shannon es de 2.71, es muy similar al presente estudio, se debe a que es el mismo tipo de bosque y tienen la misma edad, por lo tanto se desarrollan de manera similar.

Enríquez (2016), investigó y demostró en dos parcelas de bosque secundario que presenta condiciones similares de temperatura y precipitación, indicó valores de 2.32 y 3.28 respectivamente. Estos datos arrojados indican una diversidad media, es decir que las especies de árboles se encuentran distribuidas de manera uniforme a lo largo del área evaluada.

El primer estudio mencionado presenta la edad similar al del presente estudio, pero las condiciones climáticas no lo son, mientras que el segundo estudio presenta las condiciones climáticas similares, pero de la edad no se tiene información. A pesar de que los dos bosques

son diferentes al de este estudio, los tres arrojaron valores de diversidad media en el índice de Shannon.

- Diagrama con la similaridad de Shannon

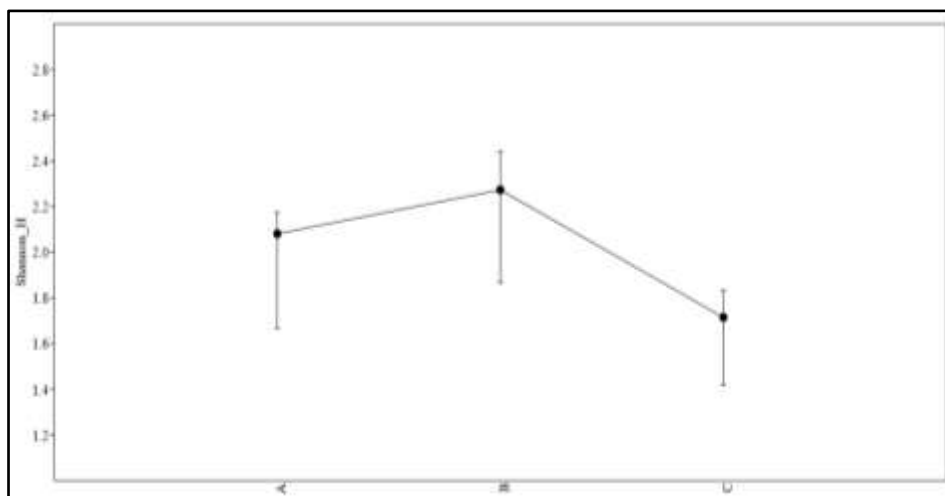


Figura 6. Diagrama de puntos de Shannon

En la figura 6 se puede observar que la parcela A (1) tiene similaridad con la parcela B (2). Y la parcela C (3) es la que menos similaridad presenta con las demás parcelas. Esto puede deberse que en la parcela 3 existen claros en el bosque y según Butler (2009) la existencia de un claro en el bosque puede afectarlo seriamente. Esto se debe a que la luz y el viento son capaces de penetrar más intensamente hacia el interior del bosque y esto incrementa la mortalidad de especies.

#### 4.4.2.2 Índice de diversidad de Simpson

El bosque presenta un valor de índice de diversidad de Simpson de 0.89, se aproxima a los valores de uno, lo que indica que los individuos se reparten equitativamente entre las especies.

El índice de Simpson mide tanto la diversidad como la dominancia de especies en un sitio determinado, entre menor sea el valor de Simpson es mayor la dominancia de especies (Morales *et al.*, 2012). Entonces al tener un valor cercano a uno, se comprende que existe una

diversidad medianamente alta y presenta una dominancia baja, lo contrario de lo que se espera en bosques secundarios según Guiraldo (2000). Esto también sucedió en un estudio de un bosque tropical realizado por Morales (2010), en el que se comparó un bosque primario y tres bosques secundarios de varias edades, y el bosque que tiene la misma edad que el de este estudio presentó una diversidad alta y una baja dominancia en comparación a los mencionados. Aun así, el valor de índice de Simpson en el estudio mencionado es de 0.84, es un valor similar a este estudio, esto se debe a que presentan una similaridad en condiciones ambientales y edad. Al tener valores  $>$  a 0.66 significa que la diversidad es alta (Aguirre Z. , 2013).

El bosque primario es estadísticamente diferente al secundario, es decir que su diversidad es mayor. Varios autores explican un aumento de la diversidad en función de la sucesión del bosque. Fedlmeir, citado por Morales (2010), indica que en los bosques de la Zona Norte de Costa Rica presenta un aumento en el índice de Shannon en función de la edad de abandono de los bosques, pues los bosques primarios presentaron mayor diversidad.

- Diagrama con la similaridad de Simpson

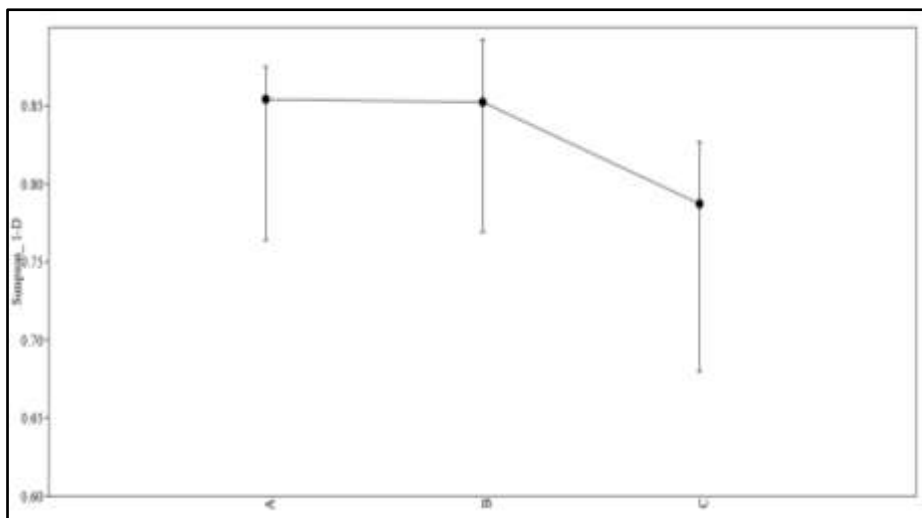


Figura 7. Diagrama de puntos de Simpson

Al igual que la figura 6, en la figura 7 se observa que la parcela A (1) es similar a la parcela B (2), y la parcela C (3) presenta diferencias entre las dos parcelas mencionadas. Como se dijo anteriormente, la parcela 3 tiene presencia de claros y esta puede ser la causa de que no tenga similitud de especies con la parcela 1 y 2. Otro de los efectos de los claros es el lavado de nutrimentos, consecuencia del aumento del porcentaje de precipitación que llega directamente al suelo (Dam, 2001). Por ende, menor regeneración de especies.

