



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

**Trabajo de titulación presentando como requisito
previo a la obtención del título de Ingeniero Forestal**

COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y ESTRUCTURA DEL BOSQUE ALTO ANDINO EN EL ÁREA ECOLÓGICA DE CONSERVACIÓN TAITA IMBABURA, PARROQUIA SAN ANTONIO, IMBABURA

AUTORA

Nathaly Gabriela Andrade Vaca

DIRECTOR

Ing. Jorge Luis Cué García, PhD

IBARRA – ECUADOR

2023

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y ESTRUCTURA DEL BOSQUE ALTO ANDINO
EN EL ÁREA ECOLÓGICA DE CONSERVACIÓN TAITA IMBABURA,
PARROQUIA SAN ANTONIO, IMBABURA

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

APROBADO

Ing. Jorge Luis Cué García, PhD
Director de trabajo de titulación

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

Ing. José Gabriel Carvajal Benavides, MSc
Tribunal de trabajo de titulación

Ibarra – Ecuador

2023



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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			
Cédula de identidad:	1004397632		
Nombres y apellidos:	Nathaly Gabriela Andrade Vaca		
Dirección:	Barrio Húmedo – Cotacachi		
Email:	ngandradev@utn.edu.ec gabyandrade241@gmail.com		
Teléfono fijo:		Teléfono móvil:	0984069934

DATOS DE LA OBRA	
Título:	COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y ESTRUCTURA DEL BOSQUE ALTO ANDINO EN EL ÁREA ECOLÓGICA DE CONSERVACIÓN TAITA IMBABURA, PARROQUIA SAN ANTONIO, IMBABURA.
Autor:	Nathaly Gabriela Andrade Vaca
Fecha:	01 de marzo del 2023
SOLO PARA TRABAJOS DE TITULACIÓN	
Programa:	Pregrado
Título por el que opta:	Ingeniero Forestal
Director:	Ing. Jorge Luis Cué García, PhD

CONSTANCIA

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

Ibarra, a los 01 días del mes de marzo del 2023

LA AUTORA:



Nathaly Gabriela Andrade Vaca

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA – UTN

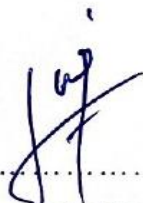
Fecha: 01 de marzo del 2023

Andrade Vaca Nathaly Gabriela: **COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y ESTRUCTURA DEL BOSQUE ALTO ANDINO EN EL ÁREA ECOLÓGICA DE CONSERVACIÓN TAITA IMBABURA, PARROQUIA SAN ANTONIO, IMBABURA** / Trabajo de titulación. Ingeniera Forestal. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Forestal. Ibarra, 01 de marzo del 2023, 65 páginas.

DIRECTOR: Ing. Jorge Luis Cué García, PhD

El objetivo principal de la presente investigación fue determinar la composición florística y estructura del bosque alto andino en el Área Ecológica de Conservación Taita Imbabura, parroquia San Antonio. Entre los objetivos específicos se encuentran: Determinar la estructura horizontal y vertical del bosque. Determinar el valor de uso probable de las especies dentro del bosque alto andino en el Área Ecológica de Conservación Taita Imbabura.

Fecha: 01 de marzo del 2023



.....
Ing. Jorge Luis Cué García, PhD
Director de trabajo de titulación



.....
Nathaly Gabriela Andrade Vaca
Autora

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mis padres Adriana Vaca y Guillermo Andrade, quienes con su constante apoyo y cariño supieron motivarme en cada paso que me llevaría a culminar esta etapa.

A mis hermanos Anita, Fernando y Anahi que siempre confiaron en mis capacidades y forjaron mi carácter para progresar en este proyecto llamado vida. A mis sobrinos que siempre me regalaron sonrisas inocentes y grandes muestras de amor.

A mis amigos y docentes, que siempre tuvieron un consejo a lo largo de mi carrera universitaria, impulsándome a concluir esta etapa.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a mi familia por ser mi motivación y apoyarme en todo el transcurso de mi carrera universitaria. Gracias porque a pesar de que el camino no ha sido sencillo nunca dejaron de confiar en mí.

Un sincero agradecimiento a mi grupo de trabajo PhD. Jorge Luis Cué García, MSc. Eduardo Chagna y MSc. Gabriel Carvajal quienes estuvieron siempre dispuestos a emitir comentarios, correcciones e ideas, a fin de obtener un buen avance de la investigación.

Agradezco al Consorcio Taita Imbabura por su apertura y apoyo para el desarrollo de la investigación en el Área Ecológica de Conservación Taita Imbabura.

Gracias a mi secre y amiga Leedy Toapanta por cada una de sus palabras y abrazos llenos de afecto, que aportaron a mis ganas de concluir el proyecto de investigación.

Finalmente, un eterno agradecimiento a la Universidad Técnica del Norte por haber permitido mi formación profesional, generando conocimientos útiles en el aspecto individual como social, todo gracias a excelentes docentes, quienes formaron parte de esta travesía universitaria.

LISTA DE SIGLAS

AECTI: Área Ecológica de Conservación Taita Imbabura

BsAn03: Bosque siempreverde montano alto de la Cordillera Occidental de los Andes

CAP: Circunferencia a la altura del pecho

COA: Código Orgánico del Ambiente

DAP: Diámetro a la altura del pecho

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

GAD: Gobierno Autónomo Descentralizado

IUFRO: Unión Internacional de Organizaciones Forestales

IVI: Índice de valor de importancia

MAATE: Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica

SNAP: Sistema Nacional de Áreas Protegidas

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvii
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Problema de investigación.	1
1.1.1. Problemática a investigar.....	1
1.1.2. Formulación del problema de investigación.....	1
1.2. Justificación.....	2
1.3. Objetivos	3
1.3.1. General.....	3
1.3.2. Específicos	3
1.4. Preguntas directrices	3
CAPÍTULO II	4
MARCO TEÓRICO	4
2.1. Fundamentación legal	4
2.1.1. Constitución de la República del Ecuador 2008.....	4
2.1.2. Código Orgánico del Ambiente (COA).....	4
2.1.3. Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025	4
2.1.4. Línea de investigación	4
2.1.5. Objetivos del área protegida	4
2.2. Fundamentación teórica	5

2.2.1. Reseña histórica del volcán Imbabura	5
2.2.2. Área Ecológica de Conservación Taita Imbabura (AECTI).....	5
2.2.3. Bosque	6
2.2.4. Bosque siempreverde montano alto de Cordillera Occidental de los Andes.....	6
2.2.5. Composición florística.....	7
2.2.6. Estructura del bosque.....	7
2.2.6.1 Estructura Horizontal.....	7
2.2.6.2. Estructura Vertical	8
2.2.6.3. Regeneración natural	8
2.2.7. Diversidad florística	9
2.2.8. Taxonomía de las plantas	10
CAPÍTULO III.....	11
MATERIALES Y MÉTODOS	11
3.1. Ubicación del sitio.....	11
3.1.1. Política.....	11
3.1.2. Geográfica	11
3.1.3. Límites	12
3.2. Caracterización edafoclimática	12
3.2.1. Clima	12
3.2.2. Suelos.....	12
3.3 Materiales, equipos y software.....	12

