



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

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

### **CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**Anteproyecto de trabajo de titulación presentado como requisito  
previo a la obtención de título de Ingeniería Forestal**

## **ANÁLISIS DE ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DEL BOSQUE SIEMPRE VERDE MONTANO BAJO DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL LA FAVORITA**

### **AUTOR**

**Ipiales Guamán Stalin Bladimir**

### **DIRECTOR**

**Ing. Carvajal Benavides José Gabriel MSc.**

**IBARRA-ECUADOR**

**2022**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS

AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

## ANÁLISIS DE ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DEL BOSQUE SIEMPRE VERDE MONTANO BAJO DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL LA FAVORITA

Trabajo de titulación revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza la  
presentación

como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO/A FORESTAL**

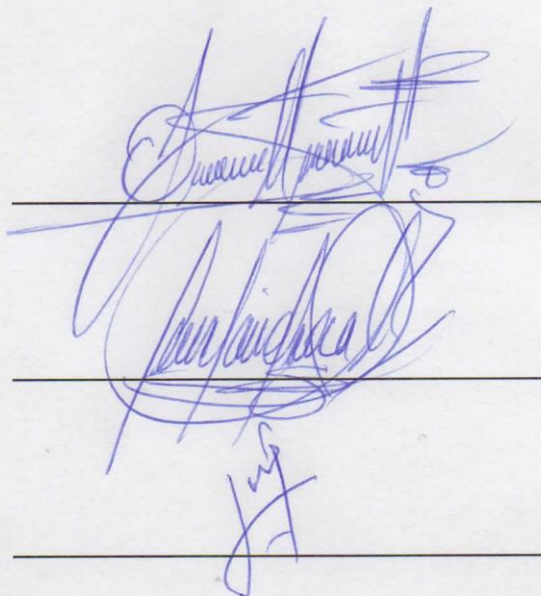
### APROBACIÓN

#### APROBADO

Ing. José Gabriel Carvajal  
Benavides M. Sc.  
**Director de trabajo de  
titulación**

Ing. Eduardo Jaime Chagna Ávila  
MSc.  
**Tribunal de trabajo de  
titulación**

Ing. Jorge Luis Cué García PhD.  
**Tribunal de trabajo de  
titulación**



Ibarra – Ecuador

2022



# 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 Orgánica 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>	1004541973	
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Ipiales Guamán Stalin Bladimir	
<b>DIRECCIÓN:</b>	Elejido de Caranqui	
<b>EMAIL:</b>	sbipialesg@utn.edu.ec	
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	2660397	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b> 0988632537

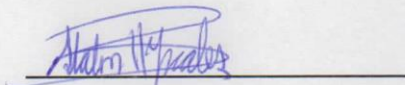
DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	ANÁLISIS DE ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DEL BOSQUE SIEMPRE VERDE MONTANO BAJO DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL LA FAVORITA
<b>AUTOR/A:</b>	Ipiales Guamán Stalin Bladimir
<b>FECHA:</b>	14-6-2022
SOLO PARA TRABAJOS DE TITULACIÓN	
<b>PROGRAMA:</b>	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniería Forestal
<b>DIRECTOR:</b>	Ing. José Gabriel Carvajal Benavides MSc.

## 2. CONSTANCIA

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

Ibarra, a los 14 días del mes de junio del 2022

**EI/LA AUTOR/A**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Stalin Bladimir", is written over a horizontal line.

Ipiales Guamán Stalin Bladimir

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

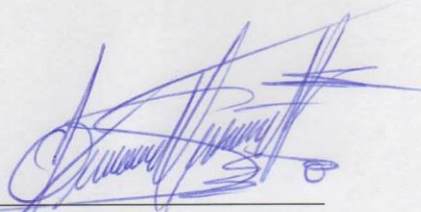
**Guía:** , FICAYA - UTN

**Fecha:** 14-6-2022

**Ipiales Guamán Stalin Bladimir: ANÁLISIS DE ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DEL BOSQUE SIEMPRE VERDE MONTANO BAJO DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL LA FAVORITA** /Trabajo de titulación. Ingeniera Forestal. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Forestal. Ibarra, 79 páginas.

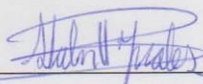
**DIRECTOR:** Ing. José Gabriel Carbajal Benavides

El objetivo principal de la presente investigación fue determinar la estructura y composición florística del bosque siempre verde montano bajo de La estación experimental La Favorita. Entre los objetivos específicos se encuentran: Analizar la estructura vertical y horizontal del bosque, determinar la diversidad florística del bosque estudiado.



Ing. José Gabriel Carbajal Benavides MSc.

**Director de trabajo de titulación**



Ipiales Guamán Stalin Bladimir

**Autor**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo se lo dedico a mi familia la cual me brindo su apoyo en cada etapa de mi formación profesional.

A mis padres José Luis Ipiales Y Carmen Elena Guamán los cuales siempre apoyaron y brindaron consejos motivándome en el desarrollo de este trabajo.

A mis hermanos que siempre confiaron en mí y fueron mi motivo de salir adelante.

A mis abuelitos que fueron los que me motivaron a ingresar la universidad, además, me enseñaron a ser una persona responsable y luchar por mis sueños.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por mantener a mi familia unida la cual fue el motor de motivación en el mi desarrollo profesional.

A la Universidad Técnica del Norte quien me dio la oportunidad de formarme profesionalmente, así como también al Ing. Gabriel Carbajal por dirigir mi trabajo de titulación y estar ayudándome en el desarrollo de este.

A el Dr. Jorge Cué y al Ing. Eduardo Chagna que con su experiencia y conocimiento me guiaron y aportaron en el desarrollo de mi trabajo de titulación.

A todos los docentes de carrera de Ingeniería Forestal los cuales me fueron parte importante en mi formación profesional. Finalmente, a mis compañeros que siempre estuvieron apoyándome y creyeron en mí.

A todos mil gracias

## **LISTA DE SIGLAS**

**DAP:** Diámetro a la Altura del Pecho

**CODA:** Código Orgánico del Ambiente

**FAO:** Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura

**GAD:** Gobierno Autónomo Descentralizado

**MAE:** Ministerio del Ambiente del Ecuador

**OIMT:** Organización Internacional de Maderas Tropicales



## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>RESUMEN .....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>x</b>
<b>CAPITULO I .....</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Problema de investigación.....	1
1.2. Justificación .....	2
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. Objetivo General.....	3
1.3.2. Objetivos Específicos .....	3
1.4. Preguntas de investigación .....	3
<b>CAPITULO II.....</b>	<b>4</b>
<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>4</b>
2.1. Fundamentación Legal .....	4
2.1.1. Constitución de la república del Ecuador (2008). .....	4
2.1.2. Código Orgánico del Ambiente (CODA).....	4
2.1.3 Línea de investigación de la Universidad Técnica del Norte .....	4
2.2. Fundamentación teórica.....	5
2.2.1. Bosques siempre verdes montanos bajos .....	5
2.2.2. Composición florística.....	5
2.2.3. Estructura de bosque.....	6
2.2.3.1. Estructura horizontal.....	6
2.2.3.1.1. Abundancia .....	7
2.2.3.1.2. Densidad .....	7
2.2.3.1.3. Frecuencia.....	8

2.2.3.1.4. Dominancia.....	8
2.2.3.1.5. Índice de valor de importancia .....	9
2.2.3.2. Estructura vertical.....	9
2.2.4. Dinámica.....	10
2.2.4.1. Mortalidad y natalidad.....	11
2.2.4.2. Longevidad fisiológica y ecológica.....	11
2.2.4.3. Reclutamiento.....	11
2.2.5. Diversidad.....	12
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>13</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>13</b>
3.1. Ubicación del lugar.....	13
3.1.1. Política.....	13
3.1.3. Límites.....	14
3.2. Características edafoclimáticas.....	14
3.2.1. Suelos .....	14
3.2.2. Clima .....	14
3.2.3. Ecosistemas .....	15
3.3. Materiales equipos y softwares.....	15
3.4. Metodología.....	16
3.4.1. Universo .....	16
3.4.2. Muestra.....	16
3.4.3. Muestreo .....	16
3.5.4. Desarrollo .....	17
3.5.4.1. Establecimiento de la parcela.....	17
3.5.4.3. Registro de datos en campo.....	18

3.5.4.5. Identificación de especies.....	20
3.5.4.6. Composición florística.....	21
3.5.4.7. Estructura diamétrica del bosque.....	21
3.5.4.8. Parámetros dasométricos.....	21
3.5.4.9. Análisis de estructura horizontal .....	22
3.5.4.10. Análisis de estructura vertical. ....	24
3.5.4.11 Regeneración natural .....	26
3.5.4.12. Índice del valor de importancia ampliado (IVIA) .....	26
3.5.4.13. Análisis de diversidad biológica.....	26
<b>CAPITULO IV.....</b>	<b>29</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>29</b>
4.1. Composición florística.....	29
4.2. Análisis estructural .....	31
4.2.1. Estructura horizontal.....	31
4.2.1.1. Distribución de clases diamétricas .....	31
4.2.1.2. Parámetros de la estructura horizontal.....	32
4.2.2. Estructura vertical.....	34
4.2.2.1. Distribución de especies en el perfil vertical.....	34
4.2.3. Regeneración natural .....	38
4.2.4. Índice de valor de importancia ampliado (IVIA) .....	40
4.2.5. Diversidad.....	41
<b>CAPITULO V .....</b>	<b>43</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>43</b>
5.1. Conclusiones.....	43
5.2. Recomendaciones .....	44

<b>CAPÍTULO VI.....</b>	<b>45</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>45</b>
<b>CAPÍTULO VII.....</b>	<b>55</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>55</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Coordenadas geográficas de parcela permanente en la Estación Experimental La Favorita. (DATUM: WGS84, ZONA 17 S).</i> .....	13
<b>Tabla 2</b> <i>Materiales, equipos y softwares empleados en el desarrollo de la investigación.</i> 15	
<b>Tabla 3</b> <i>Interpretación de valores obtenidos por el índice de Shannon.</i> .....	27
<b>Tabla 4</b> <i>Interpretación de valores obtenidos del índice de Simpson</i> .....	28
<b>Tabla 5</b> <i>Especies registradas en 1 ha del bosque montano de la Estación Experimental La Favorita.</i> .....	30
<b>Tabla 6</b> <i>Análisis de Abundancia, Frecuencia, Dominancia y Índice de valor de importancia de especies representativas del bosque siempre verde montano bajo de la Estación Experimental La Favorita.</i> .....	34
<b>Tabla 7</b> <i>Valor sociológico de los estratos del bosque siempre verde montano bajo en la Estación Experimental La Favorita</i> .....	37
<b>Tabla 8</b> <i>Especies con mejor distribución en el perfil vertical del bosque siempre verde montano bajo de la Estación Experimental La Favorita</i> .....	37
<b>Tabla 9</b> <i>Parámetros estructurales de individuos de la categoría latizal</i> .....	38
<b>Tabla 10</b> <i>Parámetros estructurales de individuos de la categoría de brinzales</i> .....	40
<b>Tabla 11</b> <i>Parámetros estructurales de una hectárea de bosque montano bajo de la Estación Experimental La Favorita.</i> .....	55
<b>Tabla 12</b> <i>Posición sociológica de especies del bosque montano bajo de la Estación Experimental La Favorita.</i> .....	57
<b>Tabla 13</b> <i>Cálculo del índice de Shannon de una hectárea de bosque montano bajo de la Estación Experimental La Favorita.</i> .....	59

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Mapa de ubicación del área de estudio.</i> .....	14
<b>Figura 2</b> <i>Diseño de parcela permanente de medición.</i> .....	17
<b>Figura 3</b> <i>Criterios técnicos para medición de DAP.</i> .....	19
<b>Figura 4</b> <i>Modelo de codificación de individuos</i> .....	19
<b>Figura 5</b> <i>Estructura diamétrica del bosque siempre verde montano bajo de la Estación Experimental La Favorita</i> .....	32
<b>Figura 6</b> <i>Representación del perfil vertical del bosque siempre verde montano bajo de la Estación Experimental La Favorita</i> .....	36
<b>Figura 7</b> <i>Especies con mayor importancia ecológica del bosque siempre verde montano bajo</i> .....	41

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Área basal .....	21
Ecuación 2 Abundancia absoluta.....	22
Ecuación 3 Abundancia relativa .....	22
Ecuación 4 Frecuencia absoluta .....	22
Ecuación 5 Frecuencia relativa.....	23
Ecuación 6 Dominancia absoluta .....	23
Ecuación 7 Dominancia relativa.....	24
Ecuación 8 Índice de valor de importancia ecológica .....	24
Ecuación 9 Valor sociológico.....	25
Ecuación 10 Posición sociológica absoluta .....	25
Ecuación 11 Posición sociológica relativa .....	25
Ecuación 12 Índice de importancia ecológica ampliado.....	26
Ecuación 13 Índice de diversidad de Shannon.....	27
Ecuación 14 Índice de dominancia de Simpson .....	27
Ecuación 15 Índice de equidad de Pielou .....	28

**TÍTULO:** “ANÁLISIS DE ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DEL BOSQUE SIEMPRE VERDE MONTANO BAJO DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL LA FAVORITA”

**Autor:** Ipiales Guamán Stalin Bladimir

**Director de trabajo de titulación:** Ing. Carvajal Benavides José Gabriel MSc.

**Año:**2022

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en el bosque siempre verde montano bajo de la Estación Experimental La Favorita, ubicada en la parroquia de San José de Alluriquín, Santo Domingo de los Tsáchilas. El objetivo fue determinar la estructura y composición florística de este bosque. Se empleó una parcela permanente de medición anidada de 100m x 100m (1 ha) dividida en 25 subparcelas de 20 x 20m (400m<sup>2</sup>), en la cual se registró árboles con DAP > 10cm, de la misma forma se instalaron nueve subparcelas de 5m x 5m (25m<sup>2</sup>) registrando árboles con DAP entre 5 a 10 cm y nueve subparcelas de 2m x 2m (4m<sup>2</sup>) para individuos con DAP < a 5 cm. Se analizó el perfil horizontal del bosque a través del cálculo de parámetros de: abundancia, dominancia, frecuencia e importancia ecológica. Para el análisis del perfil vertical fue necesario el uso de diagramas de dispersión de copas, análisis de posición sociológica y finalmente se calculó el índice de valor de importancia ampliado. Sumado a esto, se analizó la diversidad florística a través de los índices de Shannon, Simpson y Pielou. Se registró un total de 27 familias, 38 géneros y 42 especies de las cuales las familias Lauraceae, Meliaceae y Euphorbiaceae son las más diversas. Las especies con mayor abundancia, dominancia y frecuencia son *Ficus cervantesiana*, *Croton floccosus*, *Delostoma integrifolium* y *Nectandra acutifolia*. En el perfil vertical del bosque existe una distribución continua de individuos, en el cual, las especies con mejor distribución a través del análisis de posición sociológica son: *Delostoma integrifolium*, *Nectandra acutifolia*, *Meriana acostae*, *Ficus cervantesiana* y *Croton floccosus*. Las especies con mayor importancia ecológica son *Nectandra acutifolia*, *Nectandra membranacea*, *Delostoma integrifolium* y *Ficus cervantesiana*. La regeneración natural del este bosque presenta altas cantidades de individuos < 5cm de DAP, mientras por el contrario solo se registraron 20 individuos con DAP entre 5 a 10 cm, en ambos casos las especies con mayor abundancia, frecuencia y dominancia son *Nectandra acutifolia* y *Nectandra membranacea*. El análisis de diversidad mostró que este bosque presente una



diversidad media registrando valores de 2.91 para el índice de Shannon, 0.82 empleando el índice de Pielou y 0.92. En el caso del índice de Simpson, debido a los valores obtenidos se considera que dentro de este tipo de bosque existe una distribución de riqueza equitativa para la mayoría de las especies de tal manera que no existe dominancia por ninguna especie en particular.