#### 4.5 Gremios ecológicos en el bosque

En el bosque se observó que gran parte del bosque posee especies que requieren luz para su desarrollo (especies heliófitas), y en menor proporción es la existencia de especies esciófitas. Ver figura 8.

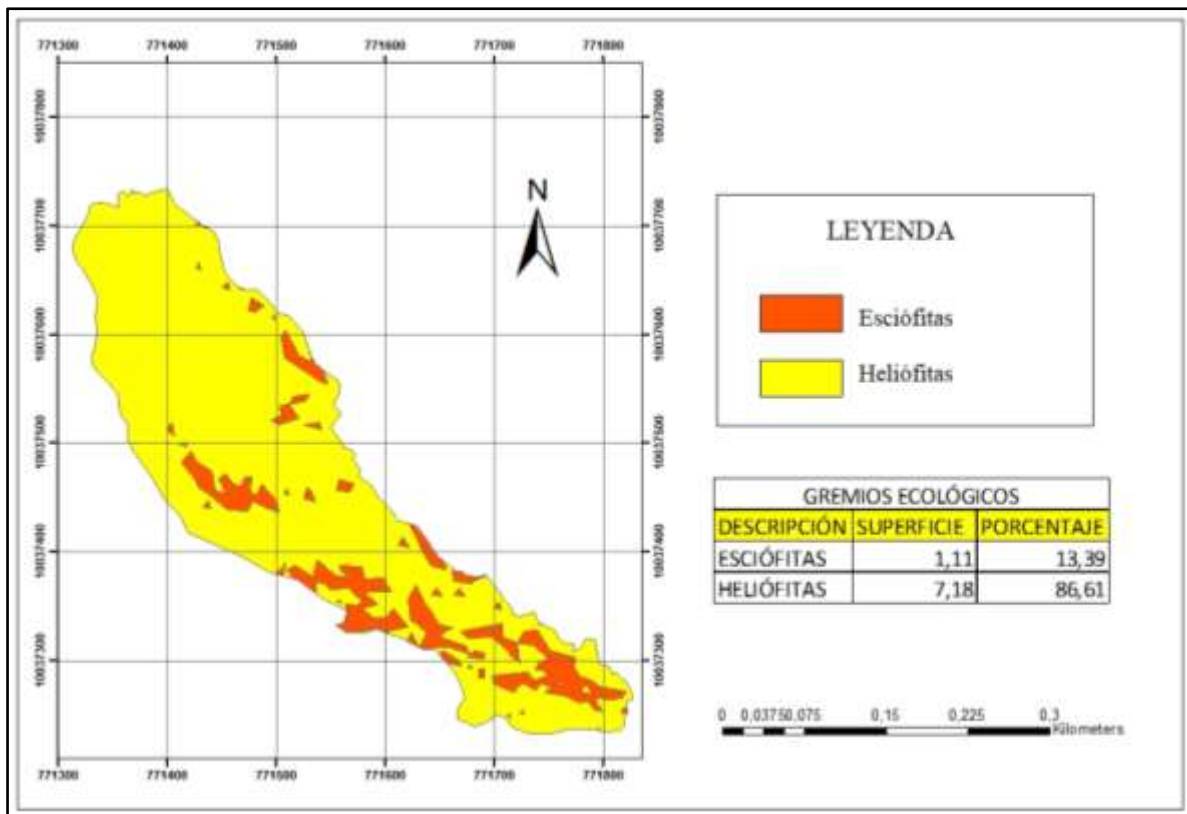


Figura 8. Mapa de gremios ecológicos



En la figura 8 se observa una mayor proporción de especies esciófitas en el sur del bosque, y las heliófitas en el norte del bosque. La razón puede ser porque en el límite norte del bosque hay la presencia de cultivos (ver figura 2), lo cual la luz entra directamente al interior y son las especies heliófitas las que requieren mayor cantidad de luz. Mientras que en el límite sur-este del bosque se encuentra el bosque de 30 años aproximadamente, entonces la cantidad de sombra es mayor y solo crecen especies que toleran la sombra (esciófitas).

De acuerdo a Finegan (1992), se clasifica a las especies en tres gremios ecológicos: heliófitas efímeras, heliófitas durables y esciófitas. Siendo heliófitas efímeras las especies que dominan al bosque. Ver tabla 13.

**Tabla 13**

*Especies heliófitas efímeras, heliófitas durables y esciófitas*

<b>HELIOFITAS EFIMERAS</b>	<b>HELIOFITAS DURABLES</b>	<b>ESCIOFITA</b>
<i>Toxicodendron striatum</i>	<i>Delostoma integrifolium</i>	<i>Roupala monosperma</i>
<i>Clusia L.</i>	<i>Vernonanthura patens</i>	
<i>Siparuna lepidota</i>	<i>Myrsine coriaceae</i>	
<i>Miconia</i>	<i>Myrcia sp.</i>	
<i>Hedyosmum racemosum</i>	<i>Weinmannia balbisiana Kunth</i>	
<i>Cecropia máxima Snethl.</i>	<i>Dendropanax arboreus</i>	
<i>Piptocoma decolorarse</i>	<i>Eugenia sp.</i>	
<i>Bellusia sp.</i>	<i>Solanum lepidotum Dunal.</i>	
<i>Rustia alba</i>	<i>Cousapoa contorta Cuatrec.</i>	
<i>Guatteria ecuadorensis</i>	<i>Meliosma gracilis</i>	
<i>Palicourea amethystina</i>	<i>Calliandra pittieri Standl</i>	
<i>Rhamnus granulosa</i>		
<i>Trema micrantha</i>		
<i>Myrciantes orthostemom</i>		

De acuerdo al mapa los resultados obtenidos en el bosque, la mayoría de las especies pertenecen al grupo de gremios ecológicos de las heliófitas, las cuales son característica propia

de los bosques secundarios jóvenes. Este bosque de acuerdo a la edad pertenece a la fase III según CATIE (2016), el autor menciona que, las especies que dominan el bosque en la edad de bosques secundarios de 10 a 30 años, son las especies heliófitas, las cuales aparecen luego de provocar la desaparición de especies como hierbas, arbustos y bejucos; se caracterizan por su rápido crecimiento y la intolerancia a la sombra (Palacios W. , 2004).

Según Acosta (2012) en los bosques secundarios jóvenes se espera un dominio de especies heliófitas efímeras, las cuales al pasar el tiempo ceden espacio a las especies heliófitas durables y a las especies esciófitas, conforme maduran y evolucionan los bosques. Esto es lo que ocurrió en este bosque de estudio, se observa una dominancia de heliófitas efímeras, en menor proporción están las heliófitas durables, y casi nulo de esciófitas.