3.4. Metodología	13
3.4.1. Universo.....	13
3.4.1. Tamaño de la muestra.....	13
3.4.2. Diseño de muestreo	13
3.4.3. Variables dasométricas	14
3.4.4. Recolección de muestras botánicas	14
3.4.5. Identificación de especies	15
3.4.6. Análisis estructural	15
3.4.7. Índices de diversidad	16
3.4.8. Índice de Valor de Importancia (IVI).....	18
3.4.9. Valor de uso de las especies	19
CAPÍTULO IV	20
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
4.1. Composición florística	20
4.2. Estructura horizontal bosque siempre verde montano alto de la Cordillera Occidental de los Andes (BsAn03)	21
4.2.1. Distribución de clases diamétricas	21
4.2.2. Parámetros de la estructura horizontal.....	22
4.3. Estructura vertical	24
4.4. Regeneración natural.....	25
4.5. Índices de diversidad.....	26
4.6. Valor de uso de las especies.....	27

CAPÍTULO V.....	29
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	29
5.1. Conclusiones	29
5.2. Recomendaciones.....	30
CAPÍTULO VI.....	31
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31
CAPÍTULO VII	40
ANEXOS.....	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Clasificación de la regeneración natural</i>	9
Tabla 2 <i>Materiales, equipos y software</i>	12
Tabla 3 <i>Matriz para la toma de datos del estrato arbóreo</i>	14
Tabla 4 <i>Estadística descriptiva</i>	16
Tabla 5 <i>Rangos de diversidad para la interpretación del índice de Shannon</i>	17
Tabla 6 <i>Rangos de diversidad para la interpretación del índice de Simpson</i>	18
Tabla 7 <i>Matriz para conocer el valor de usos de las especies</i>	19
Tabla 8 <i>Distribución de especies por familias en el bosque alto andino del Área Ecológica de Conservación Taita Imbabura</i>	20
Tabla 9 <i>Abundancia, Dominancia, Frecuencia e Índice de Valor de Importancia de las especies representativas en el bosque alto andino en el Área Ecológica de Conservación Taita Imbabura</i>	23
Tabla 10 <i>Distribución de los individuos por estratos en el bosque alto andino del Área Ecológica de Conservación Taita Imbabura</i>	25
Tabla 11 <i>Parámetros de regeneración natural del bosque alto andino en el Área Ecológica de Conservación Taita Imbabura</i>	26
Tabla 12 <i>Valor de uso de las especies que poseen relación directa con la comunidad</i>	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Mapa de ubicación del área de estudio.....</i>	11
Figura 2 <i>Diseño de parcelas y subparcelas en el área de estudio.....</i>	13
Figura 3 <i>Estructura diamétrica de individuos del estrato leñoso reflejado en el bosque siempreverde montano alto de la Cordillera Occidental de los Andes (BsAn03).....</i>	22
Figura 4 <i>Curva de rango y abundancia de especies en el bosque alto andino.....</i>	27

TÍTULO: COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y ESTRUCTURA DEL BOSQUE ALTO ANDINO EN EL ÁREA ECOLÓGICA DE CONSERVACIÓN TAITA IMBABURA, PARROQUIA SAN ANTONIO, IMBABURA.

Autora: Nathaly Gabriela Andrade Vaca

Director de trabajo de titulación: Ing. Jorge Luis Cué García, PhD

Año: 2023

RESUMEN

En Ecuador los bosques alto andinos están siendo expuestos a cambios que de una u otra manera provocan una alteración en dicho ecosistema, producto de la escasa información en cuanto al componente florístico y estructural. Bajo este contexto, tienden a ser vulnerables a cualquier tipo de cambio producido por las actividades antrópicas sin antes conocer su funcionalidad y posibles beneficios que aporta. El objetivo principal fue determinar la composición florística y estructura del bosque alto andino en el Área Ecológica de Conservación Taita Imbabura, parroquia San Antonio. En el área de estudio se establecieron diez parcelas de 50 x 20 m (1000 m²) donde se registraron individuos con un DAP ≥ 10 cm, en cada parcela se instalaron diez subparcelas de 10 x 10 m (100 m²) registrando individuos para la categoría latizal alto y bajo. Asimismo, se instalaron subparcelas de 5*5 m (25 m²) a fin de evaluar la categoría brinzal y plántula. La estructura horizontal fue definida por los parámetros de abundancia, frecuencia, dominancia e índice de valor de importancia. La estructura vertical fue estudiada por medio de la clasificación IUFRO. La diversidad florística fue analizada usando los índices de Shannon y Simpson. En el bosque siempreverde montano alto de la Cordillera Occidental de los Andes se registró 16 familias, 17 géneros y 17 especies diferentes. Las especies con mayor importancia ecológica son *Myrcianthes hallii* y *Oreopanax ecuadorensis*, especies propias de la región andina y de este ecosistema. Las especies dominantes son *Ilex laurina* y *Daphnopsis sp.* En cuanto a la estructura vertical la especie representativa fue *Myrcianthes hallii*, puesto a que se encuentra dentro de todos los estratos establecidos, con el mayor número de individuos en el estrato medio. La regeneración natural de este bosque registró la mayor cantidad de individuos en la categoría latizal alto, representando el 36,94% del total, mientras que con el 7,35% se concentra la categoría latizal bajo. En ambos casos, la especie *Myrcianthes hallii* presenta valores mayores en abundancia y frecuencia relativa. En base a los índices de diversidad se determinó en este ecosistema una

diversidad media. El valor de uso de las especies permitió determinar a *Oreopanax ecuadorensis* Seem. como la especie con mayor representatividad en todas categorías, mientras que las especies *Myrcianthes hallii* (O.Berg) Mc Vaugh y *Hieronyma macrocarpa* Müll.Arg. sobresalen en el aspecto medicinal y alimenticio, respectivamente.

Palabras clave: vegetación, abundancia, diversidad, regeneración, frecuencia, distribución.

TITLE: FLORISTIC COMPOSITION AND STRUCTURE OF THE HIGH ANDEAN FOREST IN THE TAITA IMBABURA ECOLOGICAL CONSERVATION AREA, SAN ANTONIO PARISH, IMBABURA

Author: Nathaly Gabriela Andrade Vaca

Degree Director: Ing. Jorge Luis Cué García, PhD.

Year: 2023

ABSTRACT

In Ecuador, the high Andean forests are being exposed to changes that in one way or another cause an alteration in said ecosystem, due to the scarcity of information regarding the floristic and structural component. Under this context, they tend to be vulnerable to any type of change produced by anthropic activities without first knowing its functionality and possible benefits it brings. The main objective of the research work is to determine the floristic composition and structure of the high Andean Forest in the Taita Imbabura Ecological Conservation Area, San Antonio parish. Ten plots of 50 x 20 m (1000 m²) were established in the study area, where individuals with a DAP ≥ 10 cm were recorded, in each plot, ten subplots of 10 x 10 m (100 m²) were installed, registering individuals for the high and low latizal category. Likewise, subplots of 5*5 m (25 m²) were installed in order to evaluate the sapling and seedling category. The horizontal structure was defined by the parameters of abundance, frequency, dominance, and importance value index. The vertical structure was studied through the IUFRO classification. In the same way, the floristic diversity was analyzed using the Shannon and Simpson indices. In the high montane evergreen forest of the Western Cordillera of the Andes, sixteen families, seventeen genera and seventeen different species were recorded. The species with the greatest abundance, frequency and ecological importance are *Myrcianthes hallii* and *Oreopanax ecuadorensis*, species typical of the Andean region and of this ecosystem. The dominant species are *Ilex laurina* and *Daphnopsis* sp. Regarding the vertical structure, the representative species was *Myrcianthes hallii*, since it is found within all the established strata, with the largest number of individuals in the middle stratum. The natural regeneration of this forest registered the largest number of individuals in the high latizal category, representing 36,94% of the total, while with 7,35% the low latizal category is concentrated. In both cases, the species *Myrcianthes hallii* presents higher values in abundance and relative frequency. Based on diversity indices, a medium diversity was determined in this ecosystem. The use value of the species allowed to determine *Oreopanax ecuadorensis* Seem. was the most

representative species in all categories, while the species *Myrcianthes hallii* (O. Berg) Mc Vaugh and *Hieronyma macrocarpa* Müll.Arg. stand out in the medicinal and nutritional aspects, respectively.