**Palabras clave:** abundancia, diversidad, dominancia, estructura, frecuencia, posición sociológica

**TITLE:** “ANALYSIS OF STRUCTURE AND FLORISTIC COMPOSITION OF THE EVERGREEN LOW MONTANO FOREST OF LA FAVORITA EXPERIMENTAL STATION”

**Author:** Ipiales Guamán Stalin Bladimir

**Director of degree work:** Ing. Carvajal Benavides José Gabriel MS. c

**Year:**2022

### **ABSTRACT**

This research was conducted in the lower montane forest at the La Favorita Experimental Station located in the parish of San José de Alluriquín, province of Santo Domingo de Los Tsáchilas using a permanent nested measurement plot of 100m x 100m (1 ha) divided into 25 subplots of 20 x 20m (400m<sup>2</sup>) in which trees with DBH > 10cm were recorded, in the same way, nine subplots of 5m x 5m (25m<sup>2</sup>) were installed, registering trees with DBH between 5 to 10 cm and nine subplots of 2m x 2m (4m<sup>2</sup>) for individuals with DBH < 5 cm. The horizontal profile of the forest was analyzed through the calculation of parameters: abundance, dominance, frequency and ecological importance while for the analysis of the vertical profile it was necessary to use crown dispersion diagrams, analysis of sociological position and finally the expanded ecological importance considering the different categories of regeneration, added to this, the floristic diversity was analyzed through the Shannon, Simpson, and Pielou indexes. This low montane forest is considered disetaneous in which a total of 27 families, 38 genders, and 42 species were recorded, of which the families Lauraceae, Meliaceae, and Euphorbiaceae are the most diverse. The species with the highest abundance, dominance, and frequency are *Ficus cervantesiana*, *Croton floccosus*, *Delostoma integrifolium*, and *Nectandra acutifolia*. In the vertical profile of the forest, there is a continuous distribution of individuals, in which the species with the best distribution through sociological position analysis are: *Delostoma integrifolium*, *Nectandra acutifolia*, *Meriana acostae*, *Ficus cervantesiana*, and *Croton floccosus*. The species with the greatest ecological importance are *Nectandra acutifolia*, *Nectandra membranacea*, *Delostoma integrifolium* and *Ficus cervantesiana*. The natural regeneration of this forest presents high amounts of individuals < 5cm DAP, while on the contrary only 20 individuals with DAP between 5 to 10 cm were recorded, in both cases the species with greater abundance, frequency and dominance are *Nectandra acutifolia* and *Nectandra*

*membranacea*. The diversity analysis revealed that this forest has significant average diversity, with Shannon index value of 2.91. Pielou index value of 0.81 and Simpson index value of 0.92. Also, based on the results, it is assumed that within this sort of forest, there is an equal distribution of richness for most species, implying no single species has dominance.

**Keywords:** abundance, diversity, dominance, structure, frequency. sociological position

# CAPITULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. Problema de investigación

Los ecosistemas montanos son considerados ecosistemas de gran importancia, debido a que albergan altos niveles de biodiversidad, especialmente florística de la región andina (Kvist *et al.* 2006). Su diversidad biológica se debe a la influencia que ejercen factores como la geomorfología, el gradiente altitudinal, la altura de las montañas y la gradiente térmico vertical (La Torre *et al.* 2007).

Los bosques siempre verdes montanos bajos son una clasificación de los bosques montanos. Reconocidos como las principales prioridades de conservación mundial por ser *hot spots* de diversidad y ecorregiones prioritarias, pues dentro de estos ecosistemas habitan una gran cantidad de especies amenazadas y en peligro de extinción (Orme *et al.* 2005).

Los estudios sobre estos ecosistemas se consideran aun deficientes, se estima que dentro de estos bosques existen más de 20000 especies de plantas endémicas de los Andes (Myers *et al.* 2000); y pese a los esfuerzos que desarrollan cada país por cuantificar las especies, muchos inventarios de diversidad vegetal aún se consideran incompletos (Célleri y Feyen, 2009); debido a esto los conocimientos sobre estos ecosistemas son aún superficiales, incluso en las especies vegetales que los conforman, así como el estado actual de los mismos, las interacciones entre especies y las diferentes funciones que desarrollan este tipo de ecosistema (Tiessen, 2011).

En el Ecuador la pérdida de bosques es alarmante en el periodo 2016-2018 de acuerdo con el Ministerio del Ambiente alrededor de 60000 ha de bosques quedaron deforestadas (Aguilar *et al.* 2020) sin ser la excepción los bosques siempre verdes montanos bajos. Siendo los ecosistemas menos conocidos y mayormente amenazados (Pinto *et al.*, 2018). La principal amenaza es la expansión de las fronteras agrícolas y ganaderas, que junto con el desarrollo urbano degradan continuamente estos espacios naturales. (Ministerio del Ambiente Ecuatoriano [MAE] & Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura [FAO], 2015).

La Estación Experimental La Favorita de la Universidad Técnica del Norte ubicada en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. Espacio destinado para la investigación y formación de ingenieros forestales. De acuerdo con el Gobierno Autónomo Descentralizado [GAD] de Alluriquín (2015) en su plan de ordenamiento territorial 2015-2019 cuenta con una extensión de 504 ha de las cuales un 90% corresponde bosque nativo. Sin embargo, existen escasos estudios acerca del estado y composición florística de este ecosistema, generándose un vacío de conocimiento sobre su biodiversidad que dificulta su manejo y conservación.

## **1.2. Justificación**

En la actualidad el conocimiento sobre la composición biológica de los bosques es un factor importante para su conservación. Dichos estudios permiten conocer la diversidad, la distribución y fisionomía, facilitando comprender como se encuentra la estructura de los bosques, la dinámica y la fragilidad a los cambios generados por actividades humanas, considerándose la base para el desarrollo de planes de conservación y uso sostenible. (Rodríguez y Arroyo, 2004).

El presente trabajo surge de la necesidad de conocer la composición florística del bosque siempre verde montano bajo debido a la escasa información existente, se busca comprender las interacciones de especies vegetales y el estado actual de este tipo de ecosistema.

La investigación pretende proporcionar información acerca de la biodiversidad y distribución de las especies que conforman este tipo de ecosistema, permitiendo comprender la complejidad e importancia de estos bosques, así como también facilitar el desarrollo de planes de manejo y conservación.

La investigación permitirá el desarrollo de nuevas investigaciones relacionadas al bosque siempre verde montano bajo, contribuyendo a la generación de nuevo conocimiento sobre estas formaciones naturales y facilitando un manejo adecuado del área.

### **1.3. Objetivos**

#### ***1.3.1. Objetivo General***

Determinar la estructura y composición florística del bosque siempre verde montano bajo de la Estación Experimental La Favorita

#### ***1.3.2. Objetivos Específicos***

Analizar la estructura vertical y horizontal del bosque

Determinar la diversidad florística del bosque estudiado.

### **1.4. Preguntas de investigación**

¿Cuál es la diversidad florística del bosque siempre verde montano bajo?

¿Qué especies forestales se encuentran presentes en bosque estudiado?

¿Cómo se encuentran distribuidas las especies forestales en el perfil horizontal y vertical del bosque?

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Fundamentación Legal

##### 2.1.1. *Constitución de la república del Ecuador (2008).*

**Art 404.** El patrimonio natural del Ecuador único e invaluable comprende, entre otras, las formaciones físicas, biológicas y geológicas cuyo valor desde el punto de vista ambiental, científico, cultural o paisajístico exige su protección, conservación, recuperación y promoción. Su gestión se sujetará a los principios y garantías consagrados en la Constitución y se llevará a cabo de acuerdo con el ordenamiento territorial y una zonificación ecológica, de acuerdo con la ley.

##### 2.1.2. *Código Orgánico del Ambiente (CODA).*

**Art.30.** Los objetivos del estado relacionados a la biodiversidad

**Objetivo 8.** Promover la investigación científica, el desarrollo y transferencia de tecnologías, la educación e innovación, el intercambio de información y el fortalecimiento de las capacidades relacionadas con la biodiversidad y sus productos, para impulsar la generación del bioconocimiento.

**Art.35.** De la protección de las especies de vida silvestre. Para la protección de la vida silvestre, se establecen las siguientes condiciones a las personas naturales y jurídicas:

**Condición 6.** Promover investigaciones sobre vida silvestre para difundir el bioconocimiento dentro del territorio nacional

##### 2.1.3 *Línea de investigación de la Universidad Técnica del Norte*

La presente investigación se enmarca en la línea de investigación de la Universidad Técnica del Norte: Desarrollo agropecuario y forestal sostenible.

## **2.2. Fundamentación teórica**

### **2.2.1. Bosques siempre verdes montanos bajos**

Los bosques siempre verdes montanos bajos son ecosistemas que encierran altas cantidades de biodiversidad característica de la región andina (Kvist et al. 2006). En las estribaciones orientales este tipo de bosque es continuo y muy húmedos, mientras en las zonas occidentales de Colombia y Ecuador son poco extensos con altas pluviosidades (MAE y FAO, 2015). En general este tipo de bosques presentan una combinación peculiar de humedad, temperatura, geomorfología que determina una alta diversidad florística de diferentes escalas (Gratstein et al. 2008).

Este ecosistema tiene una importancia global ya que además de ser reservorios de biodiversidad brindan excepcionales funciones de regulación hídrica y mantenimiento de la calidad de agua (Bubb et al. 2004). Esto gracias a una dinámica hídrica poco convencional (Bruijzeel, 2001) en donde la niebla transportada por el viento se transforma en un aporte adicional de agua al sistema (Tobón y Arroyave, 2007).

La vegetación de estos bosques presenta árboles grandes y rectos de hasta 25m de altura, con una alta presencia de epífitas. Mientras, en el sotobosque existe alta cantidad de hiervas. Pese, a que existe meses de baja precipitación, la humedad atmosférica se mantiene en buenos niveles. Esto debido a la precipitación horizontal (Sierra, 1999).

Su topografía es accidentada, con pendientes empinadas a escarpadas. Cada especie se encuentra representada por pocos individuos. Las lianas son escasas y la mayoría de los árboles pertenecen a géneros *Oreopanax*, *Weinmannia*, *Cinchona* y *Ocotea*. Las familias de árboles más comunes incluyen Melastomataceae, Rubiaceae, Lauraceae y Euphorbiaceae (MAE, 2012).

### **2.2.2. Composición florística**

La composición florística junto con la diversidad son características de comunidades biológicas que permiten su comprensión y comparación, por una parte, la diversidad abarca dos componentes importantes: la riqueza de especies y la equitatividad. En el primer caso se evalúa la cantidad de especies pertenecientes a una comunidad. En el segundo caso se analiza las proporciones relativas de distribución de



cada especie. La composición florística se comprende como la enumeración de especies teniendo en consideración su densidad, distribución y biomasa (Cano y Estevenson, 2009).

### **2.2.3. Estructura de bosque**

La estructura vegetal es la forma que presenta el bosque y la disposición espacial de los individuos dentro de una comunidad, enfocándose en los componentes horizontal y vertical (Cantillo, 2012). Estos estudios permiten comprender la historia, el estado actual y el comportamiento futuro de los ecosistemas forestales (Hui *et al.* 2019).

La estructura junto con los índices de diversidad son herramientas que sirven de apoyo para la toma de decisiones en el manejo de áreas boscosas donde se observan procesos de sucesión natural y efectos antropogénicos (López *et al.* 2017). Su estudio también permite comprender la diversidad de especies a través de la heterogeneidad del componente horizontal y vertical vinculadas a mayores números de especies y por ende bosques con mayor estabilidad ecológica (Dueñas y Garate, 2018).

Al estudiar la estructura, los árboles son elementos importantes en un ecosistema, su estructura resulta de un proceso de años el cual ha definido la composición de especies, la distribución espacial y la frecuencia de tamaño de individuos dentro de las poblaciones (Zeller y Caicoya, 2021).

Los factores abióticos como incidencia de luz, flujo de precipitación al interior del ecosistema o y la acción del viento condicionan la estructura de un ecosistema forestal generando diferentes condiciones al interior del ecosistema que permite el desarrollo de especies particulares las cuales al mezclarse dan lugar a la heterogeneidad del ecosistema (Friendrich y Huth, 2018); (Mensah *et al.* 2018).

#### **2.2.3.1. Estructura horizontal**

La estructura horizontal se enfoca en la distribución de la vegetación y su relación con los factores ambientales a lo largo del perfil horizontal (Mena *et al.* 2020). Su estudio permite comprender el comportamiento el comportamiento de los árboles individuales y por ende de las especies dentro de un ecosistema (Alvis, 2009), y para dicha comprensión es necesario realizar análisis que determinen valores de abundancia, dominancia, densidad, frecuencia y distribuciones de abundancia por clase diamétrica. (Jiménez *et al.* 2017).

Los análisis del perfil horizontal permiten obtener información acerca de los procesos y mecanismos que se encuentran detrás del desarrollo del ecosistema forestal a largo tiempo ya que los patrones de distribución espacial se pueden explicar a través de reglas de autoorganización, resultante de diversos factores que influyen en el crecimiento y desarrollo de los árboles (Szmyt & Tarasiuk, 2018).

Octavo (1994) citado por Quiroga *et al.* (2019) menciona que la estructura horizontal da a conocer la posición de las copas de las diferentes especies que conforman el ecosistema. Si se las observa en una perspectiva plana permite analizar el comportamiento de cada individuo y especies en la superficie del bosque.

De acuerdo con Lamprecht (1990) para comprender estos comportamientos es necesario el uso de índices convencionales como el índice de valor de importancia (IVI) y el coeficiente de mezcla (CM). En el caso de encontrarse con un IVI similar entre diferentes especies se comprende que el ecosistema presenta homogeneidad en su estructura, composición, calidad de sitio y dinámica. Por lo general las especies que presentan los valores más altos de IVI son las que predominan el bosque (Quiroga *et al.* 2019).

#### **2.2.3.1.1. Abundancia**

La abundancia dentro de los ecosistemas forestales se considera el número el número de árboles por especie y el número de árboles existentes en un área determinada de esta se derivan la abundancia absoluta que es el número de individuos por especie y la abundancia relativa que es la proporción porcentual que ocupa una especie con relación a la población del área (Lozada y Pinzón, 2006).

Este parámetro permite conocer la densidad de una especie. Conocer el número de individuos en un área determinada permite identificar las especies más susceptibles a los cambios ocasionados por perturbaciones naturales o antropogénicas. Además, permite identificar los cambios en la biodiversidad ya sea en el número de especies, la distribución o dominancia de las mismas (Martínez, 2010).

#### **2.2.3.1.2. Densidad**

La densidad se considera como el número de individuos por unidad espacial. Este concepto se lo emplea cuando la comunidad biológica se encuentra conformados por especies que son fácilmente cuantificables (Martella *et al.* 2012).

En la literatura existen términos generales para expresar la densidad. Por un lado, está la densidad absoluta que nos da a conocer la cantidad de madera o grado de aglomeración de los árboles, para dicho análisis es necesario el uso de áreas basales ( $m^2/ha$ ), número de árboles ( $n/m^2$ ) o cobertura de copas. En el segundo caso se encuentra la densidad relativa la cual describe lo adecuado de la densidad de una masa forestal con respecto al manejo de esta (Juarez, 2014).

Desde un enfoque de producción forestal la densidad es el número de árboles en una superficie determinada. Sin embargo, aunque se conozca la cantidad de individuos presentes la información se encuentra incompleta si no es relacionada con su tamaño o edad ya que un individuo de gran tamaño puede ocupar el mismo espacio que cientos de individuos de pequeño tamaño lo cual refleja que este es insuficiente (Corvalán y Hernández, 2006).

En ecosistemas forestales las variables ambientales condicionan la densidad de especies vegetales ya que es bien conocido que cada especie presenta exigencias ambientales particulares. (Martínez *et al.* 2015).

#### **2.2.3.1.3. Frecuencia**

La frecuencia se entiende como la probabilidad de encontrar un individuo de una determinada especie por lo menos una vez en una unidad de muestreo determina el mismo se expresa como el porcentaje de la unidad de muestreo en la que se encuentra el individuo con relación a las unidades de muestreo totales. Dicho en otras palabras, se refiere a la posibilidad de encontrar a un individuo en una subparcela de toda la unidad de muestreo (Choque, 2017).