Morales (2010) investigó en tres bosques secundarios de diferentes edades de sucesión y un primario, en similares condiciones ambientales, presentó que el bosque secundario intermedio (15-30 años de sucesión) presenta una dominancia de especies heliófitas efímeras, seguido por dominancia en menor proporción de especies heliófitas durables y en mínima proporción existen especies esciófitas. Esto es lo que normalmente ocurre en los bosques secundarios, por eso la dominancia de los gremios es similar a este estudio.

El incremento de las especies tolerantes a la sombra en función de la edad del bosque, es un indicador de recuperación y fase de cambio estructural de bosques Ruschel e Higuchi citado por Morales, (2010), esto garantiza los resultados del bosque aledaño al de estudio de aproximadamente 50 años, en el que la dominancia es de especies esciófitas Guerrero, (sin publicar). Posiblemente estas especies esciófitas crecen a la sombra de otras ya establecidas como las heliófitas, lo que significa que al pasar del tiempo están serán reemplazadas. Aun así, el bosque primario está dominado por especies esciófitas, y las especies heliófitas generalmente se mantienen por varias décadas con el avance de sucesión, lo que implica que deberá pasar muchos años para que recupere la composición y diversidad de un bosque primario (Finegan, 1996).

Tepán y Toledo (2016), realizaron un estudio en tres bosques secundarios, uno de 15 – 20 años se obtuvo que, al realizar pruebas estadísticas de la riqueza de especies por gremios ecológicos, en los estratos de fustales y latizales arrojó valores altos para las especies heliófitas durbles, en menor proporción esciófitas y valores más bajo de heliófitas efímeras. El estudio se realizó en condiciones climáticas diferentes a este estudio, pero la dominancia de especies heliófitas es similar, esto se debe a la similitud de edades de sucesión.

## 4.6 Estructura del bosque

### 4.6.1 Estructura vertical

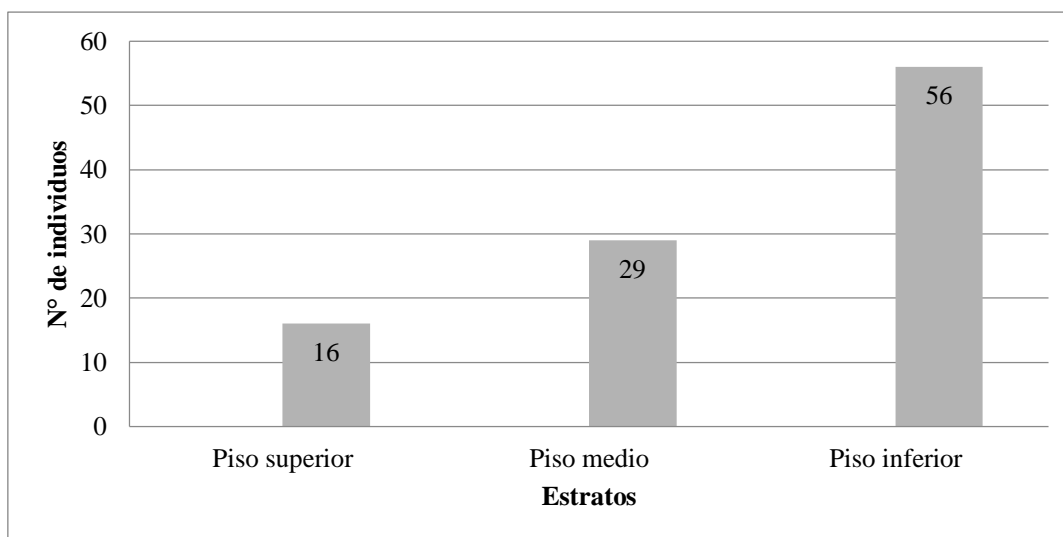


Figura 9. Estructura vertical

En la figura 9, se indica el número de individuos de cada piso, de acuerdo a la clasificación se observa que el piso inferior es el que presenta mayor número de individuos.

**Tabla 14***Especies por piso en el bosque*

PISO	ESPECIE	N° DE INDIVIDUOS
SUPERIOR	<i>Calliandra pittieri</i>	4
	<i>Delostoma integrifolium</i>	9
	Otras	3
	<b>Total</b>	<b>16</b>
MEDIO	<i>Calliandra pittieri</i>	5
	<i>Delostoma integrifolium</i>	4
	<i>Vernonanthura patens</i>	4
	Otras	16
	<b>Total</b>	<b>29</b>
INFERIOR	<i>Delostoma integrifolium</i>	11
	<i>Siparuna lepidota</i>	10
	<i>Calliandra pittieri</i>	6
	Otras	29
	<b>Total</b>	<b>56</b>

En el bosque se observa en la figura 9 una dominancia de especies en el piso inferior. La razón por la que en este estrato se presenta el mayor número de individuos, fue por el dominio de las especies más abundantes del bosque *Delostoma integrifolium* y *Calliandra pittieri* Standl (Ver tabla 14). Además que en este estrato fue dominado por especies de rápido crecimiento (están dentro de las especies heliófitas), las cuales se encuentran en estadios jóvenes de crecimiento. En un estudio de un bosque secundario de edad similar al presente estudio realizado por Salazar (2001), presentó que el estrato con mayor número de individuos es el estrato medio. La razón puede ser que el presente bosque de estudio es dos años menor, ya que las condiciones climáticas son similares. Entonces esto justifica la proporción que a mayor edad del bosque, mayor es la altura.

#### 4.6.1.1 Perfil vertical del bosque

Con los resultados se obtiene el perfil vertical del bosque, el cual indica la distribución de las especies en cada uno de los estratos.