Keywords: vegetation, abundance, diversity, regeneration, frequency, distribution.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Problema de investigación.

1.1.1. Problemática a investigar

Ecuador al ser uno de los países que sufre problemas en cuanto al manejo y conservación de sus ecosistemas, debido al aumento de la deforestación, cambio de uso de los suelos. La estabilidad ecológica de los ecosistemas se ve afectada por las actividades humanas que se desarrollan dentro de ellos y sus alrededores (MAE, 2012).

Los bosques montanos representan un ecosistema muy frágil debido a sus pendientes fuertes, que permiten una erosión extrema bajo régimen de lluvias fuertes (Bussmann, 2002) que, Sarmiento y Frolich (2002), sumado a la fuerte pérdida del hábitat provocada por las actividades humanas, acaudillan las causas de la disminución de la biodiversidad de este ecosistema.

“Debido a la poca conciencia ambiental se ha ocasionado un mal manejo del bosque alto andino, el cual puede provocar un desequilibrio ecológico. Al verse afectada la composición florística y estructura estos son vulnerables a sufrir cualquier tipo de cambio producto de las actividades antrópicas, sin antes conocer su composición, función, dinámica y los posibles beneficios que aportan” (García, 2016).

1.1.2. Formulación del problema de investigación.

Al ser escasa la información sobre la composición florística y estructura del bosque alto andino en el Área Ecológica de Conservación Taita Imbabura se dificulta entender la función que estos poseen y se originan problemas en cuanto al manejo y conservación del bosque, sin antes haber conocido las posibles potencialidades que ofrecen las diferentes especies.

1.2. Justificación

Mila y Yáñez (2020) mencionan que “en Ecuador se han establecido leyes y acuerdos que contribuyen a la preservación de la flora y fauna, por medio de áreas protegidas, ya que, en vista de que ha existido un aumento de la extensión agrícola y ganadera, representan una gran amenaza para su conservación. En vista de ello, es importante conocer su distribución, diversidad y dinámica. Dado que, esta información permitirá establecer un contacto con la población y futuras investigaciones”.

El Área Ecológica de Conservación Taita Imbabura dentro de la parroquia San Antonio, posee un alto grado de diversidad, por esta razón se busca conocer su composición florística y estructura. Toda la información generada beneficiará al Consorcio que se encuentra a cargo del Área Ecológica de Conservación Taita Imbabura, al GAD Parroquial de San Antonio, al Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica y otras entidades. Puesto a que la información recabada aportará con futuras investigaciones que permitan el desarrollo del plan de manejo, tomando en cuenta la conservación, protección y regeneración de los recursos.

1.3. Objetivos

1.3.1. General

Determinar la composición florística y estructura del bosque alto andino en el Área Ecológica de Conservación Taita Imbabura, parroquia San Antonio.

1.3.2. Específicos

- Determinar la estructura horizontal y vertical del bosque alto andino en el Área Ecológica de Conservación Taita Imbabura.
- Determinar el valor de uso probable de las especies que se encuentran dentro del Área Ecológica de Conservación Taita Imbabura.

1.4. Preguntas directrices

¿Qué especies se encuentra en el bosque alto andino del Área Ecológica de Conservación Taita Imbabura, Parroquia San Antonio?

¿Cómo se encuentra estructurado de forma horizontal y vertical el bosque alto andino?

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Fundamentación legal

2.1.1. Constitución de la República del Ecuador 2008

Capítulo séptimo. Derechos de la Naturaleza. Art.71 la naturaleza tiene derecho a que se respete su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos (Constitución de la República del Ecuador [CRE], 2008).

2.1.2. Código Orgánico del Ambiente (COA)

Según el Art. 30 los objetivos del estado es conservar y usar la biodiversidad de forma sostenible. Manteniendo la estructura, la composición y el funcionamiento de los ecosistemas, donde se garantice la capacidad de resiliencia y la posibilidad de generar bienes y servicios ambientales, con la participación de personas, comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades (Código Orgánico del Ambiente [COA], 2018).

2.1.3. Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025

El presente trabajo investigativo se inserta en el eje y objetivo siguiente:

Eje Transición Ecológica. Objetivo 11: Conservar, restaurar, proteger y hacer un uso sostenible de los recursos naturales (Secretaria Nacional de Planificación [SNP], 2021).

2.1.4. Línea de investigación

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

2.1.5. Objetivos del área protegida

Los objetivos se alinean a las Ordenanzas Municipales del 20 de junio de 2012 (Ibarra), el 15 de junio de 2012 (Otavalo) y del 20 de abril de 2012 (Antonio Ante):

- Mantener la integridad del área y evitar la división, invasión, adjudicación y cualquier perturbación que deteriore su valor integral.
- Proteger los ambientes naturales y promover la recuperación y restauración de las áreas degradadas, para lograr el mantenimiento de los procesos ecológicos y el equilibrio ambiental.

2.2. Fundamentación teórica

2.2.1. *Reseña histórica del volcán Imbabura*

El volcán Imbabura se encuentra ubicado en la provincia que lleva el mismo nombre, con una altura aproximada de 4621 m.s.n.m. Se encuentra rodeado por ciudades como Ibarra, Otavalo y Antonio Ante. El clima predominante en las faldas del volcán es relativamente frío, con temperatura promedio de 8°C. Presentando una variedad de fauna y flora, lo que atribuye a la gran cantidad de especies tanto de plantas como animales (Portilla, 2015).

De acuerdo con leyendas por parte de la cultura indígena el Taita Imbabura es considerado esposo de la mamá Cotacachi. El Taita Imbabura al ofrecer servicios ambientales a las poblaciones cercanas, ha sido protegido por parte de estas de manera voluntaria; sin embargo, una protección a través del marco legal permitirá su conservación y manejo a largo plazo (MAATE, 2021).

2.2.2. *Área Ecológica de Conservación Taita Imbabura (AECTI)*

Por parte del Gobierno Provincial de Imbabura y las entidades municipales (Antonio Ante, Ibarra y Otavalo), mediante un convenio firmado en diciembre del año 2018, se dio paso a la creación del Consorcio Taita Imbabura, con el fin de gestionar el área y elaborar informes técnicos de la vegetación de la zona (MAATE, 2021). El 14 de abril del mismo año se convocó a una reunión en la ciudad de Quito para realizar la entrega oficial del expediente con el cual se inició el trámite de incorporación. Tiempo después, el 01 de septiembre de 2021 el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, emitió el Acuerdo Ministerial No. 33 donde se declara la creación del área protegida No. 63 del SNAP, que hoy se la conoce como “Área Protegida Autónoma Descentralizada Taita Imbabura”.

El AECTI se encuentra en los cantones Antonio Ante, Ibarra y Otavalo, en los ramales occidental y oriental de los Andes, sobre los 3000 m.s.n.m. Posee una superficie de 3717,48 hectáreas que se extiende alrededor del volcán Imbabura. El cantón Antonio Ante cuenta con el 10,93%, Ibarra el 40,07% y Otavalo el 49% de la superficie del área de interés. Tiene un gradiente de temperatura, presentando una mínima de 0°C, una media de entre 4 y 8°C y una máxima que podría superar los 20°C (Ecolex, 2021).