#### **2.2.3.1.4. Dominancia**

La dominancia se relaciona con el grado de cobertura de la especie, es decir el espacio ocupado por ellas y es posible su determinación a través de la suma de las proyecciones horizontales de las copas de los árboles en el suelo, sin embargo por la presencia de la estructura vertical la determinación de las proyecciones se vuelve una tarea muy complicada e incluso en muchas ocasiones imposible por tal motivo se emplea las áreas basales debido a que existe correlación entre el diámetro de la copa y el fuste (Melo y Vargas, 2003).

La dominancia absoluta es el resultado de la suma de las secciones normales que ocupan todos los individuos pertenecientes a cada especie mientras la dominancia relativa se realiza un cálculo para obtener el porcentaje de participación de las especies con relación al área basal de todas las especies (Aguirre *et al.* 2013).

#### **2.2.3.1.5. Índice de valor de importancia**

El índice de valor de importancia (IVI) define como de las especies presentes en la comunidad contribuyen en el carácter y estructura de un ecosistema. Este valor se obtiene mediante la sumatoria de la frecuencia relativa, la densidad y la dominancia relativas (Santos, 2018).

Este índice es el más utilizado en análisis de diversidad, dando a conocer el peso ecológico de cada especie dentro del bosque. En el caso de encontrarse valores similares de este indicador en diferentes especies se considera que existe una homogeneidad en la estructura, calidad y dinámica del ecosistema (Alvis, 2009).

De acuerdo con Aguirre y Aguirre (1999) citado por Aguirre (2013) el IVI muestra la importancia de una especie dentro de la comunidad, mientras más alto sea este valor se entiende que la especie presenta mayor dominancia ecológica, por ende, dentro de su comunidad esta tiende a ocupar mayor espacio físico, mayor cantidad de nutrientes y controla mayor cantidad de energía que ingresa al sistema. Para calcular este parámetro se necesita de la densidad relativa, frecuencia y dominancia relativas.

#### **2.2.3.2. Estructura vertical**

La estructura vertical estudia la altura de las comunidades vegetales definiendo de esta manera estratos dentro de los cuales se plantea: arbóreo, arbustivo y restante (Mena *et al.* 2020). Por lo general en el estudio de esta estructura se divide la formación natural en una capa de árboles, una capa de arbusto y capa de suelo la cual resulta de la selección vertical de ciertos nutrientes, luz solar y el agua en la vegetación, que tienen influencia directa en el crecimiento de los individuos y la sucesión del ecosistema (Zhang *et al.* 2020).

La estructura vertical se encuentra relacionada con la disminución de luminosidad en dicho perfil. Bajo este enfoque la luz es un factor crítico ya que es el que define los estratos del bosque considerando que la luz para la planta es un elemento muy importante por el que se encuentra en constante competencia, las plantas ganadoras

no son por preferencia las plantas que presenten mayor follaje si no aquellas que presentan un follaje con mejor disposición para interceptar la luz por ende la altura del individuo juega un papel fundamental para captar la luz (Krebs, 1986).

Mohandass *et al.* (2018) afirman que debido a la gran importancia de la luminosidad para el desarrollo de especies las mismas desarrollan mecanismos para su supervivencia un claro ejemplo es la tolerancia a la sombra la cual asegura la supervivencia de los árboles pese a la variabilidad de la luz que se encuentra disponible. Esto es un elemento muy importante en el análisis de la estructura vertical ya que de acuerdo con la antigüedad del bosque o el estado de perturbación se definirá las especies que dominen los estratos más altos en este perfil.

La estructura vertical de las plantas mejora la capacidad de las comunidades para el uso de recursos ambientales como luz solar por ende su estudio en ecosistemas forestales permite estimar la biomasa forestal y el índice de área foliar siendo la base de estudios sobre retención de carbono y la productividad del bosque (Han *et al.* 2018).

#### **2.2.4. Dinámica**

La dinámica es una disciplina de la ecología la cual se encarga de estudiar los cambios en las poblaciones, analizando el número y composición de los individuos que forman la población buscando comprender los mecanismos que han generado dichos cambios (González, 2014).

En el campo forestal es considerada como un proceso permanente de cambio y funcionamiento de la estructura presente en un ecosistema. Al iniciarse un proceso de regeneración se da inicio a una serie de fases de sucesión como: la floración, sistemas de polinización y fecundación, procesos de propagación de semillas, latencia de las semillas y a continuación la germinación de las mismas, una vez terminada estas fases se da inicio a una nueva fase de establecimiento de las plántulas en un ambiente óptimo para su desarrollo y el mantenimiento del individuo dentro de su ambiente hasta que logre llegar a convertirse en un árbol reproductivamente maduro. Este proceso cumple con la función de permitir a las especies perdurar a través del tiempo (Melo y Vargas, 2003).

#### **2.2.4.1. Mortalidad y natalidad**

La natalidad y mortalidad son considerados dentro de las poblaciones como moduladores de crecimiento y tamaño de las poblaciones. Por un lado, la mortalidad se la comprende como el número de individuos que mueren en un intervalo de tiempo determinado, los cuales en condiciones naturales es difícil estimar por lo que se requiere realizar censos periódicos de la población de interés (Atilio, 2020).

La natalidad por otro lado indica el surgimiento de nuevos individuos ya sea por crianza, germinación o fisión. Para dicho estudio se analiza la fertilidad de la población en la cual se estima el incremento potencial de nuevos individuos mientras la fecundidad analiza la capacidad real de reproducción de los individuos (Atilio, 2020).

#### **2.2.4.2. Longevidad fisiológica y ecológica**

La longevidad fisiológica es una componente de la dinámica de poblaciones la cual se encuentra en contraposición de la natalidad la cual es la longevidad de ciertos individuos dentro de su población, considerando condiciones óptimas y en la cual influye su genética (Atilio, 2020).

La longevidad ecológica es definida como la longevidad que un individuo alcanza en las condiciones ambientales normales dentro del ecosistema, la cual se diferencia de la longevidad fisiológica es que este aspecto se basa en el hecho de que son pocos los individuos que logran llegar a la senectud (Aguirre, 2017).

#### **2.2.4.3. Reclutamiento**

El reclutamiento en un bosque se encuentra representado por el número de individuos que alcanzan un diámetro mínimo de registro a lo largo de un periodo intercensal, sumado a esto también es un indicador de la fecundidad de las especies pues exprese el crecimiento y sobrevivencia de individuos jóvenes dentro de una población forestal (Giacomotti & Reynel, 2018).

Ocampo y Bravo (2019) consideran que el reclutamiento es un mecanismo que muestra la capacidad de recuperación de un bosque frente a diferentes perturbaciones, buscando mantener la fecundidad y el crecimiento de nuevos individuos, de esta manera se mantiene la regeneración natural a través de vías sexuales. Dentro de los bosques este aspecto permite el mantenimiento de la variabilidad genética y la composición de especies.

### **2.2.5. Diversidad**

Jiménez et al. (2017) plantea el concepto de diversidad biológica o biodiversidad se refiere a la variedad de los seres vivos en lo referente al número, variabilidad genética y a los ecosistemas que los albergan. El concepto es un sinónimo de “la vida sobre la Tierra”. Por otro lado, Baselga y Gómez (2019) consideran que la diversidad permite medir la diferencia entre comunidades biológicas, basándonos en los principios establecidos por Whittaker (1960) el cual define tres tipos de diversidad: alfa, beta y gama con el propósito de comparar la diversidad a diferentes escalas geográficas.

La diversidad alfa, se considera a la diversidad de especies a nivel local, la diversidad gama estudia la diversidad de especies a nivel regional y la diversidad beta es considerada como una relación entre ambas, dicho de otro modo, la diversidad beta analiza el cambio en la composición biológica de las comunidades, para su estudio existe variedad de métodos, sin embargo, el más simple es realizar un conteo del número de especies que habitan en el área de estudio (Almeida *et al.* 2019)

Dentro de los ecosistemas forestales la diversidad biológica o biodiversidad es de gran importancia ya que permite que se desarrollen interacciones necesarias que permitirán a otros seres vivos persistir, además la biodiversidad forestal es la base de muchos servicios ecosistémicos además de ser parte también de los procesos de los mismos. Esto se refleja en los estudios sobre beneficios ecológicos forestales, que son uno de los principales temas de estudio de la biodiversidad. Además, sus estudios son de gran importancia para la orientación de estrategias de conservación y entender relaciones entre funciones, estructura y la diversidad de especies de los ecosistemas y asume que la edad en los bosques es un factor importante en la biodiversidad ya que a través de la edad la altura de los árboles aumenta y con ello la uniformidad y diversidad de especies (Pan *et al.* 2018).

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación del lugar

##### 3.1.1. Política

El área de estudio que corresponde al bosque siempre verde montano bajo se encuentra ubicado en la Estación Experimental La Favorita a ubicada en la provincia Santo Domingo de los Tsáchilas, cantón Santo Domingo, parroquia Alluriquín, sector Chiriboga.

##### 3.1.2. Geografía del sitio

La parcela permanente de medición en el bosque siempre verde montano bajo de la Estación Experimental La Favorita se encuentra en las siguientes coordenadas (Tabla 1) y posee una extensión de 504 hectárea.

**Tabla 1**

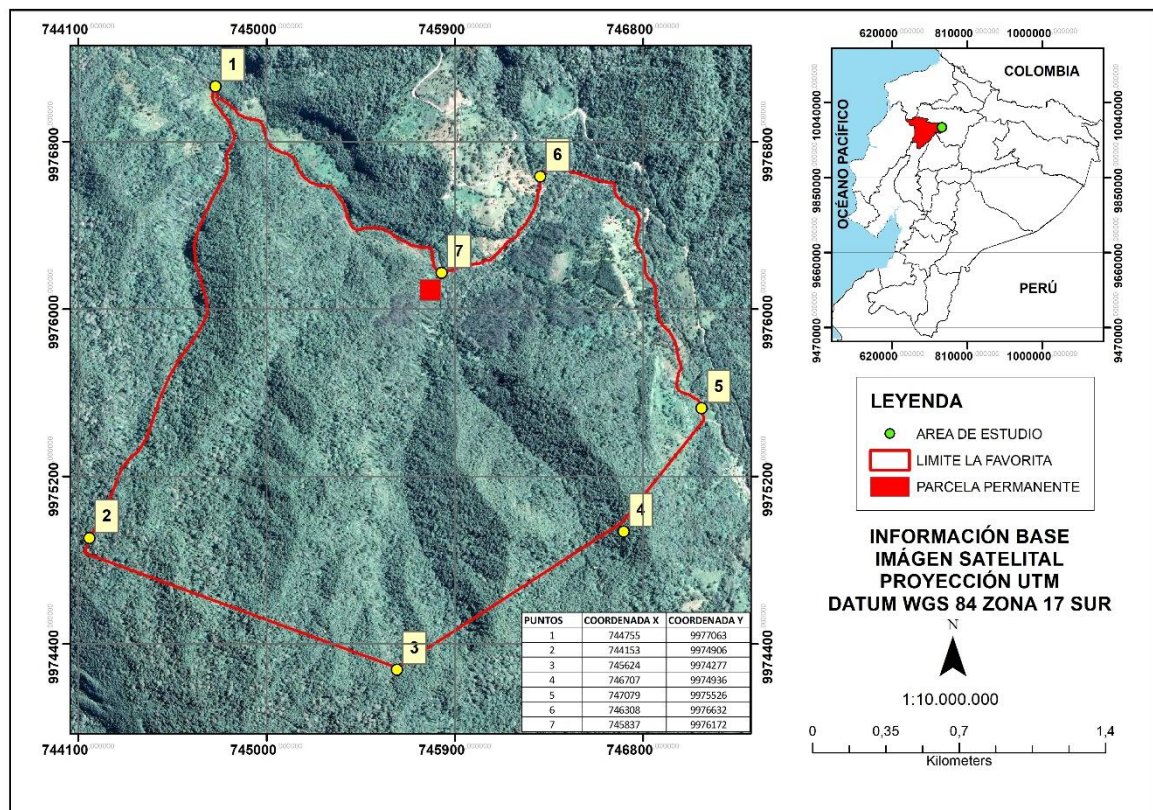
*Coordenadas geográficas de parcela permanente en la Estación Experimental La Favorita. (DATUM: WGS84, ZONA 17 S).*

PUNTOS	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	745832,63	9976041,45
2	74734,20	9976041,45
3	745735,79	9976143,05
4	745831,04	9976138,28



**Figura 1**

*Mapa de ubicación del área de estudio.*



### 3.1.3. Límites

La Estación Experimental La Favorita limita al norte con el río Saloya, al sur con terrenos baldíos, al este con la quebrada Las Peñas y al oeste con el predio del señor Ernesto Descalzi. (Montoya, 2017)

## 3.2. Características edafoclimáticas

### 3.2.1. Suelos

Los suelos son de tipo limo arenosos, derivados de cenizas volcánicas vítreas (Beltran et al. 2010).

### 3.2.2. Clima

El sitio presenta una temperatura promedio anual de 16 °C. La precipitación promedio anual es de 3000 mm (Beltran et al. 2010).

### 3.2.3. Ecosistemas

El sitio está comprendido entre las formaciones vegetales, Bosques siempre verde montano bajo de la cordillera occidental de los Andes ubicada entre 1300 a 1800 msnm y (MAE, 2012); bosque de neblina montano bajo (Sierra, 1999); bosque muy húmedo montano (Cañadas, 1983).

### 3.3. Materiales equipos y softwares

Para el desarrollo de la investigación es necesario el uso de diferentes herramientas de campo y equipos que permitan realizar la recolección de datos primarios, así también es necesario el uso de Softwares para su debido procesamiento (Tabla 2).

**Tabla 2**

*Materiales, equipos y softwares empleados en el desarrollo de la investigación.*

<b>Materiales de campo</b>	<b>Equipos</b>	<b>Softwares</b>
Cinta métrica, hojas de campo, útiles de oficina, machete, podadora aérea, periódico, prensas de madera, cemento, podadora de mano, cuerda, pintura en spray, martillo, tubos PVC, ripio, arena, palas, baldes	GPS, clinómetro, brújula	Arg Gis, Microsoft Word, Microsoft Excel, Google Earth, Microsoft Power Point.

### **3.4. Metodología**

#### **3.4.1. Universo**

El área total de extensión de la Estación Experimental La Favorita es de 504 ha de las cuales de acuerdo con el PDOT de la parroquia Alluriquín 2014-2019 el 90% (453 ha) del área son bosques nativos.

#### **3.4.2. Muestra.**

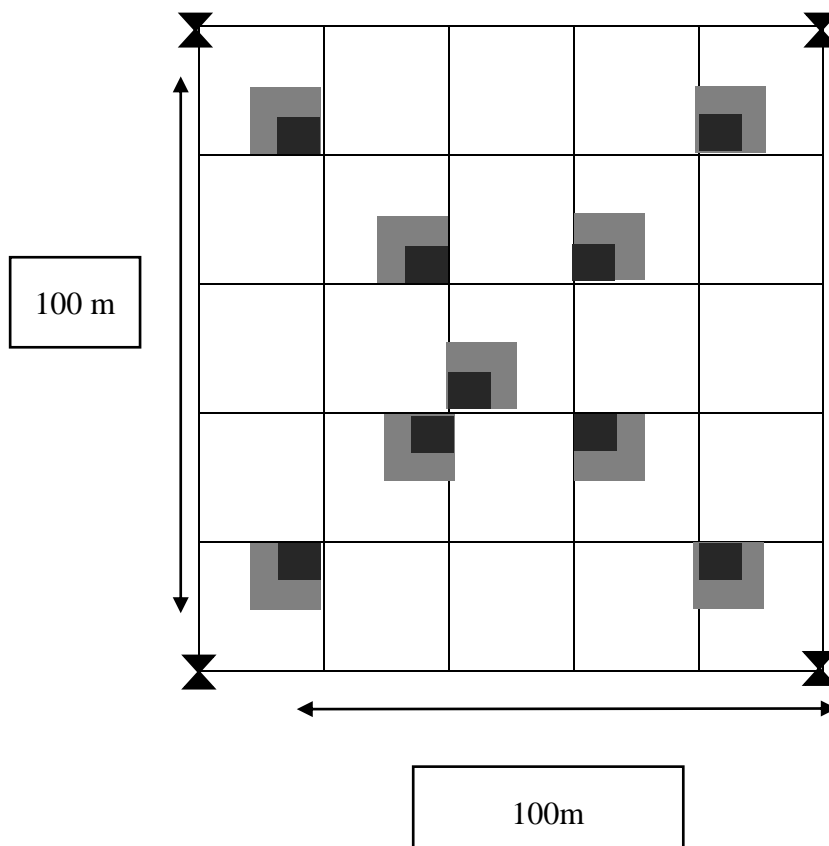
De acuerdo con Pinelo (2000) el tamaño de la muestra en bosque nativos se considera una tasa que va desde 0,20% a 0,45% de la extensión total del bosque. Por ende, se calculó el tamaño de la muestra con una tasa del 0,22% de la extensión total del bosque de interés dando como resultado un tamaño de muestra de 1 ha.