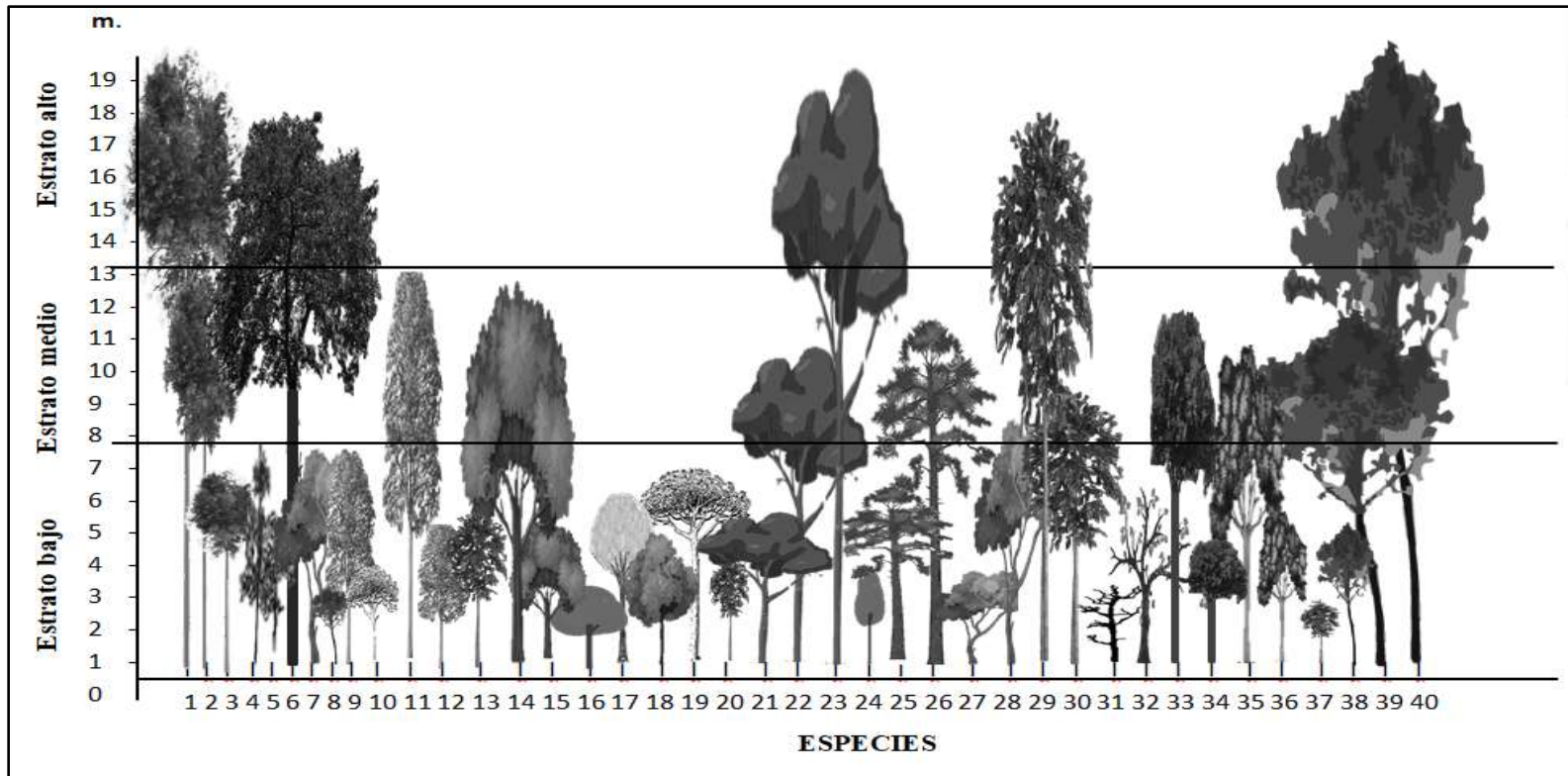


Figura 10. Perfil vertical del bosque

1,2,3 *Delostoma integrifolium*; 4 *Cousapoa contorta*; 5 *Hedyosmum racemosum*; 6 *Roupala monosperma*; 7 *Cecropia maxima*; 8 *Weinmannia balbisiana*; 9 *Meliosma gracilis*; 10 *Piptocoma decolorarse* 11, 12 *Vernonanthura patens*; 13 *Bellusia sp*; 14, 15 *Myrcia coriacea*; 16 *Guatteria ecuadorensis*; 17 *Myrciantes orthostemo*; 18 *Solanum lepidotu*; 19 *Rustia alba*; 20 *Bellusia sp*; 21, 22, 23 *Clusia L*; 24 *Miconia sp*; 25,26 *Myrsine coriaceae*; 27, 28 *Siparuna lepidota*; 29,30 *Trema micrantha* ;31 Muerto ;32 *Toxicodendron striatum*; 33, 34 *Eugenia sp*; 35, 36 *Rhamnus granulosa* ; 37 *Dendropanax arboreus*; 38, 39, 40 *Calliandra pittieri*.

En el perfil vertical del bosque se puede observar que las especies como *Delostoma integrifolium*, *Clusia crenata*, *Calliandra pittieri*, se encuentran en los tres estratos, estas son las especies más abundantes entonces existen mayor cantidad de semillas y por ende los individuos están en frecuente regeneración. Y gran parte de las especies se encuentran solamente en uno o dos estratos, entre ellas se encuentran especies esciófitas que son las que no caracterizan a un bosque en esta edad.

Clasificación de estratos por parcelas

**Tabla 15**

*Especies y número de individuos por piso y parcela.*

<b>PISO</b>	<b>PARCELA</b>	<b>ESPECIE</b>	<b>N° DE INDIVIDUOS</b>
<b>SUPERIOR</b>	1	<i>Vernonanthura patens</i>	3
		<i>Myrcia coriacea</i>	2
		Otras	2
	2	<i>Delostoma integrifolium</i>	8
		<i>Calliandra pittieri</i>	4
		Otras	3
	3	<i>Cousapoa contorta</i>	3
		Otras	6
	<b>MEDIO</b>	1	<i>Delostoma integrifolium</i>
<i>Vernonanthura patens</i>			2
Otras			6
2		<i>Calliandra pittieri</i>	3
		<i>Cecropia</i>	2
		Otras	4
3		<i>Siparuna lepidota</i>	9
		<i>Delostoma integrifolium</i>	6
		Otras	5
<b>INFERIOR</b>	1	<i>Myrsine coriacea</i>	2
		<i>Myrcia sp</i>	2
		Otras	2
	2	<i>Calliandra pittieri</i>	5
		<i>Palicourea amethystina</i>	4
		Otras	10
	3	<i>Delostoma integrifolium</i>	3
		Otras	2

En la estructura vertical, los estratos están definidos por diferentes condiciones microambientales y se conforman por individuos que han encontrado un lugar adecuado para satisfacer sus necesidades energéticas (Valerio y Salas, 1997). En este caso las especies que dominan la estructura vertical del bosque en el piso superior son *Delostoma integrifolium*, *Calliandra pitteri*, entonces estas son las especies que poseen mayor adaptación en el bosque.

Morales (2010) en un estudio realizado en base a bosques secundarios de diferentes edades, determinó que existe un aumento de la altura máxima promedio conforme la sucesión del bosque es mayor, esto justifica el bosque de este estudio presenta una altura máxima de 7,10 metros, mientras que la altura máxima de los bosques aledaños de 30 y 50 años es de 14 y 27 metros respectivamente (Guerrero y Rivadeneira, Sin publicar).