2.2.3. Bosque

El bosque se caracteriza por la presencia de árboles, y es aquel que se extiende por más de 0,5 hectáreas con alturas superiores de 5 m y una cobertura de copa superior al 10 por ciento. No incluye la tierra sometida a un uso predominante agrícola o urbano (FAO, 2020). Estos ecosistemas son predominados por especies arbóreas nativas, que en conjunto con el suelo, atmósfera, clima y recursos hídricos otorgan al sistema un equilibrio dinámico, que brinda diversos servicios ambientales a la sociedad (Zeman, 2018).

Los bosques son ecosistemas imprescindibles donde habita una multitud de seres vivos. Su interacción permite regular el ciclo hidrológico, conservar el suelo y obtener recursos que harán uso sus habitantes. Por fines industriales estos fueron considerados solo como madera lo que provocaba la tala extensa de bosques y el crecimiento del sector agrícola. Sin embargo, en la actualidad a nivel mundial existe mayor importancia de los bosques, ya que no solo son considerados proveedores de Productos Forestales Madereros sino también aportan Productos Forestales no Madereros y servicios ambientales, otorgando importancia tradicional, cultural y socioeconómica (Rodríguez, 2019).

2.2.4. Bosque siempreverde montano alto de Cordillera Occidental de los Andes

De acuerdo con el Ministerio del Ambiente (2015), el Ecuador Continental cuenta con 91 ecosistemas, identificando 65 boscosos con 12,5 millones de hectáreas de bosque nativos, de los cuales, el 51% se encuentra en la categoría de conservación o manejo.

Los bosques siempreverdes montanos altos son ecosistemas que albergan importantes muestras de biodiversidad y cumplen importantes funciones. Presentan un dosel bajo entre 15 y 20 m con follaje esclerófilo, subesclerófilo y lauroide. Sin embargo, las actividades antrópicas ponen en riesgo su composición y función (Josse et al., 2003). Estos bosques al presentar una combinación peculiar de humedad, temperatura, geomorfología e historia evolutiva desempeñan un papel clave en la regulación de los ciclos hidrológicos y de los ciclos de nutrientes a nivel de paisaje. (Toledo, 2009).

Un aspecto fundamental dentro de la ecología e hidrología de este tipo de bosques es la riqueza y abundancia de epífitas, lianas y bejucos. Puesto a que este tipo de ecosistemas posee una gran variedad de bienes y servicios ambientales que brindan beneficios a las comunidades locales (MAE y FAO, 2015).

2.2.5. Composición florística

Se entiende como el número de especies de plantas presentes en un área determinada, teniendo en cuenta su densidad y distribución (Cano y Stevenson, 2009). El estudio de la composición florística permite comprender el estado ecológico del componente vegetal para promover procesos y funciones naturales del ecosistema. Favoreciendo la toma de decisiones para planificar el manejo y conservación de los recursos forestales (Méndez y Sáenz, 1986, citado por Hernández y Giménez, 2016). Esta dada por la heterogeneidad de plantas que se logran identificar en una determinada área de vegetación (Aguirre, 2019)

Para contribuir con el estudio de la composición florística se registra el número de especies en un inventario (Tirado, 2016). Importante porque permite estudiar que especies tiene dominancia y cuales son escasas (Galindo et al., 2003).

2.2.6. Estructura del bosque

Según Aguirre et al., (2013) la estructura vegetal es la forma que presenta el bosque y la disposición de los individuos de una comunidad en el espacio. Aporta elementos de decisión para contribuir con el manejo adecuado de los bosques. De manera similar, Gadow et al., (2007), menciona que la estructura del bosque se refiere a la distribución espacial de las principales características de los árboles, con énfasis en la distribución de las diferentes especies y su distribución por clase dimensional.

2.2.6.1 Estructura Horizontal

La estructura horizontal permite evaluar el comportamiento de los árboles individuales y de las especies en la superficie del bosque, donde su distribución será diferenciada por clases diamétricas (Oviedo, 2020). Además, puede evaluarse a través de índices que expresan la ocurrencia de las especies, su importancia dentro del ecosistema, como la abundancia, frecuencia, dominancia cuya suma de todas estas permite obtener el índice de valor de importancia (Alvis, 2009).

Las características del suelo, clima y estrategias de las especies junto a los efectos de disturbios sobre la dinámica del bosque determinan la estructura horizontal. La variación de estos factores puede ocasionar cambios en la estructura del bosque, donde también pueden ser causados por factores externos al bosque (Louman et al., 2001).

- **Frecuencia**

Permite determinar el apareamiento de una especie, al menos una vez, en relación con el total de parcelas inventariadas. Se expresa como porcentaje (Martella et al., 2012).

- **Abundancia**

Número de individuos por especie en relación con un área determinada. El número de individuos por especie corresponde a la abundancia absoluta y la abundancia relativa es la proporción del número de individuos de la especie con respecto al total de individuos del ecosistema (Salmerón et al., 2015).

- **Dominancia**

Se relaciona con el grado de cobertura de las especies como manifestación del espacio ocupado por ellas y se determina como la suma de las proyecciones horizontales de las copas de los árboles en el suelo (Alvis, 2009).

2.2.6.2. Estructura Vertical

Está determinada por la distribución de distintas especies que componen un ecosistema y ocupan sitios definidos en respuesta a los factores microclimáticos, gradientes ambientales o al disturbio natural o provocado por el hombre (Remmert, 1991). Los bosques son heterogéneos y están conformados por una diversidad de especies que interactúan entre sí y con otros organismos, logrando ocupar lugares dentro de los perfiles (Louman et al., 2001).

(Leibundgut, 1958, como se citó por Tenorio et al., 2009), para la clasificación de la estructura vertical se utilizaron los pisos de altura de vuelo definidos por la Unión Internacional de Organizaciones Forestales (IUFRO), los cuales son:

- Piso superior (altura $>2/3$ de la altura superior del vuelo)
- Piso medio (altura entre $<2/3 - >1/3$ de la altura superior del vuelo)
- Piso inferior (altura $<1/3$ de la altura superior del vuelo)

2.2.6.3. Regeneración natural

La regeneración natural es un proceso en el cual un bosque se recupera luego de una intervención, importante para la conservación de la diversidad de los bosques. Siendo base para la renovación y continuidad de las especies (Norden, 2014). Para la regeneración natural se propone la siguiente clasificación (Tabla 1) (Aguirre, 2019).

Tabla 1*Clasificación de la regeneración natural*

Categorías	Descripción
Plántula	1 a 30 cm de altura
Brinzal	0,30 a < 1,5 m altura
Latizal bajo	1,5 m altura y 4,9 cm DAP
Latizal alto	5 cm a 9,9 cm DAP
Fustal	≥ 10 cm DAP

Fuente: (Aguirre, 2019)

2.2.7. Diversidad florística

En 1981 los ecólogos Paul y Anne Ehrlich mencionaron que la diversidad de las especies dentro de una comunidad es análoga a los remaches, y que cada especie es importante a la hora del funcionamiento del sistema. Por otro lado, Smith y Smith (2007), define a la diversidad como el grupo de especies que ocupan un área determinada e interactúan entre sí de manera directa o indirecta.

Existen varios índices de diversidad que permiten conocer la variación que presenta una especie en un ecosistema establecido, a través del cálculo de ciertas variables que son producto de la muestra. Cada índice busca caracterizar la diversidad de cualquier ecosistema, permitiendo conocer el papel del bosque en función de la distribución espacial de cada uno de los individuos (Wadsworth, 2000).