#### **3.4.3. Muestreo**

Para el desarrollo de la investigación se aplicó la metodología planteada por Pinelo (2000) en la cual se instala una parcela anidada de 100x100m que se subdivide en 25 subparcelas de 20x20 m y 9 subparcelas de 5x5m y 2x2m, en la cual se coloca balizas que permitirán la identificación rápida de la parcela (Figura 2).

**Figura 2**

*Diseño de parcela permanente de medición.*



- Parcela de 20x20m: Fustales
- Parcela de 5x5m: Latizales
- Subparcela de 2x2m: Brinzales
- Esquinero permanente

### **3.5.4. Desarrollo**

#### **3.5.4.1. Establecimiento de la parcela.**

Para su establecimiento en campo de la parcela permanente se determinó en oficina la zona de ubicación de la parcela y se elaborará un mapa del sitio que servirá de apoyo para la ubicación en campo. Se georreferenció la parcela a través del uso del GPS. Una vez localizado el punto en campo se abrió dos trochas una en sentido norte y otra en sentido este con ayuda de la brújula, se colocará cada 20 m una baliza de tubo PVC que permita controlar la dirección y la distancia de las parcelas. Estos tubos serán

de 1,50 m de longitud, los cuales serán enterrados 50 cm en el suelo y tendrán un color rojo para fácil visualización.

#### **3.5.4.3. Registro de datos en campo.**

Para la recolección de información se empleó la metodología planteada por Gomez (2011) en las que se analizará las siguientes categorías:

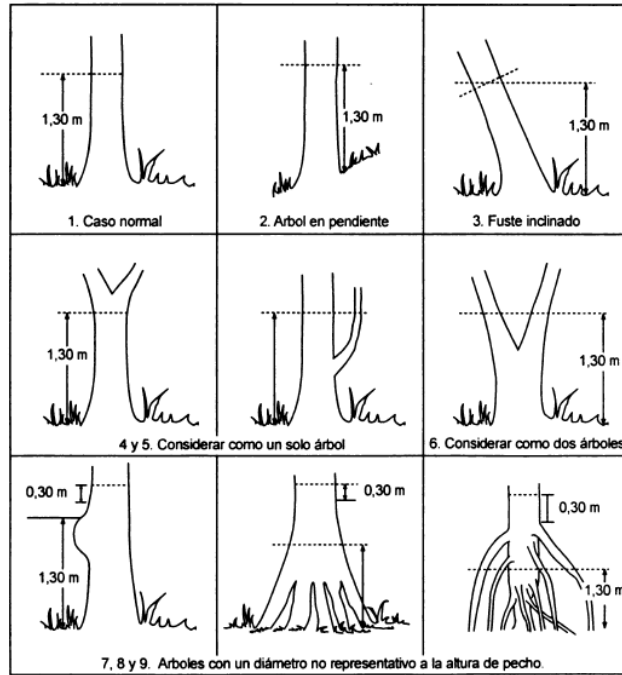
**Brinzales:** se levantará informaciones individuos de altura total menor a 30 cm que presenten diámetros menores a 5 cm, este proceso se llevará a cabo en parcelas de 4 m<sup>2</sup> en las cuales se tomara la altura de cada individuo con un flexómetro y se obtendrá el diámetro en la parte baja del fuste a través del método del calibrador.

**Latizal:** serán considerados los individuos con diámetro mayor o igual a 5 cm y menores a 10 cm que se encuentren en las parcelas de 25 m<sup>2</sup> para lo cual se empleara el flexómetro para estimar su altura total y la cinta métrica para la determinación del DAP tomando en consideración los diferentes criterios técnicos planteados en la figura 3.

**Fustales:** se considerarán individuos mayores a 10 cm de DAP que se registren en las parcelas de 400 m<sup>2</sup>. Para el cálculo del DAP se usará el método de la cinta métrica, se tomará esta medida a la altura de 1,30 m sobre el suelo y además se estimará la altura total con ayuda del clinómetro.

### Figura 3

*Criterios técnicos para medición de DAP.*

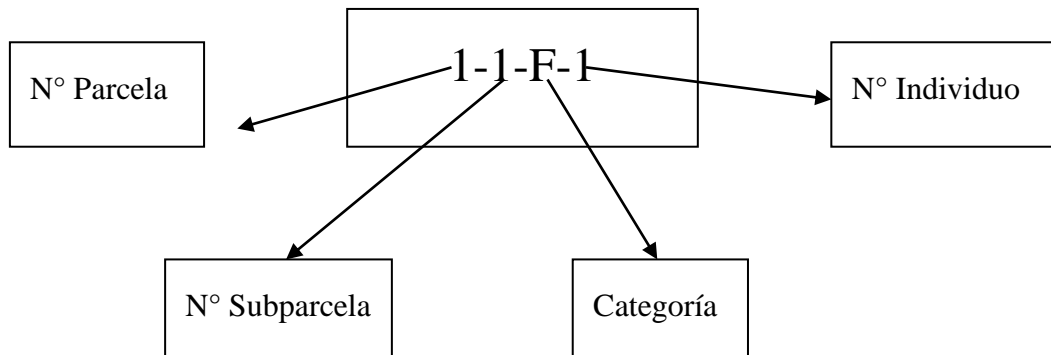


**Fuente:** Pinelo 2000

**3.5.4.4. Codificación de especies.** Para la codificación de especies se asignó un código a cada individuo > a 5 cm de DAP en la parcela de muestreo permanente. El cual contendrá: el número de parcela, número de subparcela, categoría y número de individuo donde. (Figura 4).

### Figura 4

*Modelo de codificación de individuos*



### **3.5.4.5. Identificación de especies.**

El reconocimiento de especies se realizó en el área establecida de la parcela permanente siendo necesario el desarrollo de un inventario florístico del sitio de estudio. Para la identificación en campo se empleó la metodología planteada por Palacios, (2011) en la que se detallan los siguientes pasos.

- Observar la arquitectura general del árbol
- Observar la base del árbol para conocer la presencia de raíces tablares
- Observar la corteza externa para apreciar las características distintivas del individuo
- Realizar un corte en la corteza para apreciar las características de la corteza interna
- Identificar el tipo de ramificación
- Analizar la forma de la copa
- Observar las características de las hojas
- Identificación

En caso de no lograr identificar la especie se realizará la toma y preparación de muestras botánicas de los individuos que, de acuerdo con Palacios, (2016) consta de las siguientes fases:

**Prensado.** Se prensó especímenes botánicos que mostraron sus mejores características, en las cuales se aprecie el haz y el envés de las hojas. Se recolectó preferencialmente muestras fértiles.

**Preservación:** Para la preservación de las muestras botánicas se aplicó una mezcla de alcohol diluido con agua en una concentración del 60%, que se esparcirá por toda la muestra con ayuda de un atomizador, una vez que las muestras se encuentren empacadas y atadas con cuerdas.

**Secado:** una vez que las fueron empacadas se las trasladó a la secadora localizada en la granja experimental Yuyucocha. En la cual se mantuvo hasta que los especímenes se encuentren secos sin humedad.

**Identificación de especies:** se realizó a través del método de comparación analizando las características anatómicas de las especies frente a material vegetativo del herbario de la Universidad Técnica del Norte.

Elaboración de etiquetas: Para la elaboración de las etiquetas se acogió el formato de presentación de muestras botánicas del herbario de la Universidad Técnica del Norte con un tamaño de 10,10 cm x 11 cm y se colocó en ellas información acerca familia, género, lugar de recolección, altitud, latitud tipo de bosque junto con una descripción acerca de las características morfológicas de la especie, así como también la fecha de recolección y nombre del recolector.

#### **3.5.4.6. Composición florística.**

Para el análisis de composición florística se empleó el inventario florístico, analizando las especies encontradas en la parcela permanente de medición, así como también las familias a las que pertenecen, finalmente se desarrollará tablas en las que se muestre las diferentes especies encontradas en este ecosistema con relación a su abundancia absoluta y se establecerá también las familias más representativas.

#### **3.5.4.7. Estructura diamétrica del bosque.**

El análisis de estructura diamétrica del bosque fue necesario de la elaboración de un histograma de frecuencia de los individuos arbóreos, considerando el número de árboles por hectárea y las clases diamétrica.

#### **3.5.4.8. Parámetros dasométricos.**

El análisis de parámetros dasométricos fue realizado a través de los siguientes aspectos:

Área basal: El área basal esta se calcula en función del diámetro o la circunferencia a la altura del pecho (Ec.1) (Aguirre,2013).

$$G = 0,0796 x (CAP)^2 \quad \text{Ec. 1}$$

Donde:

G= Área basal

CAP= Circunferencia a la altura del pecho



### 3.5.4.9. Análisis de estructura horizontal

Una vez que se obtuvo la información en campo se realizó un trabajo de escritorio en el cual se empleó el programa Excel para el manejo de datos, donde se fijó y analizó valores de abundancia, densidad, dominancia, frecuencia e índices de valor de importancia. Para ello se usó las fórmulas propuestas por diferentes autores.

Abundancia absoluta: la abundancia absoluta muestra el número de individuos pertenecientes a una especie, para su análisis se empleará la ecuación 2 (Ec. 2) (Alvis, 2009).

$$A = ni \quad \text{Ec.2}$$

Donde:

A= Abundancia absoluta

ni= Número de individuos de una especie

Abundancia relativa: expresa la proporción que ocupa una especie con respecto a la población total para su estudio se usara la ecuación 3 (Ec.3) (Alvis, 2009).

$$Ar = \frac{ni}{N} \times 100 \quad \text{Ec.3}$$

Donde:

Ar= Abundancia relativa

ni= Abundancia absoluta de una especie

N= Sumatoria de abundancias de todas las especies

Frecuencia absoluta: Se considera como la probabilidad de encontrar una especie con relación al tamaño de la muestra. Este valor se lo obtendrá usando la ecuación 4 (Ec.4) (Acosta *et al.* 2006).

$$F = \frac{ji}{K} \quad \text{Ec.4}$$

Donde:

F= Frecuencia absoluta

ji= Unidades en las que está presente la especie

K= Número total de unidades de muestreo

Frecuencia relativa: nos permite conocer la probabilidad de encontrar una especie en un área determinada con respecto a la presencia de las demás especies, este análisis se obtiene a partir de la aplicación de la ecuación 5 (Ec.5) (Acosta *et al.* 2006).

$$Fr = \frac{f_i}{\sum f} \times 100 \quad \text{Ec.5}$$

Donde:

Fr= Frecuencia relativa de la especie

fi= Frecuencia absoluta por especie

$\sum f$ = Total de la frecuencia de todas las especies

Dominancia absoluta: es la suma de áreas basal de todos los individuos de una especie. Se determinará a través de la ecuación 6 (Ec.6) (Acosta *et al.* 2006).

$$D = \frac{g_i}{A} \quad \text{Ec.6}$$

Donde:

D= Dominancia absoluta

gi= Área basal de la especie

A= Área muestreada

Dominancia relativa: expresa la relación del espacio que ocupa una especie con respecto al espacio ocupado por todas las especies presentes en un área determinada. Este valor se lo calcula a través de la ecuación 7 (Ec.7) (Acosta *et al.* 2006).

$$Dr = \frac{Dai}{\sum Dai} \times 100 \quad \text{Ec. 7}$$

Donde:

Dr= Dominancia relativa

Dai=Dominancia absoluta de la especie

$\sum$ Dai= Dominancia de todas las especies

Índice de valor de importancia: define que especies que contribuyen a la estructura y funcionamiento del ecosistema el cual se calcula utilizando la ecuación 8 (Ec.8) (Acosta *et al.* 2006).

$$IVI = Ar + Fr + Dr \quad \text{Ec.8}$$

Donde:

IVI= Índice de valor de importancia

Ar.= Abundancia relativa

Fr= Frecuencia relativa

Dr= Dominancia relativa

#### **3.5.4.10. Análisis de estructura vertical.**

Para el análisis de la estructura vertical se analizó el índice de posición sociológica que, de acuerdo con Acosta et al. (2006) estableció tres pisos en el estrato de fustales, los cuales se definirán a través del análisis del diagrama de dispersión de copas de Ogawa *et al.* (1965).

Una vez definido los límites de los estratos se calculó un valor sociológico a cada sub-estrato del piso el cual de acuerdo con la metodología establecida por Finol (1971), se obtuvo dividiendo el número de individuos presentes en el sub- estrato por el número total de todas las especies como se muestra en la ecuación 9 (Ec.9) (Acosta *et al.* 2006).

$$VF = \frac{n}{N} \quad \text{Ec.9}$$

Donde:

VF= Valor sociológico del sub- estrato

n= Número de individuos del sub- estrato

N= Número total de individuos de todas las especies

Posición sociológica absoluta: para el cálculo de la posición sociológica absoluta de cada especie se obtuvo a través de la suma de los valores fitosociológicos de cada sub-estrato a través del producto del valor fitosociológico de un sub- estrato por el número de individuos de la especie presente en el mismo como se muestra en la ecuación 10 (Ec.10) (Acosta *et al.* 2006).

$$PSa = VF(i) * n(i) + VF(m) * n(m) + VF(s) * n(s) \quad \text{Ec.10}$$

Donde:

PSa=Posición sociológica absoluta

VF= Valor sociológico del sub- estrato

n= Número de individuos de cada especie

i: inferior; m: medio; s: superior

Posición sociológica relativa: este valor de cada especie se expresa como el porcentaje de la posición sociológica absoluta de una especie frente a la suma de posiciones sociológicas absolutas de todas las especies la cual se detalla en la ecuación 11 (Ec.11) (Acosta *et al.* 2006).

$$PSr = \frac{PSa}{\sum PSa} * 100 \quad \text{Ec. 11}$$

Donde:

PSr= Posición socio ecológica relativa

PSa= Posición socio ecológica absoluta de una especie

$\Sigma$ PSa= Suma de las posiciones sociológicas absolutas de todas las especies

### **3.5.4.11 Regeneración natural**

En cuanto al análisis de regeneración natural se trabajó con los datos obtenidos en las parcelas de brinzales y latizales, se analizó la distribución espacial de los individuos presentes en las subparcelas a través del análisis de frecuencia, dominancia y abundancia e IVI de cada categoría establecida

### **3.5.4.12. Índice del valor de importancia ampliado (IVIA)**

Debido a que el IVI analiza solo la estructura horizontal y no visualiza la homogeneidad del bosque se calculará el índice de valor de importancia ampliado (IVIA) el cual resume parámetros de la estructura horizontal, vertical y regeneración natural, para ello se empleó la ecuación 12 (Ec.12) (Acosta *et al.*2006).

$$IVIA = IVI(B + L + F) + PSr \quad \text{Ec. 12}$$

Donde:

IVIA= Índice de valor de importancia ampliado

IVI= Índice de valor de importancia ecológico

B = Brinzal

L = Latizal

F = Fustal

PSr = Posición sociológica

### **3.5.4.13. Análisis de diversidad biológica.**

Para el presente estudio se evaluó la diversidad alfa ya que se estudia una zona específica en particular a través de los siguientes índices:

Índice de diversidad de Shannon: Este índice mide los valores de uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Se basa en el

principio del grado de incertidumbre en predecir la especie que pertenecerá un individuo escogido al azar de una muestra para su cálculo se usa la ecuación 13. (Ec.13) (Aguirre, 2013).

$$H = - \sum_{i=1}^s (P_i) \times (\log_n P_i) \quad \text{Ec. 13}$$

Donde:

H=Índice de diversidad de especies

Pi= Proporción de la muestra que corresponde la especie

S= Número de especies

Log n= logaritmo natural

Para la interpretación se realizará basándose en los rangos de valor como se muestra en la tabla 3

### Tabla 3

*Interpretación de valores obtenidos por el índice de Shannon.*

Rangos	Significado
0-1,35	Diversidad baja
1,36-3,5	Diversidad media
> 3,5	Diversidad Alta

**Fuente:** Aguirre 2013

Índice de dominancia de Simpson: Este índice manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra pertenezcan a la misma especie y su cálculo se realiza a través del uso de la ecuación 14 (Ec.14) (Aguirre,2013).

$$\sigma = \sum (P_i)^2 \quad \text{Ec.14}$$

Donde:

$\sigma$ = Índice de dominancia

Pi= Proporción de individuos registrados en cada especie (n/N)

n= Número de individuos de la especie

N= Número total de individuos

Los resultados se interpretan de acuerdo con lo establecido en la tabla 4

#### Tabla 4

*Interpretación de valores obtenidos del índice de Simpson*

Valores	Significancia
0-0,33	Diversidad baja
0,34-0,66	Diversidad media
>0,67	Diversidad alta

**Fuente:** Aguirre 2013

Índice de equidad de Pielou: Este índice permite conocer la equidad de distribución de especies en el bosque su valor va desde 0 a 1 en las que 1 representa que todas las especies son igualmente abundantes, su cálculo se realizara a través de la ecuación 15 (Ec.15) (Sonco, 2013).