#### 4.6.2 Estructura horizontal

Clasificación de clases diamétricas por bosque

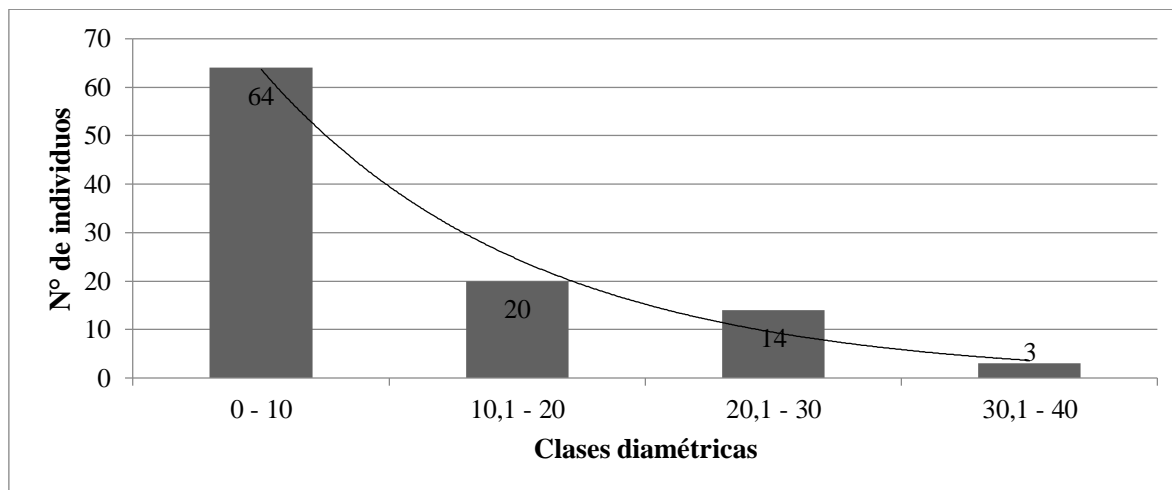


Figura 11. Estructura horizontal

**Tabla 16***Especies y número de individuos por clase diamétrica en el bosque.*

<b>CLASE</b>	<b>ESPECIE</b>	<b>Nº DE INDIVIDUOS</b>
<b>0 - 10</b>	<i>Siparuna lepidota</i>	9
	<i>Delostoma integrifolium</i>	7
	<i>Calliandra pittieri</i>	6
	Otras	42
	<b>Total</b>	<b>64</b>
<b>10 - 20</b>	<i>Delostoma integrifolium</i>	8
	<i>Calliandra pittieri</i>	6
	Otras	6
	<b>Total</b>	<b>20</b>
<b>20 - 30</b>	<i>Delostoma integrifolium</i>	9
	<i>Calliandra pittieri</i>	3
	Otras	2
	<b>Total</b>	<b>14</b>
<b>30 - 40</b>	<i>Trema micrantha</i>	1
	<i>Roupala monosperma</i>	1
	<i>Clusia L.</i>	1
	Otras	0
	<b>Total</b>	<b>3</b>

En la figura 11 se observa en la estructura horizontal una “J” invertida, que, según Louman et al.,(2001) esta es una característica de los bosques secundarios jóvenes, y según Manzanero, (2004) la “J” invertida es una característica de la mayoría de especies de bosques tropicales. Esta característica implica que existe un alto número de individuos en las clases diamétricas menores y un bajo número de individuos en las clases diamétricas superiores. También menciona que éstos bosques corresponden con frecuencia a estructuras mas o menos coetáneas. Esto fue lo que ocurrió en el bosque de estudio, pues gran parte de los individuos se encuentran en las clases menores y es una señal de que el bosque posee un buen reclutamiento. Lamprecht citado por Martínez (2010) menciona que una distribución diamétrica regular es cuando la mayor cantidad de individuos están en las clases menores, esto fundamentalmente es la garantía para la existencia y sobrevivencia de las especies. Lamprecht también afirmó que las reservas de árboles pequeños son en todo momento lo suficientemente abundantes como



para sustituir a los árboles grandes que mueren, en ese aspecto se logra un rendimiento sostenido natural.

Wadsworth (2000) menciona que conforme aumenta la clase diamétrica, la cantidad de individuos disminuye, al ser producto de la competencia y las exigencias lumínicas que requieren algunas especies para la sobrevivencia en el bosque, lo cual resulta una alta mortalidad de especies que no logran adaptarse a las nuevas condiciones ambientales provocadas por la competencia.

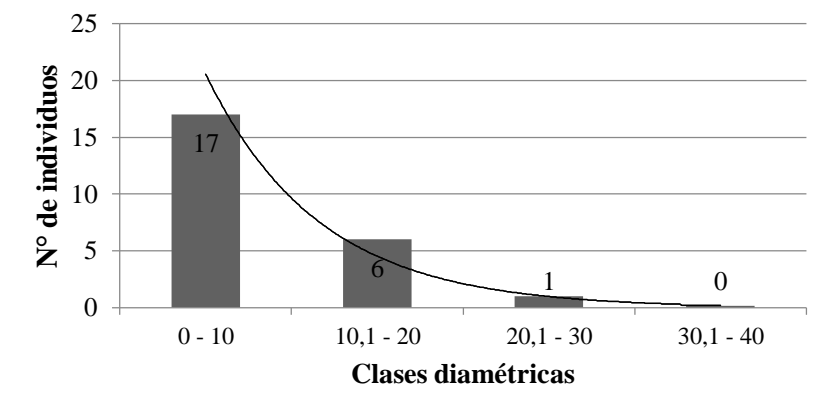
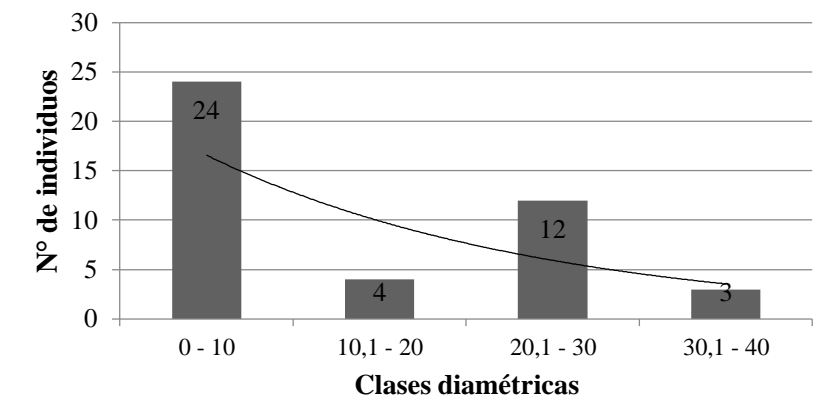
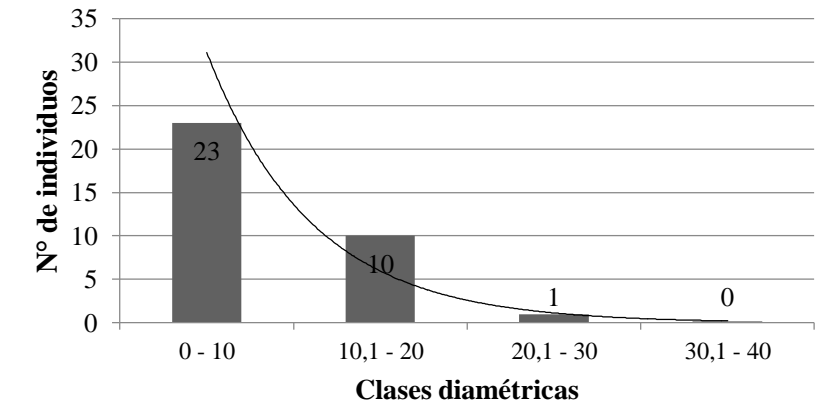
Cómo se menciono anteriormente, en el estudio se encuentra altos valores de abundancia y baja frecuencia, se debe a que la distribución de las especies tiene tendencia a una conglomeración, es decir se forman en grupos pequeños distanciándose unos de otros.