El uso de índices de diversidad que miden la riqueza y abundancia de especies proporciona una base que permite establecer criterios de conservación, ya que se utilizan a menudo como indicadores ambientales de la salud de los ecosistemas (Manzanilla et al., 2020).

- **Diversidad alfa**

Mide la riqueza o heterogeneidad de especies de un sitio o comunidad. Este índice presenta mayor relación con riqueza de especies de una muestra territorial (Baselga y Gómez 2019; Aguirre, 2019). Existen varios índices que permiten su cálculo, pero los más recurrentes son: el índice de Simpson y el índice de equidad de Shannon- Wiener.

- **Diversidad beta**

La diversidad beta conduce al conocimiento de la variación o similitud de la diversidad de dos o más hábitats. (Halffter et al., 2001). Los cálculos se obtienen a través de los índices cualitativos de Jaccard y Sorensen, siendo los más utilizados.

- **Diversidad gamma**

Determina el número total de especies observadas dentro de una zona geográfica. Es resultante tanto de la diversidad alfa como de la diversidad beta (Baselga y Gómez, 2019). Según Moreno (2001), se obtiene mediante cálculos basados en la riqueza de especies (índice de Shannon y el índice de Simpson) poniendo a criterio del investigador.

2.2.8. Taxonomía de las plantas

Es el amplio campo de estudio que trata de la diversidad de las plantas y de su identificación, nomenclatura, clasificación y evolución. La clasificación taxonómica permite llevar a cabo la ordenación de las plantas en grupos que comparten características en común. Estos grupos son ordenados dentro de un sistema jerárquico tales como familias, géneros y especies (Chiang, 1989). Asimismo, Biurrun (2013), indica que el proceso de identificación de las especies consiste en la obtención del nombre científico, resultando fundamental para la búsqueda de información sobre las especies, con fines organizativos. Proceso que es considerado en tres etapas: preparación de las muestras botánicas, realización de la consulta y la conservación de los ejemplares.

Según Palacios (2016), las especies forestales se las puede clasificar de acuerdo a sus caracteres morfológicos, esto quiere decir que se las puede agrupar o separar en grupos taxonómicos, entre las características que se toma en cuenta para la clasificación de las plantas se encuentra la distribución de las hojas, flores y frutos en la planta y otras partes.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del sitio

3.1.1. Política

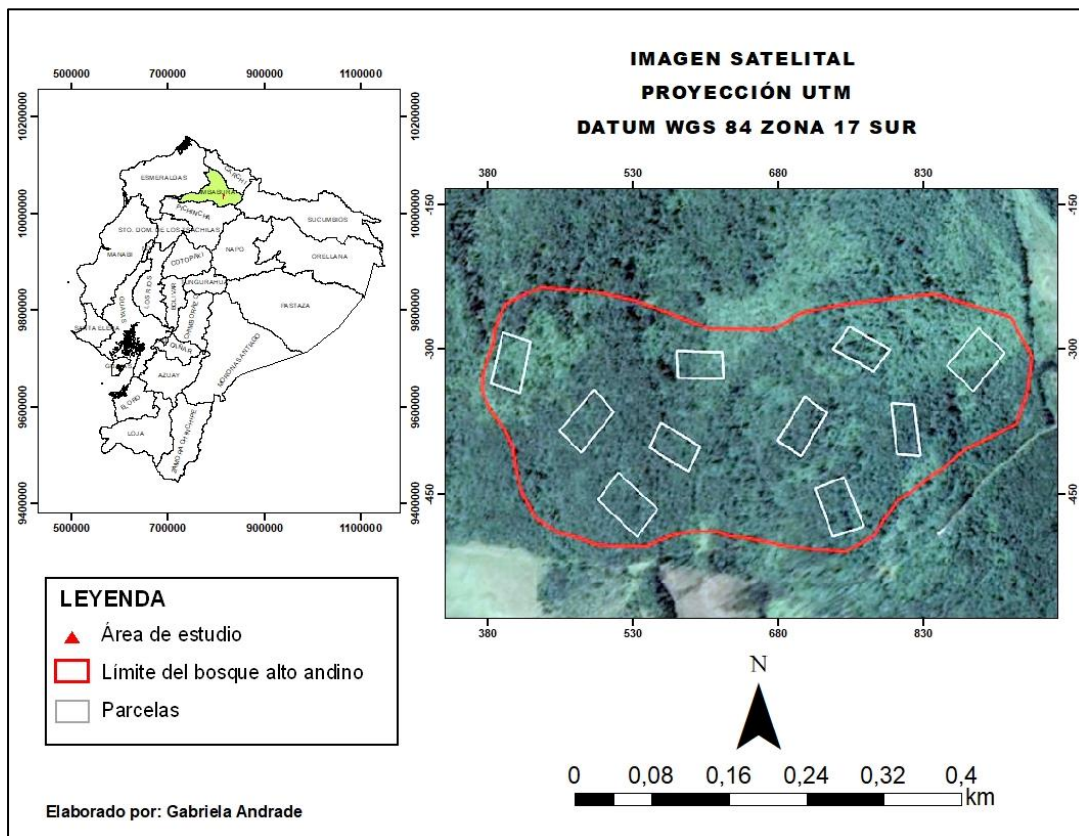
La investigación se realizó en el Área Ecológica de Conservación Taita Imbabura, parroquia San Antonio, Imbabura.

3.1.2. Geográfica

El área se encuentra a $0^{\circ} 17'38''$ de latitud norte y $78^{\circ} 10'44''$ longitud oeste. Rango altitudinal entre 2840 a 3000 m.s.n.m.

Figura 1

Mapa de ubicación del área de estudio



3.1.3. Límites

El área se limita al norte con la cabecera parroquial de San Antonio, al sur las parroquias del cantón Otavalo, al este la quebrada Huachahuay y al oeste la delimitación territorial del cantón San Antonio.

3.2. Caracterización edafoclimática

3.2.1. Clima

El área de estudio presenta una temperatura media anual de 12°C. La precipitación anual es de 500 a 2000 mm (Gobierno Autónomo Descentralizado [GAD] San Antonio de Ibarra, 2021).

3.2.2. Suelos

En el bosque alto andino se encuentran dos tipos de suelos. La mayor parte corresponde Andisoles, suelos derivados de una erupción volcánica, con buena estructura, drenaje y buena retención de humedad (Kutílek y Nielsen, 2015). Los suelos Mollisoles presentan un horizonte superficial rico en materia orgánica. Se desarrollan en una gran variedad de regímenes climáticos desde secos a muy húmedos y desde cálidos a muy fríos; por lo general presentan una vegetación de pastizales, pero también se encuentra una vegetación forestal (Osman, 2013).

3.3 Materiales, equipos y software

En el desarrollo de la investigación se utilizaron diferentes materiales, equipos y softwares necesarios para el trabajo en campo y el procesamiento de datos (Tabla 2).

Tabla 2

Materiales, equipos y software

Materiales	Equipos	Software
Papel periódico	Laptop	Microsoft Office
Piola	GPS	InfoStat
Prensadora	Cámara	ArcGIS
Marcador, lápiz	Hipsómetro	Google Earth
Libreta de campo	Cinta métrica	
Tijera podadora		
Cartón		
Fundas plásticas		

3.4. Metodología

3.4.1. Universo

El área de estudio dentro del Área Ecológica de Conservación Taita Imbabura (AECTI) tiene una extensión de diez hectáreas y de acuerdo a la clasificación propuesta corresponde a un bosque siempreverde montano alto de la Cordillera Occidental de los Andes (BsAn03).