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}} \quad \text{Ec.15}$$

Donde:

J' = Índice de equidad de Pielou

H' = Índice de Shannon Weiner

H' max = Ln S

S = Riqueza de especies

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Composición florística

En el estudio se registraron 490 individuos pertenecientes a 27 familias, 38 géneros y 42 especies diferentes. De las 42 especies, 38 (76,19%) se identificaron a nivel de especie, mientras 4 (9,52%) quedaron en géneros. Las familias con mayor cantidad de géneros son Meliaceae con 4 géneros y Euphorbiaceae con 3 géneros, mientras la familia con mayor número de especies e individuos es Lauraceae con 5 especies y 161 individuos (Tabla 5).

La diversidad florística del bosque montano bajo de La Estación Experimental La Favorita es menor a la reportada por Yaguana et al (2012) en una hectárea del bosque nublado del río Numbala en la provincia de Zamora Chinchipe que registró un total de 171 especies, en las cuales las familias más diversas fueron Rubiaceae, Lauraceae, Meliaceae, Mirtaceae y Melastomataceae. Palacios et al. (2016) en el bosque montano bajo de la microcuenca El Padmi reportó 182 especies pertenecientes a 118 géneros y 52 familias; sin embargo, los resultados son similares con Aguirre et al. (2017) en el bosque montano bajo de la Hoya, Loja en la que se reporta 45 especies pertenecientes a 39 géneros y 29 familias.

La diferencia de diversidad en los dos primeros casos se debe a la ubicación de los ecosistemas en la cordillera oriental, existiendo diferencia en factores ambientales como la humedad relativa, fisiografía y tipo de suelo. (Kessler, 2002) (Gratstein et al. 2008) (Homeier et al. 2010). Estudios consideran que, al realizar una comparación de diversidad entre bosques de la flanco oriental y occidental de los Andes, el flanco Oriental es más diverso; sin embargo, en la parte occidental el endemismo es mayor (Lozano et al. 2002).



**Tabla 5**

*Especies registradas en 1 ha del bosque montano de la Estación Experimental La Favorita.*

<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>N° individuos</b>
Actinidaceae	<i>Saurauia lehmannii</i> Hieron.	5
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	10
Bignoniaceae	<i>Delostoma integrifolium</i> D. Don	49
Bombacaceae	<i>Pochota squamigera</i> (Cuatrec.) Montiel.	5
Boraginaceae	<i>Tournefortia fuliginosa</i> Kunth.	9
Cannabaceae	<i>Trema integerrima</i> Standl.	1
Celastraceae	<i>Maytenus Macrocarpa</i> (Ruiz & Pav.) Briq.	1
Clusaceae	<i>Clusia cuneifolia</i> Cuatrec.	3
Cornaceae	<i>Cornus peruviana</i> J.F. Macbr.	1
Euphorbiaceae	<i>Alchornea grandis</i> Benth.	8
Euphorbiaceae	<i>Croton floccosus</i> B.A.Sm.	19
Euphorbiaceae	<i>Croton sampatik</i> Müll. Arg.	1
Euphorbiaceae	<i>Sapium stylare</i> Müll. Arg.	4
Fabaceae	<i>Erithrina edulis</i> Triana ex Micheli	5
Fabaceae	<i>Inga sp.</i>	40
Lacistemataceae	<i>Lozania sp.</i>	3
Lauraceae	<i>Endlicheria sp.</i>	3
Lauraceae	<i>Licaria aplanata</i> van der Werff.	6
Lauraceae	<i>Nectandra acutifolia</i> (Ruiz & Pav.) Mez	81
Lauraceae	<i>Nectandra membranacea</i> (Sw.) Griseb.	57
Lauraceae	<i>Nectandra obtusata</i> Rohwer	14
Melastomataceae	<i>Meriana acostae</i> Wurdack.	39
Melastomataceae	<i>Miconia rivetii</i> Dang & Cherm.	18
Meliaceae	<i>Cabrlea canjerana</i> (Vell) Mart.	14
Meliaceae	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	1
Meliaceae	<i>Cedrela sp.</i>	3
Meliaceae	<i>Guarea kuntiana</i>	5
Monimiaceae	<i>Mollinedia maxima</i> J. F. Morales & Q. Jiménez	3
Moraceae	<i>Ficus cervantesiana</i> Standl. & L.O. Wills.	28

Moraceae	<i>Ficus citrifolia</i> Mill.	5
Myristicaceae	<i>Otoba</i> sp.	3
Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	5
Phillantaceae	<i>Hyeronima oblonga</i> Müll. Arg.	4
Protaceae	<i>Roupala brachypoda</i> Cuatrec.	3
Rubiaceae	<i>Cinchona pubescens</i> Vahl	3
Rubiaceae	<i>Elaeagia utilis</i> (Goudot) Mié.	1
Rutaceae	<i>Zanthoxylum setulosum</i> P. Wilson	1
Salicaceae	<i>Casearia mariquitensis</i> Kunth.	6
Sapindaceae	<i>Allophylus excelsus</i> (Triana & Planch.) Radlk.	1
Siparunaceae	<i>Siparuna aspera</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	3
Urticaceae	<i>Boehmeria caudata</i> Sw.	3
Urticaceae	<i>Cecropia maxima</i> Snethl.	16
<b>Total</b>		<b>490</b>

## 4.2. Análisis estructural

### 4.2.1. Estructura horizontal

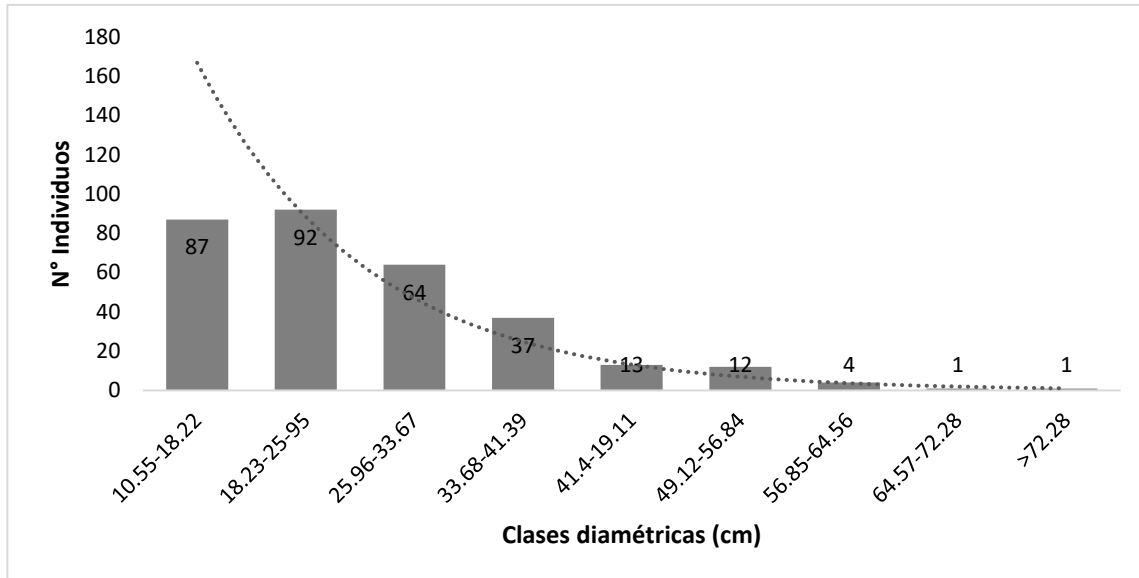
#### 4.2.1.1. Distribución de clases diamétricas

De acuerdo con el análisis de clases diamétricas analizadas en 9 intervalos existe concentración del 57.55% de individuos en las dos categorías inferiores mientras a medida que incrementa la categoría el número de individuos tiende a disminuir (Figura 5).

La misma tendencia de distribución diamétrica también es reportada por Celso et al. (2010) y Aguirre et al. (2017) en bosques montanos ubicados en la provincia de Loja. Melo y Vargas (2003) plantean que esta distribución es característica de formaciones boscosas heterogéneas. Que de acuerdo con Lamprecht (1990), Pinelo (2000) y la Organización Internacional de Maderas Tropicales [OIMT], (2002) se genera debido a una alta tasa de regeneración en el bosque; sin embargo, a causa de la competencia por luz, agua y nutrientes solo pocos individuos pueden llegar a estadios maduros.

## Figura 5

Estructura diamétrica del bosque siempre verde montano bajo de la Estación Experimental La Favorita



### 4.2.1.2. Parámetros de la estructura horizontal

De acuerdo al análisis de la estructura horizontal las especies con mayor abundancia es *Delostoma integrifolium* representando el 15,89% de la toda la población estudiada; sin embargo, al analizar la frecuencia la especie *Nectandra acutifolia* presento el valor más alto con 12.03%, mientras la especie *Croton floccosus* presenta la mayor dominancia con 13.03%. De acuerdo con el índice de valor de importancia ecológico las especies con mayor influencia en el bosque siempre verde montano bajo de la Estación Experimental La favorita son *Croton floccosus* con 8.13%, *Delostoma integrifolium* con 10.96% y *Nectandra acutifolia* con 11.80% (Tabla 6).

La alta abundancia de la especie *Delostoma integrifolium* se debe principalmente a las características del sitio y el estado actual del bosque ya que este ecosistema es considerado como un bosque secundario. Estudios realizados por Jiménez (2007) muestran un comportamiento similar, sin embargo, MAE y FAO (2015) plantean que esta especie es característica del bosque montano bajo, pero no en altas cantidades en bosques maduros. Terán *et al.* (2018) considera a la especie como pionera dentro de estos ecosistemas, siendo frecuente encontrarlas en sucesiones secundarias tempranas.

Su función principal es el mejoramiento de características de suelo y la atracción de organismos dispersores.

Los altos valores de frecuencia de la especie *Nectandra acutifolia* perteneciente a la familia Lauraceae se debe a las condiciones ambientales del sitio. entre ellas la que define su influencia en este ecosistema es el rango altitudinal. Gentry (1995) citado por MAE y FAO (2015) consideran que estos bosques entre los 1500 y 2900 msnm se presentan una composición distintiva en la que predominan especies y géneros de la familia Lauraceae, mientras en elevaciones superiores las familias Asteraceae y Ericaceae pasan a ser elementos predominantes en la flora.

La dominancia presentada por la especie *Croton floccosus* en este ecosistema se debe al estado del bosque, considerando que la especie requiere de altas cantidades de luz para un adecuado desarrollo. Hurtado (1998) menciona que esta especie en el Ecuador se encuentra con frecuencia en bosques secundarios que contengan suelos con humedad permanente y buen drenaje, así como también altas cantidades de luz, llegando registrar DAP de 30 cm en periodos de 7 a 8 años. Es común encontrar esta especie en claros, áreas intervenidas y en potreros, considerándola como una especie pionera de crecimiento rápido en los primeros años.

La característica cambiante, así como el estado actual del bosque han permitido que las especies *Nectandra acutifolia*, *Delostoma integrifolium* y *Croton floccosus* presenten mayor influencia dentro de este ecosistema mostrando los valores mal altos del IVI, las misma que actualmente condicionan las características ambientales para el desarrollo de otras especies.

**Tabla 6**

*Análisis de Abundancia, Frecuencia, Dominancia y Índice de valor de importancia de especies representativas del bosque siempre verde montano bajo de la Estación Experimental La Favorita.*

<b>Especie</b>	<b>Ar (%)</b>	<b>Fr (%)</b>	<b>Dr (%)</b>	<b>IVI 300%</b>	<b>IVI 100%</b>
<i>Alnus acuminata</i>	3.31	3.80	5.15	12.26	4.09
<i>Cecropia maxima</i>	4.64	6.33	5.88	16.84	5.61
<i>Meriana acostae</i>	8.28	4.43	5.62	18.33	6.11
<i>Nectandra membranacea</i>	6.29	6.33	8.68	21.30	7.10
<i>Inga sp.</i>	6.29	6.96	9.53	22.78	7.59
<i>Ficus cervantesiana</i>	7.62	8.23	7.07	22.91	7.64
<i>Croton floccosus</i>	6.29	5.06	13.03	24.39	8.13
<i>Delostoma integrifolium</i>	15.89	7.59	9.40	32.89	10.96
<i>Nectandra acutifolia</i>	14.90	12.03	8.47	35.39	11.80

*Nota.* Ar: Abundancia relativa, Fr: Frecuencia relativa, Dr: Dominancia relativa, IVI: Índice de valor de importancia.

#### **4.2.2. Estructura vertical**

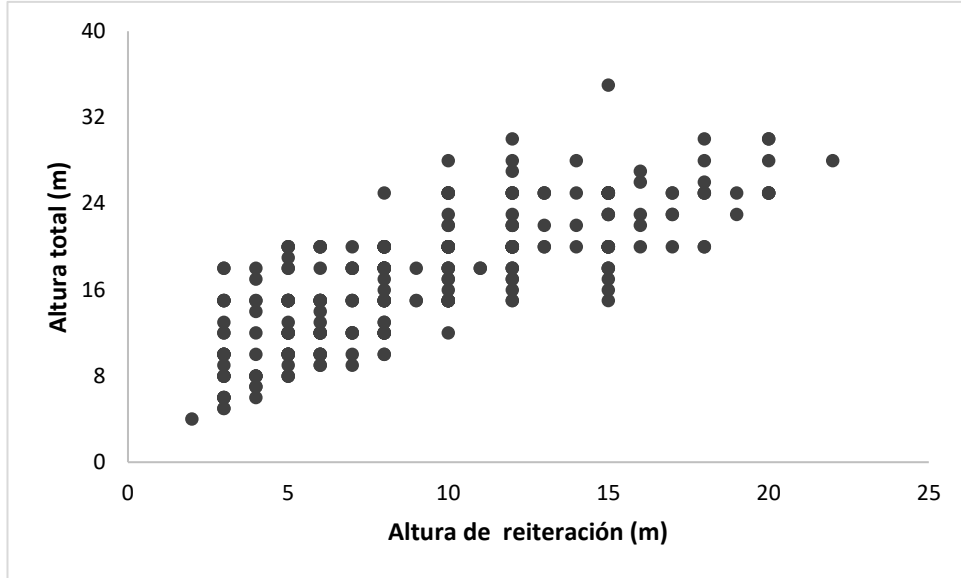
##### **4.2.2.1. Distribución de especies en el perfil vertical**

La distribución de especies en el perfil vertical registro una altura total promedio de 17.16m y una altura de reiteración promedio de 9.19m. A través del diagrama de dispersión de copas se aprecia una distribución continua de individuos en el perfil vertical en la cual no existe una estratificación claramente definida (Figura 6).