En un estudio en “La Carmelita” realizado en bosque de 17 años de edad presenta el mayor número de individuos en las clases diámtricas de 10-20, 20-30 siendo este un parámetro general que sucede en los bosques de 18, 22, 30 y 35 años de edad (Manzanero, 2004). Si bien, el presente estudio tiene la mayoría de individuos en la clase 0-10, esto se debe a que en el bosque se tomó en cuenta a los individuos desde 1cm de Dap, y el estudio ejemplo de “La Carmelita” tomó en cuenta individuos con DAP >10cm.

En la figura 14 se observa que las especies más abundantes en las clases con mayor número de individuos son *Delostoma integrifolium* y *Calliandra pittieri Standl*, estas son las especies más abundantes en el bosque, y también son especies de rápido crecimiento que en 18 años han logrado tener diámetros de hasta 30 cm. La clase diámtrica menos abundante es la de mayor diámetro, en esta clase se encuentra *Roupala*, es una especie esciófita y solo hay un individuo en el bosque, esto se debe tanto a la juventud del bosque, como al proceso de sucesión de gremios forestales en bosques secundarios.

**Tabla 17**

*Clasificación de número de individuos en las clases diamétricas por parcela.*

Parcela	Gráfico	Línea de Tendencia										
1	 <p>A bar chart showing the number of individuals in four diameter classes for Parcela 1. The y-axis is labeled 'Nº de individuos' and ranges from 0 to 25. The x-axis is labeled 'Clases diamétricas' and has four categories: 0 - 10, 10,1 - 20, 20,1 - 30, and 30,1 - 40. The bars have heights of 17, 6, 1, and 0 respectively. A smooth curve is drawn through the tops of the bars, showing a decreasing trend.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Clases diamétricas</th> <th>Nº de individuos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 - 10</td> <td>17</td> </tr> <tr> <td>10,1 - 20</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>20,1 - 30</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>30,1 - 40</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Clases diamétricas	Nº de individuos	0 - 10	17	10,1 - 20	6	20,1 - 30	1	30,1 - 40	0	“J” invertida
Clases diamétricas	Nº de individuos											
0 - 10	17											
10,1 - 20	6											
20,1 - 30	1											
30,1 - 40	0											
2	 <p>A bar chart showing the number of individuals in four diameter classes for Parcela 2. The y-axis is labeled 'Nº de individuos' and ranges from 0 to 30. The x-axis is labeled 'Clases diamétricas' and has four categories: 0 - 10, 10,1 - 20, 20,1 - 30, and 30,1 - 40. The bars have heights of 24, 4, 12, and 3 respectively. A smooth curve is drawn through the tops of the bars, showing a decreasing trend.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Clases diamétricas</th> <th>Nº de individuos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 - 10</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>10,1 - 20</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>20,1 - 30</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>30,1 - 40</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table>	Clases diamétricas	Nº de individuos	0 - 10	24	10,1 - 20	4	20,1 - 30	12	30,1 - 40	3	“J” invertida
Clases diamétricas	Nº de individuos											
0 - 10	24											
10,1 - 20	4											
20,1 - 30	12											
30,1 - 40	3											
3	 <p>A bar chart showing the number of individuals in four diameter classes for Parcela 3. The y-axis is labeled 'Nº de individuos' and ranges from 0 to 35. The x-axis is labeled 'Clases diamétricas' and has four categories: 0 - 10, 10,1 - 20, 20,1 - 30, and 30,1 - 40. The bars have heights of 23, 10, 1, and 0 respectively. A smooth curve is drawn through the tops of the bars, showing a decreasing trend.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Clases diamétricas</th> <th>Nº de individuos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 - 10</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>10,1 - 20</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>20,1 - 30</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>30,1 - 40</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Clases diamétricas	Nº de individuos	0 - 10	23	10,1 - 20	10	20,1 - 30	1	30,1 - 40	0	“J” invertida
Clases diamétricas	Nº de individuos											
0 - 10	23											
10,1 - 20	10											
20,1 - 30	1											
30,1 - 40	0											

En la tabla 17 se observa las tres gráficas dadas por el número de individuos en las clases diamétricas, y se puede observar que en las tres parcelas existe la dominancia de individuos en las clases diamétricas más bajas, por lo que forma una línea de tendencia en forma de “J” invertida, esto significa que existe un buen reclutamiento.