3.4.1. Tamaño de la muestra

La muestra seleccionada fue de 1 hectárea, debido a que muchas investigaciones realizadas afirman la representación adecuada en composición de las especies. Además, provee una buena estimación de la diversidad, abundancia, estructura y composición (Ramírez, 2016).

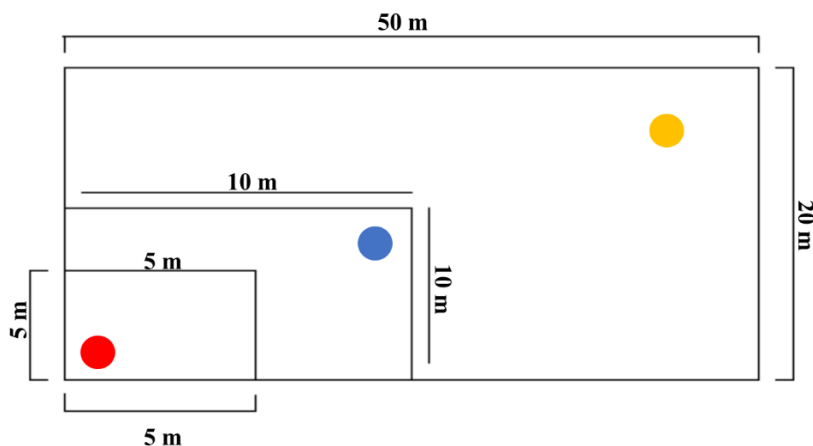
3.4.2. Diseño de muestreo

Se aplicó la metodología establecida por Gentry (1992) y modificada por (Aymard et al., 1995) flexible y apropiada para evaluaciones rápidas, donde es posible la comparación con una base de datos de flora y vegetación disponibles (Ferro, 2015). Se adaptó la propuesta de Gentry, razón por la cual el área de las parcelas se modificó para obtener datos acordes al tamaño del área en estudio.

Se instalaron aleatoriamente diez parcelas rectangulares (Figura 2), con una dimensión de 50 x 20 m (1000 m²). Dentro de cada parcela se instalaron diez subparcelas de 10 x 10 m (100m²) y diez subparcelas de 5 x 5 m (25m²), con el fin de evaluar la regeneración natural.

Figura 2

Diseño de parcelas y subparcelas en el área de estudio



3.4.3. Variables dasométricas

Las variables dasométricas que se determinaron en campo son:

- Altura total: los individuos fueron medidos con ayuda del hipsómetro, con una precisión del 80% y a una distancia de diez metros para cada una de las especies.
- Diámetro a la altura del pecho (DAP): con la cinta métrica se midió en el fuste de cada individuo a partir de 1,30 m de la altura del suelo. Aquellos individuos que presentaron un diámetro ≥ 10 cm fueron registrados en la matriz correspondiente (Tabla 3). Los valores obtenidos representaron a la circunferencia a la altura del pecho del árbol (CAP) y posterior a ese dato se procedió a transformar a DAP, aplicando la ecuación (Ec.1).

$$DAP = \frac{\left(\frac{CAP}{\pi}\right)}{100} \quad \text{Ec. (1)}$$

Los árboles que se midieron la altura y el DAP se los rotuló con un marcador, donde constó el número de parcela e individuo. Se registró también el nombre común de la especie y en la casilla de observaciones se describió las características morfológicas y organolépticas de la especie (Tabla 3).

Tabla 3

Matriz para la toma de datos del estrato arbóreo

Fecha:		Parcela N°:				
Coordenadas:		Altitud				
N° árbol	Nombre común	Nombre científico	CAP (cm)	DAP (cm)	Altura (m)	Observaciones

3.4.4. Recolección de muestras botánicas

Las muestras botánicas recolectadas fueron prensadas para evitar que estas tiendan a dañarse y así dificulte su identificación. Al momento del estudio de la muestra botánica se percató en los detalles mínimos que presenta, facilitando el reconocimiento breve de la especie y posterior a eso la clasificación taxonómica.

La recolección de muestras debió ser fértiles, es decir, existir flor y fruto sin exceder los 30 cm de largo. Además, el proceso de secado de las muestras se lo realizó en el horno que se encuentra en el aserradero de la carrera de Ingeniería Forestal.

3.4.5. Identificación de especies

La identificación de especímenes se realizó en dos fases una en campo con ayuda de un técnico y la segunda en el Herbario de la Universidad Técnica del Norte, para ello se tomó en cuenta las características vegetativas de cada muestra botánica.

Dentro de estas dos fases se realizó una descripción morfológica de la especie, tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- La corteza varía dependiendo de la especie (lisa, fisurada, agrietada, etc).
- Hojas por su forma, tipo y distribución.
- Inflorescencia
- Frutos
- Nomenclatura

Se utilizó la base de datos de Tropicos, que enlaza más de 1,37 millones de nombres científicos con más de 6,74 millones de especímenes y más de 1,34 millones de imágenes digitales. Además, se usó la página BIOWEB, repositorio de información de la biodiversidad ecuatoriana, dio acceso a una base de datos de 9000 fichas de especies y casi medio millón de especímenes de flora, fauna y hongos.

3.4.6. Análisis estructural

3.4.6.1 Estructura horizontal

Con el cálculo del área basal de cada especie arbórea, se determinó la frecuencia con la que se halla una especie en el área, la abundancia y la dominancia con que se presentó en cada parcela. El área basal se calculó en función del diámetro a la altura del pecho, se aplicó la siguiente ecuación (Ec.2).

$$AB = \pi \left(\frac{DAP^2}{4} \right) \quad \text{Ec. (2)}$$

Donde:

- AB= área basal (m²)
- DAP= diámetro a la altura del pecho (m)

Con los datos del diámetro a la altura del pecho (DAP) tomados en campo, se realizó la distribución de clases diamétricas para todas las parcelas, con el fin de facilitar la comparación.

3.4.6.2 Estructura vertical

En la distribución de las especies que conforman los estratos en el perfil del bosque, se usó los pisos de altura del vuelo definidos por la Unión Internacional de Organizaciones Forestales (IUFRO), los cuales son:

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

Los datos del inventario fueron analizados estadísticamente utilizando las fórmulas siguientes (Ec. 3) (Ec. 4) (Tabla 4).

Tabla 4

Estadística descriptiva

Simbología	Estadístico	Fórmula	Ecuación
\bar{x}	Media	$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$	Ec.(3)
CV	Coefficiente de variación	$CV = \frac{S}{\bar{x}} * 100$	Ec.(4)

Fuente: (Aguirre, 2010)

3.4.7. Índices de diversidad

La investigación se realizó en un ecosistema de bosque alto andino (BsAn03), donde al ser un solo ecosistema se valorará la diversidad Alfa, tomando en cuenta los siguientes índices.

3.4.7.1. Índice de Shannon (H')

Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Aguirre, 2019). Asumiendo que los individuos seleccionados al azar están representados en la muestra.

El índice de Shannon (1948) es una de las variables más empleadas para la estimación de la diversidad de especies (Aguirre, 2013). Se empleó la siguiente fórmula (Ec. 5) (Tabla 5).

$$H' = \sum_{i=1}^S (Pi)(\log_n Pi) \quad \text{Ec. (5)}$$

Donde:

- S= número de la especie.
- Pi= proporción de la muestra que corresponde a la especie i.
- ln= logaritmo natural

Tabla 5

Rangos de diversidad para la interpretación del índice de Shannon

Valores	Significancia
< a 1,5	Diversidad baja
1,6 – 3,5	Diversidad media
> 3,5	Diversidad Alta

Fuente: (Aguirre, 2013)

3.4.7.2. Índice de Simpson

Determina la probabilidad de que dos individuos elegidos aleatoriamente en una comunidad pertenezcan a la misma especie. Este índice está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Aguirre, 2013). Se empleó la siguiente ecuación (Ec. 6) (Tabla 6).

$$S = 1 / \sum \frac{ni (ni - 1)}{N (N - 1)} \quad \text{Ec. (6)}$$

Donde:

- n = número de individuos de la especie particular.
- N= número total de individuos.