La distribución de individuos en el perfil vertical de este trabajo coincide con Gutiérrez et al. (2015) y Cárdenas (2014) en bosques húmedos tropicales de Colombia mostrando una equidad de distribución altimétrica de individuos. De acuerdo con Wadsworth (2000), Melo y Vargas (2003) y Oyarzún *et al.* (2019), este comportamiento se genera debido al estado de sucesión del bosque siendo común en sucesiones secundarias avanzadas a causa de la regeneración continua de especies.

**Figura 6**

*Representación del perfil vertical del bosque siempre verde montano bajo de la Estación Experimental La Favorita*



Se estableció tres estratos considerando rangos con el mayor aglomeramiento de individuos. El estrato inferior se encuentra desde los 4-16m de altura representando el 45% de la población estudiada, el estrato medio va desde los 16-28m de altura concentrando el 52% de individuos finalmente el estrato superior se encuentra por encima de los 28m y ocupa el 0.39% (Tabla 7).

Burga et al. (2021) en un bosque montano Los Lanches, Perú reporta una tendencia agrupamiento de individuos similar a la de este estudio en el cual la mayoría de los individuos se encuentra en las categorías inferiores llegado a sumar un 70 % de la población total estudiada. Serrano (2019) en el bosque Los Cedros reporta la misma tendencia en la que el 53% de individuos se encuentra en el estrato inferior. Este comportamiento de distribución es común dentro de este tipo de bosques. Se relaciona con la distribución diamétrica de individuos, Existiendo gran cantidad de individuos en el estrato inferior es debido a la regeneración continua, que asegura el equilibrio del bosque (Morales et al. 2012), (Burga et al. 2021).

**Tabla 7**

Valor sociológico de los estratos del bosque siempre verde montano bajo en la Estación Experimental La Favorita

<b>Estratos</b>	<b>Rango</b>	<b>N° individuos</b>	<b>VF</b>	<b>VF %</b>
<b>Bajo</b>	4-16 m	138	0.45	45
<b>Medio</b>	16-28 m	160	0.52	52
<b>Alto</b>	> 28 m	11	0.04	4
<b>Total</b>		<b>309</b>	<b>1</b>	<b>100</b>

Las especies con mejor distribución dentro del perfil vertical de bosque a través del valor de posición sociológica son *Delostoma integrigolium*, *Nectandra acutifolia*, *Meriania acostae*, *Ficus cervantesiana* y *Croton floccosus* (Tabla 8).

Estas especies al encontrarse en altas cantidades en cada uno de los estratos definidos poseen mayor seguridad de permanencia dentro de la estructura del bosque, presentando menor vulnerabilidad a alteraciones naturales o antropogénicas que produzcan un recambio de especies en las estructuras avanzadas del bosque (Acosta et al. 2006).

**Tabla 8**

Especies con mejor distribución en el perfil vertical del bosque siempre verde montano bajo de la Estación Experimental La Favorita

<b>Especie</b>	<b>Pi</b>	<b>Vf</b>	<b>Pm</b>	<b>Vf</b>	<b>Ps</b>	<b>Vf</b>	<b>PSA</b>	<b>PSR</b>
<i>Alnus acuminata</i>	1	0.45	7	3.62	2	0.07	4.14	2.86
<i>Tournefortia fuliginosa</i>	5	2.23	4	2.07	0	0.00	4.30	2.97
<i>Miconia rivetii</i>	3	1.34	6	3.11	0	0.00	4.45	3.07
<i>Cecropia maxima</i>	2	0.89	11	5.70	1	0.04	6.62	4.57
<i>Inga sp.</i>	6	2.68	10	5.18	3	0.11	7.96	5.50
<i>Nectandra Membranacea</i>	4	1.79	14	7.25	1	0.04	9.07	6.26
<i>Croton floccosus</i>	0	0.00	19	9.84	0	0.00	9.84	6.79

<i>Ficus cervantesiana</i>	11	4.91	12	6.21	0	0.00	11.13	7.68
<i>Meriania acostae</i>	8	3.57	16	8.28	1	0.04	11.89	8.21
<i>Nectandra acutifolia</i>	35	15.63	10	5.18	0	0.00	20.81	14.36
<i>Delostoma integrifolium</i>	33	14.74	15	7.77	0	0.00	22.50	15.53

*Nota.* Pi: piso inferior; Vf: valor sociológico; Pm: piso medio; Ps: piso superior; PSA: posición sociológica absoluta; PSR: posición sociológica relativa

#### 4.2.3. Regeneración natural

En el estudio de la regeneración natural se encontró un total de 20 individuos pertenecientes a 12 especies dentro de 9 parcelas de 5x 5 m en las cuales las especies *Nectandra acutifolia* y *Nectandra membranacea* presentan los valores más altos de Importancia ecológica con 20.09% y 18.70% debido a que presentan mayor cantidad de individuos, la cual se expresa a través del 40% de abundancia entre estas dos especies. Ambas especies también presentan altos valores de dominancia, en el primer caso se registró valores de 23.59% mientras la segunda especie presenta valores de 19.42%; finalmente, las dos especies presentaron frecuencias similares con valores de 16.67% (Tabla 9).

**Tabla 9**

*Parámetros estructurales de individuos de la categoría latizal*

<b>Especie</b>	<b>AR</b>	<b>DR</b>	<b>FR</b>	<b>IVI (100%)</b>
<i>Nectandra obtusata</i>	5	2,60	5,56	4,39
<i>Carapa guianensis</i>	5	2,82	5,56	4,46
<i>Allophylus excelsus</i>	5	4,22	5,56	4,93
<i>Otoba sp.</i>	5	5,58	5,56	5,38
<i>Cabrlea canjereana</i>	5	6,84	5,56	5,80
<i>Ficus cervantesiana</i>	5	6,97	5,56	5,84
<i>Ficus citrifolia</i>	5	7,05	5,56	5,87
<i>Miconia rivetii</i>	5	7,33	5,56	5,96
<i>Hyeronima oblonga</i>	10	6,73	11,11	9,28
<i>Mollinedia sp.</i>	10	6,84	11,11	9,32



<i>Nectandra membranacea</i>	20	19,42	16,67	18,70
<i>Nectandra acutifolia</i>	20	23,59	16,67	20,09
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Nota. Ar: Abundancia relativa, Fr: Frecuencia relativa, Dr: Dominancia relativa, IVI:

Índice de valor de importancia

En la categoría brinzales la cantidad de individuos y especies es alta, se registró un total de 162 individuos pertenecientes a 22 especies. Nuevamente las especies *Nectandra acutifolia* y *Nectandra membranacea* presentan los valores más altos de IVI con 17.40% para la primera especie y 13.70% en el caso de la segunda (Tabla 10).

Ambas especies presentan los valores altos en las diferentes categorías analizadas. La alta regeneración de estas especies es debido a su adaptación al medio, soportando mejor los cambios ambientales y por ende presentan mayor potencial para ser usadas en procesos de rehabilitación de áreas degradadas (Aguirre *et al.* 2018) (Burga *et al.* 2021).

Los resultados obtenidos muestran una alta cantidad de individuos con Diámetro inferior a 5cm. Sin embargo, en la categoría entre 5-10cm de DAP el número de individuos se reduce drásticamente. Aguirre *et al.* (2018) en el bosque ubicado en la parroquia San Andres, Zamora Chinchipe reporta un comportamiento similar presentando la mayor densidad de regeneración en la categoría brinzal con 14167 ind/ha, mientras en la categoría latizal la cantidad de regeneración disminuye. Maldonado *et al.* (2018) reporta el mismo comportamiento en Palanda; Zamora Chinchipe con mayor regeneración en la misma categoría con 28000 ind/ha.

Este comportamiento dentro de los bosques siempre verde montanos bajos es común ya que a medida que se incrementa la altura de la regeneración natural la cantidad de individuos tiende a disminuir debido a los requerimientos fisiológicos de cada especie que junto con la presión del medio ambiente limita a los individuos de cada especie a llegar a etapas superiores (Aguirre *et al.* 2018).

**Tabla 10***Parámetros estructurales de individuos de la categoría de brinzales*

<b>Especie</b>	<b>AR</b>	<b>DR</b>	<b>FR</b>	<b>IVI (100%)</b>
<i>Miconia rivetii</i>	4,94	2,81	10,94	6,23
<i>Nectandra obtusata</i>	6,79	2,74	9,38	6,30
<i>Inga sp.</i>	12,96	2,46	6,25	7,22
<i>Ficus cerventesiana</i>	3,09	13,93	6,25	7,76
<i>Cabralea canjerana</i>	5,56	22,99	7,81	12,12
<i>Nectandra membranacea</i>	20,99	9,19	10,94	13,70
<i>Nectandra acutifolia</i>	19,75	19,94	12,50	17,40
<i>Otros</i>	25,93	25,95	35,94	29,27
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

*Nota.* Ar: Abundancia relativa, Fr: Frecuencia relativa, Dr: Dominancia relativa, IVI:

Índice de valor de importancia

#### **4.2.4. Índice de valor de importancia ampliado (IVIA)**

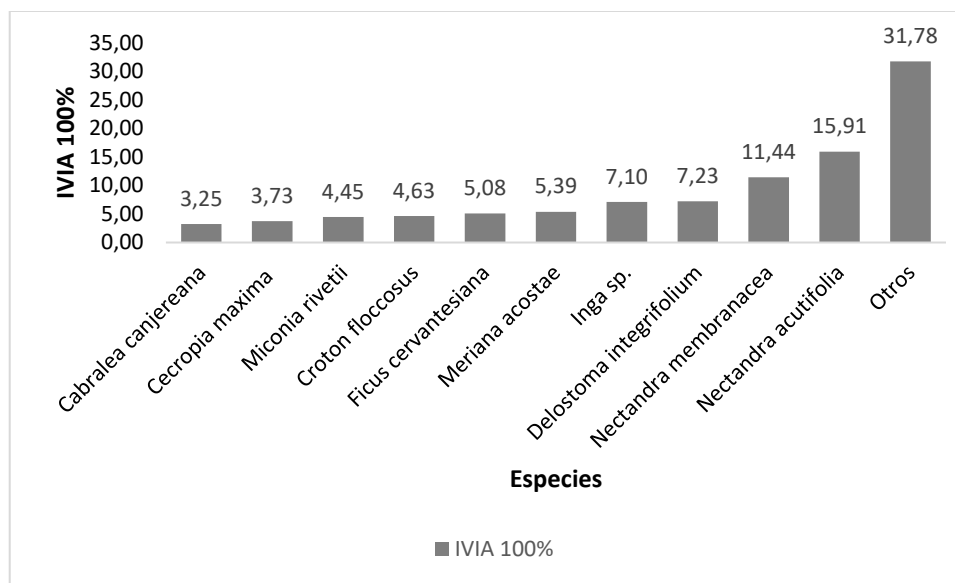
De acuerdo con el índice de valor importancia ampliado las especies *Nectandra acutifolia*, *Nectandra membranacea*, *Delostoma integrifolium* e *Inga sp*, son más importantes de este bosque con valores de 15.91%, 11.44%, 7.23% y 7.10% mientras de las 42 especies registradas el 76.20% (32 especies) presentan valores inferiores a 3.25% que conforman el 31.78% de este indicador (Figura 7).

Estos resultados difieren del estudio realizado por Carreños y Porras (2021) (Cerón, 2001) en Colombia donde las especies con mayor importancia ecológica fueron *Pricrasma exelsa*, *Bunchosia americana*, *Miconia parasina*, *Cecropia angustifolia* e *Ilex sp.* Castillo et al. (2004) en la reserva forestal Carapatos, Colombia reporta que las especies con mayor importancia ecológica son *Geonoma weberbaueri*, *Weimmania balbisiana*, *Beilshmedia pendula*, *Brunelia integrifolia* y *Nectandra mollis*. Por otra parte, Toapanta (2017) en un bosque montano bajo del sector La Esperanza, Cotopaxi determino a las especies *Licaria canella*, *Nectandra sp* y *Sloanea sp* como más importantes de este ecosistema.

La diferencia de especies en cada ecosistema se debe a la ubicación de estos, ya que la topografía, clima y altitud varían y permiten el desarrollo de diferentes especies. Sin embargo, en el caso de Toapanta (2017), pese a la diferencia de especies en este análisis, también pertenecen a la familia Lauraceae, que de acuerdo con Gentry (1995) y Lamprecht (1991) es común que especies perteneciente a esta familia predominen en la estructura del bosque siempre verde montano bajo.

**Figura 7**

*Especies con mayor importancia ecológica del bosque siempre verde montano bajo*



#### 4.2.5. Diversidad

El análisis de diversidad mostró una diversidad media empleando el índice de Shannon con un valor de 2.91. Sin embargo, al aplicar el índice de Simpson se obtuvo una diversidad alta registrando el valor de 0.92; finalmente, al emplear el índice de Pielou el resultado fue de 0.82 ratificando la diversidad alta. Además, se obtuvo un valor de dominancia de 0.08, demostrando que existe una equitatividad en la distribución de abundancia para la mayoría de las especies.

Cerón (2001) en formaciones boscosas similares ubicados en la parroquia San José de Minas, Pichincha determino valores de diversidad empleando el índice de Shannon que van desde 2.81 hasta 3.8, Aguirre et al (2021) en Huashupamaba, Loja, registró valores de diversidad de 3.10, con este mismo índice. Mientras Aguirre et al (2021) en el Sayo ubicado en la misma provincia registro valores de 3.39, considerándose con una diversidad media.

Los valores registrados de diversidad se generan debido a la heterogeneidad de este tipo de ecosistema, producto de las fuertes gradientes ambientales. Se debe considerar que estas formaciones naturales se encuentran influenciadas por la fisiografía de la cordillera de los Andes, caracterizada por presentar complejas geoformas que combinadas por agudos gradientes de altitud genera cambios en el clima que influye en diversidad de especies vegetales (Kessler et al .2002) (Cuesta et al. 2009).

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

La composición florística del bosque siempre verde montano bajo de la Estación Experimental La Favorita en una superficie de una hectárea se registró 42 especies pertenecientes a 38 géneros y 27 familias. Esta cantidad de especies es común en este tipo de formaciones ubicadas en el flanco occidental de la cordillera de los Andes.

La fisionomía del bosque es característico de formaciones secundarias avanzadas. En el perfil vertical no existe una estratificación definida; además, de la presencia de especies pioneras en el dosel del bosque y las especies con mayor seguridad de permanencia en la estructura del bosque son: *Delostoma integrifolium*, *Nectandra acutifolia*, *Meriania acostae*, *Ficus cervantesiana*, *Croton floccosus*, *Nectandra obtusata* e *Inga sp.*

Las especies ecológicamente más importantes de este bosque son: *Nectandra acutifolia*, *Nectandra membranacea*, *Delostoma integrifolium*, *Inga sp.*, *Meriania acostae*, *Ficus cervantesiana* y *Croton floccosus*.

El bosque siempre verde de la Estación Experimental La Favorita presenta una diversidad media. Además, existe una distribución equitativa de individuos para la mayoría de las especies registradas.

## **5.2. Recomendaciones**

Continuar con el monitoreo de las especies presentes en la parcela para el desarrollo de estudios acerca de la dinámica de este bosque. Además, de promover el incremento de este tipo de parcelas con el fin de abarcar mayor área de bosque para la obtención de información más confiable.

Realizar actividades de acenso a los árboles para la recolección de material vegetativo fértil, que facilitara los procesos de identificación taxonómica.

Impulsar estudios relacionados con bosque siempre verde montano bajo de la Estación Experimental La Favorita, que permita generar de información acerca de sus funciones y aspectos ecológicos.

Desarrollar estudios acerca de la fenología de especies que determine épocas de floración y fructificación de especies registradas.