**Tabla 18**

*Especies y número de individuos por parcela y por clase diamétrica*

CLASE	PARCELA	ESPECIE	Nº DE INDIVIDUOS
<b>0 - 10</b>	1	<i>Myrcia sp</i>	4
		<i>Vernonanthura patens</i>	3
		Otras	10
	2	<i>Calliandra pittieri</i>	6
		<i>Palicourea amesthystina</i>	4
		Otras	14
	3	<i>Siparuna lepidota</i>	9
		<i>Delostoma integrifolium</i>	6
		Otras	8
		<b>Total</b>	<b>64</b>
<b>10 - 20</b>	1	<i>Delostoma integrifolium</i>	3
		<i>Vernonanthura patens</i>	2
		Otras	1
	2	<i>Calliandra pittieri</i>	3
		<i>Delostoma integrifolium</i>	1
		Otras	0
	3	<i>Delostoma integrifolium</i>	4
		<i>Calliandra pittieri</i>	3
		Otras	3
		<b>Total</b>	<b>20</b>
<b>20 - 30</b>	1	<i>Myrcia sp.</i>	1
		Otras	0
	2	<i>Delostoma integrifolium</i>	8
		<i>Calliandra pittieri</i>	3
		Otras	1
	3	<i>Delostoma integrifolium</i>	1
		Otras	0
		<b>Total</b>	<b>14</b>
<b>30 - 40</b>	1	Ninguna	0
	2	<i>Trema micrantha</i>	1
		<i>Roupala monosperma</i>	1
		<i>Clusia L.</i>	1
		Otras	0
	3	Ninguna	0
	<b>Total</b>	<b>3</b>	

En la tabla 18 se observa a las especies y número de individuos que se encuentran en cada clase diamétrica por parcela, siendo la clase 0-10 la que presente mayor número de individuos. También se comprende que *Delostoma integrifolium* y *Calliandra pittieri* se encuentra en todas las clases diamétricas más abundantes, esto se debe a sus características de crecimiento y facilidad de propagación de semillas. También se observa que en la clase diamétrica mayor es casi nulo el número de individuos, esto es porque es un bosque de 18 años aproximadamente y no es común que alcance este tipo de diámetros.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 Conclusiones**

El bosque estudiado está en una etapa de sucesión temprana dominada por especies heliófitas efímeras. Este mismo estadio de evolución explica el número reducido de especies heliofitas durables y esciófitas. Se encontró la cantidad de 27 especies y esto de acuerdo a los índices de diversidad muestran una diversidad media.

El bosque está comprendido por cuatro clases diamétricas, la distribución de los árboles y número de especies por clase diamétrica tomaron forma de “j” invertida, donde la mayor parte de individuos se encuentran en las primeras clases diamétricas y garantiza el equilibrio de los bosques.

Se analizó tres estratos y al ser un bosque joven la mayoría de especies se encuentran en el estrato inferior el cual se encuentra dominado por las especies de rápido crecimiento y por las especies más abundantes del bosque.

#### **5.2 Recomendaciones**

Realizar propuestas de manejo para este tipo de bosques, para mejorar y garantizar la sostenibilidad de estos ecosistemas.

Hacer énfasis en el mejoramiento del valor económico de los bosques secundarios, para ello se debe realizar tratamientos silviculturales con la finalidad de favorecer a las especies de valor comercial.

Realizar más estudios sobre estos ecosistemas ya que en el país la información de bosques secundarios es deficiente.

## BIBLIOGRAFÍA

Academic. (2012). *ACADEMIC*.

Acosta, L. (2012). *Análisis silvigénico de los bosques húmedos tropicales del parque nacional "La Cangreja" Pacífico Central de Costa Rica*. Cartago, Costa Rica.

Acosta, V., Araujo, P., & Iturre M. (2006). *Caracteres estructurales de las masas*. Recuperado de: <http://fcf.unse.edu.ar/archivos/series-didacticas/SD-22-Caracteres-estructurales-ACOSTA.pdf>.

Aguirre, C., & Vizcaíno, M. (2010). *Aplicación de estimadores estadísticos y diseños experimentales en investigaciones forestales*. Ibarra, Ecuador: Universidad Técnica del Norte.

Aguirre, N. (2013). *Estructura y dinámica del ecosistema forestal*. Loja: CITIAB.

Aguirre, Z. (2013). *Guía de métodos para medir la diversidad*. Loja, Ecuador.

Baptista, P. (1967). *La región de Guayacán, Costa Rica y sus posibilidades como reserva biológica*. Turrialba, Costa Rica: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas.

Budowski, Gómez P, & Ewel . (1961;1979,19801). *Bosques secundarios*.

Butler, R. (2009). *MONGABAY.COM*. Obtenido de Los bosques lluviosos: Tipos de bosques: <https://global.mongabay.com/es/rainforests/0103.htm>

Castelán , M., & Arteaga, B. (2008). *Establecimiento de regeneración de Pinus patula Schl. et Cham ., en cortas bajo el método árboles padre*. México.

CATIE. (2001). *Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central*. Turrialba, Costa Rica: CATIE.

- CATIE. (2015). *El bosque secundario en Centroamérica*. Turrialba-Costa Rica.
- CATIE. (2016). Definición de bosques secundarios y degradados en Centroamérica. *CATIE*, 12 - 13.
- Ceccon, E. (2013). *Restauración en bosques tropicales: Fundamentos ecológicos, prácticos y sociales*. México: Díaz de Santos.
- Chacón, P. (2007). *Fijación de carbono en un bosque secundario de la región tropical húmeda de Costa Rica*. *Tierra Tropical*.
- Chokkalingam, U. (2001). *Secondary forest in Asia: Their diversity, importance, and role in future environmental management*. *Journal of Tropical Forest Science*.
- Cuenca, G. (2015). *Paleontología y dinámica de la biósfera* .
- Cuñachi, J. (2012). *Manual práctico de inventarios forestales*. Perú: CORPIAA, ITTO.
- Dam, O. (2001). Forest filled with gaps. Effects of gap size on water and nutrient cycling in tropical rain forest. Georgetown, Guyana: TROPENBOS.
- De Jong, W., & Chokkalingam, U. (2001). Secondary forest: a working definition and typology. *International Forestry Review*, 19.
- De la Fuente, S. (2011). *Análisis conglomerados*. Madrid.
- De La Salas , G. (2002). *Los bosques secundarios de América tropical, perspectivas para su manejo sostenible*. Bogotá, Colombia.
- Emrich , A., Pokorny, B., & Sepp, C. (2000). *Importancia del manejo de los bosques secundarios para la política de desarrollo*. Eschborn: Investigación de los bosques tropicales.

- Enríquez, A. (2016). *Composición florística en cuatro sistemas agroforestales y dos bosques secundarios ubicados al sur de la Provincia de Manabí, Ecuador*. Quito, Ecuador: PUCE.
- FAO. (2000). *Inventarios Forestales y Biodiversidad*. AGRIS.
- FAO. (2005). *Actualización de la evaluación de los recursos forestales mundiales a 2005- Términos y definiciones (Versión definitiva)*. Roma.
- FAO. (2008). *Determinación de gremios ecológicos de ocho especies arbóreas de un bosque tropical de jalisco, México*. México.
- FAO. (2015). *Conjunto de herramientas para la Gestión Forestal Sostenible*.
- FAO. (2016). *El estado de los bosques del mundo*.
- Finegan, B. (1992). *El potencial de manejo de los bosques húmedos secundarios neotropicales de las tierras bajas*. Turriabla, Costa Rica.
- Fuentes, J. (2001). *Iniciación a la botánica*. Madrid: Mundi - Prensa.
- Funkushima, M. (2008). *Secondary forest succession after the cessation of swidden cultivation in the montane forest area in Northern Thailand*.
- Gallegos, A., González, G., Hernández, E., & Castañeda, J. (2008). “*determinación de gremios ecológicos de ocho especies arbóreas de un bosque tropical de jalisco, méxico*”. México.
- García, A. (1991). La dispersión de las semillas. *Ciencias*, 3-6.
- Gentry, A. (2009). *Flora de Colombia, Bignoniaceae*. Bogotá, Colombia: Missouri Botanical Garden.