Tabla 6*Rangos de diversidad para la interpretación del índice de Simpson*

Valores	Significancia
< a 1,5	Diversidad baja
1,6 – 3,5	Diversidad media
> 3,5	Diversidad Alta

Fuente: (Aguirre, 2013)**3.4.8. Índice de Valor de Importancia (IVI)**

Para conocer la importancia de cada especie en el área muestreada se aplicó este índice, que no es más que la suma de los valores relativos de abundancia, dominancia y frecuencia relativa de cada especie (Ec. 7).

$$IVI = A\% + Dom\% + Frec\% \quad \text{Ec. (7)}$$

Donde:

- A%: Abundancia relativa
- Dom%: Dominancia relativa
- Frec%: Frecuencia relativa

La abundancia relativa se calculó con la siguiente ecuación (Ec. 8).

$$Ar = \left(\frac{ni}{N} \right) * 100 \quad \text{Ec. (8)}$$

Donde:

- ni = número de individuos por especie
- N = número de individuos totales en la muestra

Para el cálculo de la dominancia relativa se aplicó la siguiente ecuación (Ec. 9).

$$Di\% = \left(\frac{Dai}{\sum Da} \right) * 100 \quad \text{Ec. (9)}$$

Donde:

- D_i = Dominancia relativa
- D_{a_i} = Dominancia absoluta por especie
- $\sum Da$ = Dominancia de todas las especies

La frecuencia relativa es la suma total de las frecuencias absolutas de una parcela, que se considera igual al 100%, es decir, indica el porcentaje de ocurrencia de una especie en relación con las demás (Ec. 10).

$$fi = \left(\frac{fi}{\Sigma f} \right) * 100 \quad \text{Ec. (10)}$$

Donde:

- fi% = Frecuencia relativa
- fi = Frecuencia absoluta por especie
- Σf = Total de frecuencias de todas las especies

3.4.9. Valor de uso de las especies

En función del método gráfico curva de rango-abundancia de especies se seleccionó las seis especies con mayor abundancia en el área de estudio y se determinó los usos probables que pueden ofrecer. Se establecieron categorías de uso de la siguiente manera: alimenticio, artesanal, cultural, forrajera, medicinal y ornamental (Tabla 7) (De la Torre et al., 2008).

La obtención de información de los usos probables de las especies se realizó en función de entrevistas a personas de diferentes edades que interactúan y reciben beneficios directamente del bosque alto andino dentro del Área Ecológica de Conservación Taita Imbabura, parroquia San Antonio.

Por medio de la entrevista estructurada se conoció la utilidad de las especies registradas en el bosque alto andino, esto se desarrolló con el respectivo permiso del entrevistado, a fin de generar confianza al momento de realizar las preguntas (Anexo 2).

Tabla 7

Matriz para conocer el valor de usos de las especies

N°	Nombre común	Nombre científico	Categorías					
			Alimenticio	Artesanal	Cultural	Forrajera	Medicinal	Ornamental

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Composición florística

En el bosque siempreverde montano alto de la Cordillera Occidental de los Andes (BsAn03) del Área Ecológica de Conservación Taita Imbabura, se registraron 532 individuos pertenecientes a 16 familias, 17 géneros y 17 especies diferentes (Tabla 8). La familia Rubiaceae presenta únicamente dos géneros, la familia Aquifoliaceae presenta un solo género con dos especies, respecto a las demás familias, estas tienen un solo género con una especie.

Tabla 8

Distribución de especies por familias en el bosque alto andino del Área Ecológica de Conservación Taita Imbabura

Nº	Familias	Géneros	Especies
1	Actinidaceae	<i>Saurauia</i>	1
2	Aquifoliaceae	<i>Ilex</i>	2
3	Araliaceae	<i>Oreopanax</i>	1
4	Asteraceae	<i>Gynoxys</i>	1
5	Chloranthaceae	<i>Hedyosmum</i>	1
6	Elaeocarpaceae	<i>Vallea</i>	1
7	Melastomataceae	<i>Miconia</i>	1
8	Myricaceae	<i>Morella</i>	1
9	Myrtaceae	<i>Myrcianthes</i>	1
10	Phyllanthaceae	<i>Hieronyma</i>	1
11	Primuleaceae	<i>Geissanthus</i>	1
12	Rubiaceae	<i>Faramea</i> y <i>Palicourea</i>	1
13	Staphyleaceae	<i>Turpinia</i>	1
14	Symplocaceae	<i>Symplocos</i>	1
15	Thymelaeaceae	<i>Daphnopsis</i>	1
16	Siparunaceae	<i>Siparuna</i>	1
Total		17	17

Abud-H y Torres (2016) describieron la vegetación presente en el bosque alto andino de San Juan, Parque Nacional Natural Puracé, Cauca, Colombia, entre 3200 y 3400 m.s.n.m. Este bosque estuvo compuesto por 301 individuos representados en 13 familias, 18 géneros y 38 especies. Los valores presentan similitud en cuanto al número de familias y géneros, para el caso de las especies, se obtuvo un valor doble en comparación con el estudio en el Taita Imbabura. Por su parte Gil et al., (2020) en su estudio sobre el bosque alto andino en el Macizo de Bijagual, ubicado entre 2682 y 3268 m.s.n.m, registro 86 familias y 396 especies, como resultante del estudio del estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo.

4.2. Estructura horizontal bosque siempre verde montano alto de la Cordillera

Occidental de los Andes (BsAn03)

La estructura horizontal del bosque y su dinámica están determinadas por los siguientes factores: las características del suelo y del clima, estrategias de las especies y los efectos de distribución Manzanero (2003). También refiere que la estructura horizontal corresponde con la cobertura del estrato leñoso sobre el suelo. Smith y Smith, (2007), afirman que la variación de la temperatura, humedad, precipitación y otras condiciones atmosféricas contribuyen en la distribución de la vegetación, creando un ambiente propicio para el desarrollo de flora y fauna.

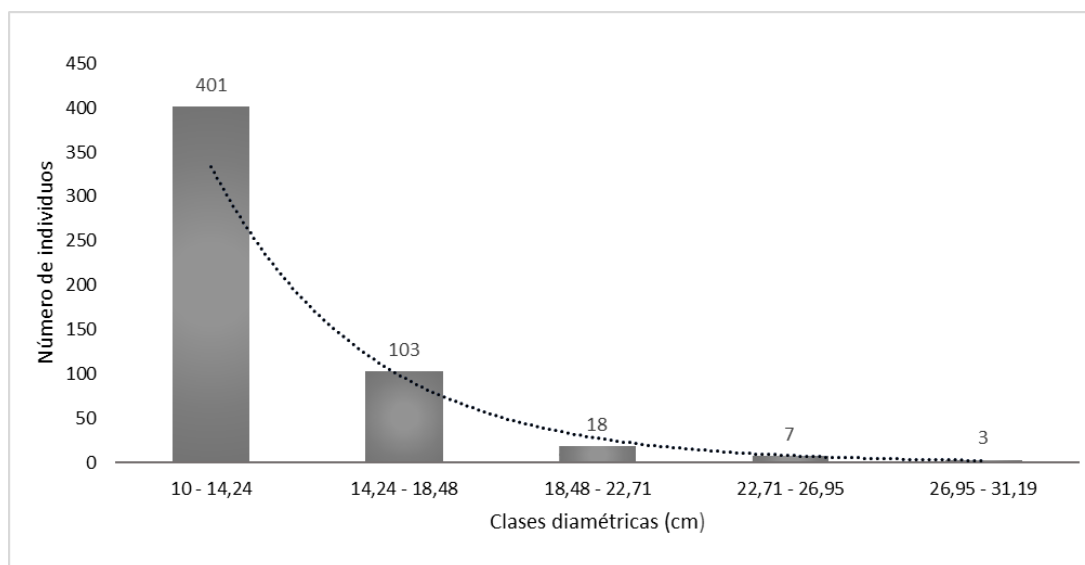
4.2.1. Distribución de clases diamétricas