## CAPÍTULO VI

### BIBLIOGRAFÍA

- MAE, & FAO. (2015). *Especies forestales leñosas, arbóreas y arbustivas de los bosques montanos del Ecuador*. Quito.
- Acosta, V., Araujo, P., & Iturre, M. (2006). *Caracteres estructurales de las masas*. Buenos Aires, Argentina: Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Santiago del Estero.
- Aguilar, Z., Flores, P., & Tapuy, M. (2020). *Los bosques del Ecuador*. El Puyo, Ecuador: Universidad Estatal Amazónica.
- Aguirre, N. (24 de Marzo de 2017). *Estructura y dinámica de ecosistemas forestales*. Obtenido de DocPlayer: <https://docplayer.es/40178211-Estructura-y-dinamica-del-ecosistema-forestal-nikolay-aguirre-ph-d.html>
- Aguirre, Z. (2013). *Guías de métodos para medir la biodiversidad*. Loja: Universidad Nacional de Loja. Obtenido de <https://zhofreaguirre.files.wordpress.com/2012/03/guia-para-medir-biodiversidad-octubre-7-2011.pdf>
- Aguirre, Z., Cango, L., & Quizpe, W. (2021). Composición florística, estructura y endemismo del componente leñosos del bosque Huashupamba, Loja, Ecuador. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 9, 1-16.
- Aguirre, Z., Celi, H., & Herrera, C. (2018). Estructura y composición florística del bosque siempre verde montano bajo de la parroquia San Andres, cantón Chinchipe, provincia de Zamora Chinchipe, Ecuador. *Arnaldoa*, 3(25), 923-938.
- Aguirre, Z., Orellana, F., & Jaramillo, N. (2021). Composición florística, estructura y endemismo del componente leñoso en una parcela permanente en el bosque protector El Sayo, Loja, Ecuador. *Ciencia Latina*, 5.
- Aguirre, Z., Reyes, B., Quizpe, C., & Cabrera, A. (2017). Composición florística, estructura y endemismo del componente leñoso de un bosque montano en el sur del Ecuador. *Arnaldoa*, 24, 543-556.

- Almeida, A., Ribeiro, M., Viveiros, C., & Plaza, M. (2019). Impacts of climate changes on spatio-temporal diversity patterns of Atlantic Forest primates. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 17, 50-56.
- Alvis, J. (2009). Análisis estructural de un bosque natural localizado en la zona rural del municipio de Popayan. *Geopo de Investigaciones TULL*, 7(1), 115-122.
- Atilio, E. (2020). *Conceptos de Ecología. Población*. San Fernando del Valle de Catamarca: Universidad Nacional de Catamarca.
- Baselga, Á., & Gómez, C. (2019). Diversidad alfa, beta y gamma: ¿Cómo medimos las diferencias entre comunidades biológicas? *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)*, 26, 39-45.
- Beltran, G., Cuamacas, D., & Rosero, B. (2010). *Mirada ecológica de la flora y fauna de la Estación Experimental La Favorita, Provincia de Pichincha*. Ibarra, Ecuador: Universidad Técnica del Norte.
- Bruijzeel, L. (2001). Hydrology of tropical mountane cloud forest: A reassessment. *Land Use and Water Resources Research*, 1, 1-18.
- Bubb, P., Milles, L., & SAyer, J. (2004). *Cloud forest agenda*. Cambridge: UNEP-WCMC.
- Burga, A., Burga, J., Alcalde, V., Martínez, G., Iglesias, S., & Villena, J. (2021). Caracterización florística del relicto Los Lanches del Bosque Montano Las Palmas-Chota, Perú. *Universidad Científica del Perú Ciencia Amazónica (Iquitos)*, 1(9), 43-58.
- Cano, Á., & Estevenson, P. (2009). Diversidad y composición florística de tres tipos de bosques en la estación biológica Caparú, Vaués. *Colombia Forestal*, 12, 63-80.
- Cantillo, E. (2012). *Historia y aportes de la ingeniería forestal en Colombia*. Bogotá: Opciones Gráficas Editores Ltda.
- Cañadas, L. (1983). *El mapa bioclimático del Ecuador*. Quito, Ecuador: Banco central del Ecuador.
- Cárdenas, M. (2014). Estudio compartivo de la composición florística, estructura y diversidad de fustales en dos ecosistemas del campo de producción 50k- CPO-09, llanos de Orinoco, Colombia. *Colombia Forestal*, 17(2), 203-229.



- Carovalàn, P., & Hernández, J. (2006). Densidad de rodal. Obtenido de <https://docplayer.es/44968533-Densidad-de-rodal-1-el-concepto-de-densidad.html>
- Carreño, M., & Porras, P. (2021). *Caracterización Florística-Estructural, Diversidad, Biomasa Aérea y Dinámica de la Vegetación en Una Parcela Permanente de Monitoreo, Parque Nacional Chicaque*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Castillo, E., Rodríguez, K., & Avella, E. (2004). Diversidad y Caracterización Florística-Estructural de la Vegetación Arbórea en la Reserva Forestal Carapatos. *Colombia Forestal*, 8, 5-21. Obtenido de <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/colfor/article/view/3389/4902>
- Célleri, R., & Feyen, J. (2009). The hidrology of tropical andean ecosystems: importance, Knowledge status and perspectives. *Mountain research and development*, 29, 350-355.
- Celso, Y., Lozano, D., & Aguirre, Z. (2010). Diversidad florística y estructura del bosque nublado en el sur del occidente del Parque Nacional Podocarpus. *Ecología Forestal*, 1, 47-55.
- Cerón, C. (2001). Diversidad y composición florística de dos bosques nubosos del occidente de Pichincha. *Cinchonia*, 2, 5-29.
- Choque, D. (2017). *Composició Florística y uso tradicional de especies en el bosque seco del PN YANMI MADIDI, APOLO, provincia Tamayo*. Obtenido de [https://www.missouribotanicalgarden.org/Portals/0/Portal/0/Science%20and%20conservation/themadidiproject/publications/Choque\\_2007\\_Thesis.pdf](https://www.missouribotanicalgarden.org/Portals/0/Portal/0/Science%20and%20conservation/themadidiproject/publications/Choque_2007_Thesis.pdf)
- Cuesta, F., Peralvo, M., & Valarezo, N. (2009). *Los bosques montanos de los Andes tropicales. Una evaluación regional de su estado de conservación y su vulnerabilidad a efectos del cambio climático*. Quito, Ecuador: ECOBONA.
- Dueñas, H., & Garate, J. (2018). Diversidad, dominancia y distribución arbórea en Madre de Dios, Perú. *Revista Forestal de Perú*, 33, 4-23.
- Finol, H. (1971). Nuevos parámetros a considerarse en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales. *Revista Forestal Venezolana*, 14(21), 29-42.

- Frienderich, J., & Huth, A. (2018). La importancia de las estructuras forestales para relaciones entre biodiversidad y productividad. *Royas Society Open Science*, 6, 1-12.
- GAD parroquial rural Alluriquín. (2015). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia rural Alluriquin 2014-2019*. Santo Domingo: GAD Alluriquín.
- Gentry, A. (1995). *Riqueza de especies y composición florística de comunidades de plantas de la región del Choco, una actualización*. Santa Fé de Bogota, Colombia: Colombia Pacífico.
- Giacomotti, J., & Reynel, C. (2018). Mortalidad y reclutamiento de árboles en un bosque secundario tardío del valle de Chanchamayo, Perú. *Revista Forestal de Perú*, 33, 42-51.
- Gomez, J. (2011). Regeneración natural de 9 especies maderables en un bosque intervenido de la Amazonía Boliviana. *Acta Amazónica*, 1(41), 135-142.
- González, M. (2014). ¿ Es relevante la ecología del comportamiento para entender y predecir la dinámica de las poblaciones. *Ecosistemas*, 23, 93-97.
- Gratstein, S., Homeier, J., & Gansert, D. (2008). *The tropical mountain forest: patterns and processes in a biodiversity hotspots*. Göttingen: Universitätsverlag Göttingen.
- Gutiérrez, A., García, F., Rojas, S., & Castro, F. (2015). Parcela permanente de monitoreo en el bosque de Galeria, en Puerto Gaitán, Meta. *Corpoica*, 16, 113-129.
- Han, Z., Jiang, H., Wang, W., Li, Z., Chen, E., & Yang, M. (2018). Estimation of aerial forest biomass using the KNN-FIFS method based on remote sensing data from multiple sources. *Scientia Silvae Sinicae*, 54, 70-79.
- Homeier, J., Breckle, W., Günter, R., Rollenbeck, T., & Leuschner, C. (2010). Tree diversity , forest structure and productivity along and altitudinal and topographycal gradients in a species rich Ecuadorian mountain rain forest. *Biotropical*, 42, 140-148.
- Hui, G., Zhang, G., & Yang, A. (2019). Methots of forest structure research. *Forest Management*, 32, 142-154.

- Hurtado, F. (1998). *Posibilidad de manejo de sangre de drago (Croton sp.) en la amazonía Ecuatoriana. Proyecto Gran Sumaco*. Ecuador: Fundación Jatun Sacha. Instituto Ecuatoriano Forestal de Área Silvestre y Vida Silvestre.
- Jácome, I., & Monar, H. (2020). Aves del sendero Condor Machay ( Cantón Rumiñahui, Pichincha Ecuador ): Evaluación de especies con valor para el aviturismo local. *Siembra*, 7, 69-92.
- Jimenez, A., Tapia, M., & Gabriel, J. (2017). *Ecología Forestal* (Primera ed.). Manabí: COMPAS.
- Jiménez, E. (2007). Composición y estructura de una hectárea de bosque en la cordillera Del Paso Alto, San José de Minas, Pichincha- Ecuador. *Cinchonia*, 8, 107-125.
- Juarez, I. (2014). *Dasometría, Apuntes de Clases y Actividades Prácticas*. Cochabamba: Copyright.
- Kessler, M. (2002). The elevational gradient of Andean plant endemism: varying influences of taxon specific traits and topography at different taxonomic level. *Journal of Biogeography*, 29, 1159-1165.
- Krebs, C. (1986). *Ecología, estudio de la distribución y abundancia* . Pirámide .
- Kvist, L., Aguirre, Z., & Sánchez, O. (2006). Bosques montanos bajos occidentales del Ecuador y sus plantas útiles. *Botánica Económica de los Andes Centrales*, 205-223.
- La Torre, M., Herrand, S., & Young, K. (2007). Diversity and structural patterns for tropical montane and premontane forests of central Peru, with an assessment of the use of higher-taxon surrogacy. *Biodiversity and Conservation*, 16, 2965-2988.
- Lamprecht, H. (1990). *Silvicultura en los trópicos* . Rosdorf Verlag-Gues.
- Lopéz, L., Becoche, J., Macías, D., Ruíz, K., Velazco, A., & Pineda, S. (2017). Composición y diversidad florística de la reserva forestal- Institución Educativa Cajete, Popayán. *Luna azul*, 41, 131-151.
- Lozada, A., & Pinzón, J. (2006). *Diseño metodológico de restauración de la reserva forestal Carpatos*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

- Lozano, D., & Yaguana, P. (2009). *Composición florística, estructura y endemismo del bosque nublado de la reservas naturales, Tapichalaca y Numbala Cantón Palanda Zamora Chinchipe. Tesis de grado.* Loja, Ecuador: Universidad Nacional de Loja.
- Lozano, P. (2002). *Los tipos de bosques en el Sur del Ecuador.* Quito, Ecuador: Ediciones AbiaYala.
- MAE. (2012). *Sistema de Clasificación de los Ecosistemas de Ecuador Continental.* Quito: Subsecretaría de Patrimonio Natural.
- Maldonado, S., Gaona, T., & Aguirre, Z. (2018). Estructura y Composición Florística de un Bosque Montano Bajo en Pelanda, Zamora Chinchipe, Ecuador. *Arnaldoa*(25), 615-630. doi:<http://dx.doi.org/http://doi.org/10.22497/arnaldoa.252.25216>.
- Martella, M., Trumper, E., Bellis, L., Rinson, D., Giordano, P., Bazzano, G., & Gleiser, R. (2012). Manual de Ecología Poblaciones: Introducción a las técnicas para el estudio de poblaciones silvestres. *Reduca*, 5, 1-31.
- Martínez, P. (2010). *Mesozonificación ecológica y económica para el desarrollo sostenible de Huanuco.* Iquitos: IIAP. Obtenido de [http://www.iiap.org.pe/Archivos/publicaciones/Publicacion\\_1529.pdf](http://www.iiap.org.pe/Archivos/publicaciones/Publicacion_1529.pdf)
- Martínez, P., Hernández, C., Wehenrel, C., & López, C. (2015). Estimación de la densidad de especies de coníferas a partir de variables ambientales. *Madera y bosques*, 21, 23-33.
- Melo, O., & Vargas, R. (2003). *Evaluación Ecológica y Silvicultura de Ecosistemas Boscosos.* Ibaguè: Universida de Tolima. Obtenido de [http://www.ut.edu.co/academi/images/archivos/Fac\\_Forestal/Documentos/LIBROS/evalucaion%20de%20ecosistemas%20boscosos%20%20Rafael%20vargas%20y%20Omar%20mel.pdf](http://www.ut.edu.co/academi/images/archivos/Fac_Forestal/Documentos/LIBROS/evalucaion%20de%20ecosistemas%20boscosos%20%20Rafael%20vargas%20y%20Omar%20mel.pdf)
- Mena, V., Andrade, H., & Torres, J. (2020). Composición florística, estructura y diversidad del bosque pluvial tropical de la subcuenca del río Munguidó, Quibdó, Chocó Colombia. *Entramado*, 16, 204-215.
- Mensah, S., Toit, B., & Seifert, T. (2018). Relación biodiversidad- biomasa a través de capas forestales: implicaciones para la complementariedad de nichos y efectos de selección. *Ecología de Ecosistemas*, 15, 783-795.

- Mohandass, D., Campbell, M., & Davidar, P. (2018). Impact of patch size on woody tree species richness and abundance in a tropical montane evergreen forest patches of south India. *J. Para.*, 29, 1675-1687. doi:<https://doi.org/10.1007/s11676-018-0592-y>
- Montoya, L. (2017). *Balance entre biomasa y carbono en plantaciones de Pino tecunumanii y Araucaria angustifolia, en la Estaciòn Experimental La Favorita, Provincia de Santo Domingo de Los Tsachilas. Trabajo especial de grado.* Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7197/1/03%20FOR%20260%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Morales, M., Vilches, B., Chazdon, R., Ortega, M., Ortiz, E., & Guevara, M. (2012). Diversidad y estructura horizontal en los bosque tropicales del corredor biológico de La Osa, Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 9(23), 19-28. doi: <https://doi.org/10.18845/rfmk.v9i23.487>
- Myers, N., Mittermeier, R., Mittermeier, C., Gustabo, F., & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403, 853-858.
- Ocampo, K., & Bravo, S. (2019). Reclutamiento de especies leñosas en bosques tropicales expuestos a incendios: una revisión. *Ecosistemas*, 28, 106-117.
- Octavo, E. (1994). *Análisis estructural de la vegetación*. Bogotá: Sánchez y Castaño ed.
- Ogawa, H., Yoda, K., Ogino, K., & Kira, T. (1965). Comparative ecological studies on tree main types of forest vegetation in Thailand. *Nature and Life Southeast Asia*, 4, 49-80.
- OIMT. (2002). *Guía técnica para la ordenación y el manejo sostenible de los bosques naturales*. Bogotá, Colombia: Ministerio del Ambiente de Colombia, ACOFORE, OIMT.
- Orme, C., Burgues, M., Eigembrod, G., Pickup, N., Olson, V., Webster, A., . . . Owens, I. (2005). Global hotspots of species richness are not congruent with endemism or threat. *Nature*, 436, 1016-1019.