- Gómez-Pompa, A. (1979). *Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz*. México: Continental S.A.
- Guariguata, M., & Ostertag, R. (2001). *Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics*.
- Guerrero, H., & Rivadeneira, P. (Sin publicar). *Estructura y composición florística de un bosque secundario en el sector Nangulví Alto, Provincia de Imbabura*. Ibarra, Ecuador.
- Guiraldo, D. (2000). *Variación de la diversidad florística en un mosaico sucesional en la cordillera central andina (Antioquia, Colombia)*. Antioquia: Instituto de Botánica Darwinion.
- Jadán, O., Toledo, C., Tepán, B., Cedillo, H., Peralta, Á., Zea, P., . . . Vaca, C. (2017). Comunidades forestales en bosques secundarios alto-andinos (Azuay, Ecuador). *Bosque*, 142.
- Louman, B., Quirós, D., & Nilsson, M. (2001). *Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central*. Turrialba, Costa Rica: CATIE.
- MAE. (2018).
- Magurran, A. E. (1989). *Diversidad ecológica y su medición*. España.
- Manzanero, M. (2003). *Estructuras del bosque*. San Andrés, Guatemala: Estación biológica Las Guacamayas.
- Manzanero, M. (2004). *Plan silvicultural en unidades de manejo forestal*. Petén, Guatemala: PROARCA.

- Márquez, E. (2000). *Estudio de distribución horizontal y densidad en bosques de Nothofagus glauca (Phil.) Krasser*. Obtenido de <http://prof.usb.ve/ejmarque/cursos/ea2181/core/desp02.html#top>
- Martínez, J. (2010). *Caracterización de la estructura horizontal en un bosque húmedo de colina baja entre los distritos de Villa Jenaro Herrera y Yaquerana*. Iquitos, Perú.
- Mayo, E. (1965). *Algunas características ecológicas de los bosques inundables de Darien, Panamá*. Turrialba, Costa Rica.
- MINAGRI, M. (2015). *Diversidad de especies de Perú*. Lima- Perú.
- Morales , M. (2010). *Composición florística, estructura, muestreo diagnóstico y estado de conservación de una cronosecuencia de bosques tropicales del corredorbiológico osa, costa rica*. Cartago, Costa Rica.
- Morales , M., Vílchez, B., L., R., Ortega, M., Ortiz, E., & Guevara, M. (2012). *Diversidad y estructura horizontal en los bosques tropicales del Corredor Biológico de Osa, Costa Rica*. Revista Forestal Mesoamericana KURÚ, 22.
- Morales, M. (2010). *Composición florística, estructura, muestreo diagnóstico y estado de conservación de una cronosecuencia de bosques tropicales del corredor biológico OSA, Costa Rica*. Cartago, Costa Rica.
- Mostacedo, B., & Fredericksen, T. (2000). *Manual de Métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal*. Santa Cruz, Bolivia.
- Palacios, B., Aguirre, Z., & Lozano, D. (2015). *Experiencias de enriquecimiento forestal en bosque secundario en la microcuena "El Padmi", Zamora Chinchipe Ecuador*. CEDAMAZ, 8-9.

- Palacios, W. (2004). *Los gremios forestales en los bosques tropicales húmedos del Ecuador*. Lyonia, 34.
- Pinto, E., Pérez, Á., Ulloa, C., & Cuesta, F. (2018). *Árboles representativos de los bosques montanos del Noroccidente de Pichincha, Ecuador*. Quito, Ecuador: CONDESAN.
- Quirós, D., & Finegan, B. (1996). *Silvicultura y Manejo de Bosques Tropicales: Manejo en un bosque muy húmedo premontano, Área de demostración e investigación La Tirimbina*. Sarapiquí, Costa Rica: CATIE.
- Rivadeneira, J., Robalino, L., & Estrella, E. (2004). *Vivir en los Andes Occidentales de Cotacachi*. Fundación Brethren y Unida, 2004.
- Rivas, D. (2006). *Evacuación de los recursos forestales*. México: Chapingo.
- 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*. . Cartago: TEC.
- Smith, J., Sabogal, C., De Jong, W., & Kaimowitz, D. (1997). *Bosques secundarios como recurso para el desarrollo rural y la conservación ambiental en los trópicos de América Latina*. Centroamérica, Suramérica y El Caribe: CENTER FOR INTERNATIONAL FORESTRY RESEARCH.
- Somarriba, E. (1999). *Agroforestería de las Américas*. Obtenido de Diversidad de Shannon: <http://www.sidalc.net/REPDO/A3377E/A3377E.PDF>
- Spittler, P. (2001). *Investigación de Bosques Tropicales: Potencial de manejo de los bosques secundarios en la zona seca del noroeste de Costa Rica*. Eschborn, Alemania: Deutsche Gesellschaft für.

- Tepán , B., & Toledo, C. (2016). *Diversidad y estructura en bosques secundarios andinos del Cantón Cuenca, Provincia del Azuay*. Cuenca, Ecuador.
- Torres, A. (2018). El proyecto minero en Íntag polariza a los habitantes. *EL COMERCIO*.
- Valerio, J., & Salas, C. (1997). *Selección de prácticas silviculturales para bosques. Manual Técnico. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible*. Santa Cruz, Bolivia: El País.
- Vásquez, Á. (2008). *Métodos de medición a nivel de especies: Biodiversidad Alfa*. Lambayeque, Perú.
- Vílchez , B., Chazdon, R., & Milla, V. (2008). *Dinámica de la regeneración en cuatro bosques secundarios tropicales de la región Huetar Norte, Costa Rica. Su valor para la conservación o uso comercial*. Huetar Norte, Costa Rica: Recursos Naturales y Ambiente.
- Vinueza, M. (2012). *Manejo sostenible de bosques secundarios*. Ecuador Forestal .
- Viquez, M. (1995). *Criterios para la toma de decisiones para manejar un bosque seco secundario en Vergel de Cañas*. Costa Rica.