- Oyarzún, A., Donoso, P., & Gutiérrez, Á. (2019). Patrones de distribución de alturas de bosques antiguos siempre verdes del centro-sur de Chile. *Bosque (Valdivia)*, 40, 355-364.
- Palacios, B., Aguirre, Z., Lozano, D., & Yaguana, C. (2016). Riqueza, estructura y diversidad arbórea del bosque montano bajo, Zamora Chinchipe Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 6(2), 104-117.
- Palacios, W. (2011). *Familias y géneros arbóreos del Ecuador*. Quito, Ecuador: Ministerio del Ambiente del Ecuador/FAO/Finlandia.
- Palacios, W. (2016). *Árboles del Ecuador; Especies representativas*. Ibarra, Ecuador: Universidad Técnica del Norte.
- Pan, Y., Mccullough, K., & Hollinger, D. (2018). Biodiversidad forestal, relaciones con atributos estructurales y funcionales y estabilidad en los bosques de Nueva Inglaterra. *Xa. Ecosyst*, 5(14). doi:<https://doi.org/10.1186/s40663-018-0132-4>
- Pinelo, G. (2000). *Manual para el establecimiento de parcelas permanentes de muestreo en la reserva de la biosfera Maya, Petèn, Guatemala*. Petèn: Centro Agònomo Tropical de la Investigaciòn y Enseñanza "CATIE".
- Pinto, E., Pérez, Á., Ulloa, C., & Cuesta, F. (2018). *Árboles representativos de los bosques montanos del Nororccidente de Pichincha*. Quito: CODESAN.
- Quiroga, J., Roa, H., Melo, O., & Fernández, F. (2019). Estructura de fragmentos de bosque seco tropical en el sur del departamento de Tolima, Colombia. *Boletín científico del museo de historia natural de Caldas*, 23, 31-51.
- Rodríguez, F., & Arroyo, J. (2004). La necesidad de la experimentación en la ecología y conservación: una aproximación para la restauración forestal en el parque natural Los Alcornocales. *Almoraima*, 3, 137-144.
- Santos, P. (2018). *Índice de valor de importancia*. Obtenido de <https://paulefrensa.rbind.io/post/2018/10/05/%C3%ADndice-valor-importancia/>
- Serrano, S. (2019). *Composición y Diversidad Florística del Bosque Montano El Cedro-San Silvestre de Cochán- San Miguel- Cajamarca*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/2831/COMPOSICICI%C3%93N>

%20Y%20DIVERSIDAD%20FLOR%20C3%8DSTICA%20DEL%20BOSQUE%20MONTANO%20EL%20CEDRO%20-%20SAN%20SILVESTRE%20DE%20COCH%20C3%81N%20-%20SAN%20M.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Sierra, R. (1999). *Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental*. Quito, Ecuador: INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia.
- Sonco, R. (2013). *Estudio de diversidad alfa y beta en tres localidades de un bosque montano, en la region La Paz-Bolivia*. Obtenido de <https://www.fcnym.unlp.edu.ar/catedras/ecocomunidades/TPN3Diversidad.pdf>
- Szmyt, J., & Tarasiuk, S. (2018). Species-specific spatial structure, species coexistence and mortality pattern in natural, uneven-aged Scots pine (*Pinus silvestris*) dominated forest. *Eur J Forest Res*, 137, 1-16. doi:<https://doi.org/10.1007/s10342-017-1084-x>
- Tejedor,N;Álvarez,E;Arango,S;Araujo,A;Blundo,C;Boza,T;La Torre,M;Gaviria,J;Gutierrez,N;Jorguensen,P;León,B;López,R;Malizia,L;Milán,B; Moraes,M;Pacheco,S;Rey,J;Reynel,C;Timaná,M;Ulloa,C. (2012). *Ecosistemas*, 21, 148-166.
- Terán, A., Duarte, N., Cuesta, F., & Maldonado, G. (2018). *Guía para la restauración de bosques montano tropicales*. Quito: CODESAN.
- Tiessen, H. (2011). Climate change and biodiversity in the tropical Andes. (págs. 9-11). Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) and Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE) .
- Toapanata, R. (2017). *Inventario florístico arbóreo en el bosque siempre verde montano bajo de la cordillera occidental de los Andes, sector La Esperanza, cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi*. Latacunga, Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4280/1/UTC-PC-000165.pdf>
- Tobon, C., & Arroyave, F. (2007). Inputs by fog and horizontal precipitation to the páramo ecosystems and their contribution to the water balance. *La Serena*, 233-236.

- Wadsworth, F. (2000). *Producción forestal para América tropical* (Vol. 710). Washington DC: US. Dept. of Agriculture, Forest Service.
- Whittaker, R. (1960). Vegetation of the Siskiyou mountains, Oregon and California. *Ecological Monographs*, 30, 280-338.
- Yaguana, C., Lozano, D., Neill, D., & Asanza, M. (2012). Diversidad florística y estructura del bosque nublado deo río Numbala. *Revista Amazónica*, 1(3), 226-247.
- Zeller, L., & Caicoya, A. (2021). Análisis del efecto del manejo silvícola y el manejo en equilibrio entre heterogeneidad estructural y productividad a largo tiempo. *Eu J Forest*, 11, 135-143.
- Zhang, J., Wang, J., & Liu, G. (2020). Vertical structure classification of a forest sample plot based on point cloud data. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 48, 1215-1222.



## CAPÍTULO VII

### ANEXOS

**Tabla 11**

*Parámetros estructurales de una hectárea de bosque montano bajo de la Estación Experimental La Favorita.*

<b>Especies</b>	<b>AA</b>	<b>AR</b>	<b>DA</b>	<b>DR</b>	<b>FA</b>	<b>FR</b>	<b>IVI (100%)</b>
<i>Elaeagia utilis</i>	1	0,33	0,00	0,06	0,04	0,63	0,34
<i>Clusia cuneifolia</i>	1	0,33	0,00	0,08	0,04	0,63	0,35
<i>Guarea kuntiana</i>	1	0,33	0,00	0,24	0,04	0,63	0,40
<i>Zanthoxylum rigidum</i>	1	0,33	0,00	0,24	0,04	0,63	0,40
<i>Cornus peruviana</i>	1	0,33	0,00	0,31	0,04	0,63	0,42
<i>Trema integerrima</i>	1	0,33	0,00	0,45	0,04	0,63	0,47
<i>Lozania sp.</i>	2	0,66	0,00	0,38	0,04	0,63	0,56
<i>Siparuna aspera</i>	3	0,99	0,00	0,37	0,04	0,63	0,67
<i>Boehmeria caudata</i>	3	0,99	0,00	0,38	0,04	0,63	0,67
<i>Ficus citrifolia</i>	2	0,66	0,00	0,18	0,08	1,27	0,70
<i>Nectandra obtusata</i>	2	0,66	0,00	0,22	0,08	1,27	0,72
<i>Licaria aplanata</i>	2	0,66	0,00	0,27	0,08	1,27	0,73
<i>Croton sampatik</i>	1	0,33	0,00	1,25	0,04	0,63	0,74
<i>Cedrela odorata</i>	2	0,66	0,00	0,56	0,08	1,27	0,83
<i>Endlicheria sericea</i>	2	0,66	0,00	0,63	0,08	1,27	0,85
<i>Cinchona pubescens</i>	3	0,99	0,00	0,78	0,12	1,90	1,22
<i>Saurauia lehmanii</i>	5	1,66	0,00	0,75	0,08	1,27	1,22
<i>Erithrina edulis</i>	5	1,66	0,00	1,31	0,08	1,27	1,41
<i>Pochota squamigera</i>	5	1,66	0,00	1,80	0,12	1,90	1,79
<i>Sapium stylare</i>	4	1,32	0,00	1,66	0,16	2,53	1,84
<i>Roupala brachypoda</i>	3	0,99	0,00	3,83	0,08	1,27	2,03
<i>Casearia mariquitensis</i>	6	1,99	0,00	1,60	0,16	2,53	2,04
<i>Cabralea canjerana</i>	5	1,66	0,00	3,03	0,16	2,53	2,41
<i>Miconia rivetii</i>	2	0,66	0,00	2,58	0,28	4,43	2,56
<i>Tournefortia fuliginosa</i>	9	2,98	0,00	1,91	0,20	3,16	2,68

<i>Alchornea grandis</i>	8	2,65	0,00	2,30	0,24	3,80	2,91
<i>Alnus acuminata</i>	10	3,31	0,00	5,15	0,24	3,80	4,09
<i>Cecropia maxima</i>	14	4,64	0,00	5,88	0,40	6,33	5,61
<i>Meriana acostae</i>	25	8,28	0,00	5,62	0,28	4,43	6,11
<i>Nectandra membranacea</i>	19	6,29	0,00	8,68	0,40	6,33	7,10
<i>Inga sp.</i>	19	6,29	0,00	9,53	0,44	6,96	7,59
<i>Ficus cervantesiana</i>	23	7,62	0,00	7,07	0,52	8,23	7,64
<i>Croton floccosus</i>	19	6,29	0,00	13,03	0,32	5,06	8,13
<i>Delostoma integrifolium</i>	48	15,89	0,00	9,40	0,48	7,59	10,96
<i>Nectandra acutifolia</i>	45	14,90	0,00	8,47	0,76	12,03	11,80
<b>Total</b>	<b>302</b>	<b>100</b>	<b>0,0020</b>	<b>100</b>	<b>6,32</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

**Tabla 12**

*Posición sociológica de especies del bosque montano bajo de la Estación Experimental La Favorita.*

Especies	Estrato inferior		Estrato medio		Estrato superior		PSA	PSR
	n°/ha	Vfi	n°/ha	Vfm	n°/ha	Vfs		
<i>Clusia cuneifolia</i>	1	0,45	0	0,00	0	0,00	0,45	0,31
<i>Cornus peruviana</i>	1	0,45	0	0,00	0	0,00	0,45	0,31
<i>Elaegia utilis</i>	1	0,45	0	0,00	0	0,00	0,45	0,31
<i>Zanthoxylum setulosum</i>	1	0,45	0	0,00	0	0,00	0,45	0,31
<i>Croton sampatik</i>	0	0,00	1	0,52	0	0,00	0,52	0,36
<i>Guarea kuntiana</i>	0	0,00	1	0,52	0	0,00	0,52	0,36
<i>Trema integerrima</i>	0	0,00	1	0,52	0	0,00	0,52	0,36
<i>Ficus citrifolia</i>	2	0,89	0	0,00	0	0,00	0,89	0,62
<i>Cedrela odorata</i>	1	0,45	1	0,52	0	0,00	0,96	0,67
<i>Endlicheria sericea</i>	1	0,45	1	0,52	0	0,00	0,96	0,67
<i>Licarai aplanata</i>	1	0,45	1	0,52	0	0,00	0,96	0,67
<i>Lozania sp.</i>	1	0,45	1	0,52	0	0,00	0,96	0,67
<i>Nectandra obtusata</i>	1	0,45	1	0,52	0	0,00	0,96	0,67
<i>Cinchona pubescens</i>	1	0,45	1	0,52	1	0,04	1,00	0,69
<i>Roupala brachypoda</i>	0	0,00	2	1,04	1	0,04	1,07	0,74
<i>Boehmeria caudata</i>	3	1,34	0	0,00	0	0,00	1,34	0,92
<i>Siparuna aspera</i>	1	0,45	2	1,04	0	0,00	1,48	1,02
<i>Cabrlea canjerana</i>	4	1,79	0	0,00	1	0,04	1,82	1,26
<i>Sapium stylare</i>	1	0,45	3	1,55	0	0,00	2,00	1,38
<i>Erithrina edulis</i>	2	0,89	3	1,55	0	0,00	2,45	1,69
<i>Pochota squamigera</i>	2	0,89	3	1,55	0	0,00	2,45	1,69
<i>Saurauia Lehmanii</i>	2	0,89	3	1,55	0	0,00	2,45	1,69
<i>Casearia mariquitensis</i>	0	0,00	6	3,11	0	0,00	3,11	2,14
<i>Alchornea grandis</i>	3	1,34	5	2,59	0	0,00	3,93	2,71
<i>Alnus acuminata</i>	1	0,45	7	3,62	2	0,07	4,14	2,86
<i>Tournefortia fuliginosa</i>	5	2,23	4	2,07	0	0,00	4,30	2,97
<i>Miconia rivetii</i>	3	1,34	6	3,11	0	0,00	4,45	3,07

<i>Cecropia Maxima</i>	2	0,89	11	5,70	1	0,04	6,62	4,57
<i>Inga sp.</i>	6	2,68	10	5,18	3	0,11	7,96	5,50
<i>Nectandra</i>	4	1,79	14	7,25	1	0,04	9,07	6,26
<i>Membranacea</i>								
<i>Croton foccosus</i>	0	0,00	19	9,84	0	0,00	9,84	6,79
<i>Ficus cervantesiana</i>	11	4,91	12	6,21	0	0,00	11,13	7,68
<i>Meriana acostae</i>	8	3,57	16	8,28	1	0,04	11,89	8,21
<i>Nectandra acutifolia</i>	35	15,63	10	5,18	0	0,00	20,81	14,36
<i>Delostoma integrifolium</i>	33	14,74	15	7,77	0	0,00	22,50	15,53
<b>Total</b>	<b>138</b>	<b>61,63</b>	<b>160</b>	<b>82,85</b>	<b>11</b>	<b>0,39</b>	<b>144,87</b>	<b>100,00</b>

**Tabla 13**

*Cálculo del índice de Shannon de una hectárea de bosque montano bajo de la Estación Experimental La Favorita.*

<b>Especies</b>	<b>N° individuos</b>	<b>Pi=n/N</b>	<b>Ln(Pi)</b>	<b>Pi*Ln(Pi)</b>	<b>Pi*Pi</b>
<i>Alchornea grandis</i>	8	0,03	-3,63	-0,10	0,00070
<i>Alnus acuminata</i>	10	0,03	-3,41	-0,11	0,00110
<i>Boehmeria caudata</i>	3	0,01	-4,61	-0,05	0,00010
<i>Cabrlea canjerana</i>	5	0,02	-4,10	-0,07	0,00027
<i>Casearia mariquitensis</i>	6	0,02	-3,92	-0,08	0,00039
<i>Cecropia maxima</i>	14	0,05	-3,07	-0,14	0,00215
<i>Cedrela odorata</i>	2	0,01	-5,02	-0,03	0,00004
<i>Cinchona pubescens</i>	3	0,01	-4,61	-0,05	0,00010
<i>Clusia cuneifolia</i>	1	0,00	-5,71	-0,02	0,00001
<i>Cornus peruviana</i>	1	0,00	-5,71	-0,02	0,00001
<i>Croton floccosus</i>	19	0,06	-2,77	-0,17	0,00396
<i>Croton sampatik</i>	1	0,00	-5,71	-0,02	0,00001
<i>Delostoma integrifolium</i>	48	0,16	-1,84	-0,29	0,02526
<i>Elaeagia utilis</i>	1	0,00	-5,71	-0,02	0,00001
<i>Endlicheria sericea</i>	2	0,01	-5,02	-0,03	0,00004
<i>Erithrina edulis</i>	5	0,02	-4,10	-0,07	0,00027
<i>Ficus cervantesiana</i>	23	0,08	-2,57	-0,20	0,00580
<i>Ficus citrifolia</i>	2	0,01	-5,02	-0,03	0,00004
<i>Guarea kuntiana</i>	1	0,00	-5,71	-0,02	0,00001
<i>Inga sp.</i>	19	0,06	-2,77	-0,17	0,00396
<i>Licaria aplanata</i>	2	0,01	-5,02	-0,03	0,00004
<i>Lozania sp.</i>	2	0,01	-5,02	-0,03	0,00004
<i>Meriana acostae</i>	25	0,08	-2,49	-0,21	0,00685
<i>Miconia rivetii</i>	2	0,01	-5,02	-0,03	0,00004
<i>Nectandra acutifolia</i>	45	0,15	-1,90	-0,28	0,02220
<i>Nectandra membranacea</i>	19	0,06	-2,77	-0,17	0,00396
<i>Nectandra obtusata</i>	2	0,01	-5,02	-0,03	0,00004

<i>Pochota squamigera</i>	5	0,02	-4,10	-0,07	0,00027
<i>Roupala brachypoda</i>	3	0,01	-4,61	-0,05	0,00010
<i>Sapium stylare</i>	4	0,01	-4,32	-0,06	0,00018
<i>Saurauia lehmanii</i>	5	0,02	-4,10	-0,07	0,00027
<i>Siparuna aspera</i>	3	0,01	-4,61	-0,05	0,00010
<i>Tournefortia fuliginosa</i>	9	0,03	-3,51	-0,10	0,00089
<i>Trema integerrima</i>	1	0,00	-5,71	-0,02	0,00001
<i>Zanthoxylum rigidum</i>	1	0,00	-5,71	-0,02	0,00001
<b>Total</b>	<b>302</b>	<b>1</b>	<b>-148,92</b>	<b>-2,91</b>	<b>0,08</b>