El comportamiento de las clases diamétricas en los cinco intervalos, (Figura 3), muestra una tendencia de “J invertida”. De los 532 individuos registrados el 75,37% se concentran en la primera clase. A medida que el diámetro va en aumento el número de individuos disminuyen arrojando un 0,56% del total. La “J invertida” indica que al concentrarse los individuos en los diferentes rangos se garantiza una regeneración natural. Las especies que cumplen su etapa de desarrollo, o mueren por actuación de los factores ambientales, tendrán un reemplazo a futuro. Una curva que muestre una “J invertida” en base a las clases diamétricas estudiadas, Lamprecht (1990), Cantillo et al., (2004) y Cortés et al., (2020), es la resultante del buen desarrollo del bosque natural y representa una tendencia normal con poca intervención antrópica.

De acuerdo con Ipiates (2022), la distribución de estas clases diamétricas es propia de formaciones heterogéneas, gracias al grado de regeneración; sin embargo, a causa de la luz, agua y nutrientes, solo unos pocos individuos tienen la posibilidad de llegar a la etapa adulta.

Figura 3

Estructura diamétrica de individuos del estrato leñoso reflejado en el bosque siempreverde montano alto de la Cordillera Occidental de los Andes (BsAn03)



4.2.2. Parámetros de la estructura horizontal

Dentro del área de estudio la especie con mayor abundancia es *Myrcianthes hallii* representando el 50% de toda la población estudiada (Tabla 9). Las especies que tienen mayor frecuencia son *Myrcianthes hallii* y *Oreopanax ecuadorensis* presentando un valor de 14,49%, mientras que las especies *Ilex laurina* y *Daphnopsis sp.* presentan mayor dominancia con el 9%. La especie de mayor influencia en el bosque alto andino es *Myrcianthes hallii* con 69,69%, seguida de las especies *Oreopanax ecuadorensis* con 30,38%, *Hieronyma macrocarpa* con 24,20%, *Turpinia occidentalis* con 24,10% y *Vallea stipularis* con el 21,09%. Un estudio realizado por Curipoma (2018) en dos remanentes de bosque andino montano alto en el Volcán Ilaló, Pichincha, la especie con un alto porcentaje de IVI fue *Oreopanax ecuadorensis* con el 17,97% y 19,71% respectivamente.

Tabla 9

Abundancia, Dominancia, Frecuencia e Índice de Valor de Importancia de las especies representativas en el bosque alto andino en el Área Ecológica de Conservación Taita Imbabura

Especies	Ar (%)	Dr (%)	Fr (%)	IVI (%)
<i>Myrcianthes hallii</i>	50,00	5	14,49	69,69
<i>Hedyosmum sp.</i>	5,83	5	7,25	18,37
<i>Palicourea pasti</i>	4,32	5	7,25	16,78
<i>Faramea sp.</i>	0,19	8	1,45	9,53
<i>Ilex laurina</i>	0,75	9	1,45	11,24
<i>Gynoxys hallii</i>	3,95	5	8,70	18,14
<i>Symplocos sp.</i>	0,19	3	1,45	4,63
<i>Ilex andicola</i>	0,19	5	1,45	6,79
<i>Morella pubescens</i>	0,38	8	1,45	9,80
<i>Saurauia tomentosa</i>	0,75	5	2,90	8,87
<i>Hieronyma macrocarpa</i>	8,83	5	10,14	24,20
<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	10,71	5	14,49	30,38
<i>Vallea stipularis</i>	4,32	5	11,59	21,09
<i>Daphnopsis sp.</i>	0,19	9	1,45	10,79
<i>Miconia sp.</i>	0,94	4	1,45	6,80
<i>Geissanthus sp.</i>	1,13	6	1,45	8,81
<i>Turpinia occidentalis</i>	7,33	5	11,59	24,10

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

La especie *Myrcianthes hallii* presenta mayor abundancia debido a las características propias del sitio, la mínima intervención humana y la vegetación propia de la región Andina. Prefiere lugares húmedos, pero también se la encuentra en sitios secos (Lojan, 1992). Lema et al., (2021) los árboles grandes de arrayán por sus raíces ávidas retienen agua en el suelo, favoreciendo el proceso de neutralización, mientras que las plantas pequeñas al ser como esponjas evitan inundaciones y deslizamientos, impidiendo que el agua corra libremente en la superficie del suelo.

Ilex laurina y *Daphnopsis sp.* son las especies que dominan dentro de la comunidad con pocos individuos, característica propia del bosque altoandino. Alzate et al., (2008) y Toro (2012) infieren que la especie *Ilex laurina* es propia de tierras frías, con un rango altitudinal que va desde los 1600 hasta los 2900 m.s.n.m, formando parte del dosel principal y de la protección de cuencas hidrográficas. En tanto, *Daphnopsis sp.* es una especie de amplia distribución que se encuentra desde el bosque andino bajo hasta el bosque andino alto con un rango altitudinal de 1800 a 3200 m.s.n.m. A pesar, de su amplia distribución, la presión humana en conjunto con la deforestación y crecimiento de los cultivos. Hace que esta especie sea clasificada como vulnerable (León et al., 2011). Sin embargo, en los bosques alto andinos del departamento de Antioquía la especie dominante es *Quercus humboldtii* (roble) dado a que las zonas altas han sido reemplazadas por otras actividades que cambian el uso del suelo (Alzate et al., 2008).

La especie *Myrcianthes hallii* perteneciente a la familia Myrtaceae es la más frecuente dentro de este ecosistema. Un estudio realizado por Lema et al., (2021) en el bosque siempreverde montano de la Cordillera Occidental de los Andes con un gradiente altitudinal que oscila entre los 2000 a 3100 m.s.n.m, determinó que la especie *Hieronyma macrocarpa*, tiene la posibilidad de ser encontrada en la unidad muestral particular.

4.3. Estructura vertical

La distribución de los individuos en el perfil vertical del bosque siempreverde montano alto de la Cordillera Occidental de los Andes registro una altura promedio de 7,18 metros. El coeficiente de variación fue de 17,8%, demostrando que la muestra poblacional es heterogénea Posada (2016).

La altura máxima que alcanzaron los individuos localizados fue de 12 m. Según el sistema de clasificación IUFRO (Leibundgut, 1958), se establecieron tres estratos con base a la altura máxima (Tabla 10).

Tabla 10

Distribución de los individuos por estratos en el bosque alto andino del Área Ecológica de Conservación Taita Imbabura

Estratos	Rango	N° individuos	Porcentaje
Inferior	1-3 m	1	0,19%
Medio	3-8 m	471	88,53%
Superior	8-12 m	60	11,28%
Total		532	100

El inventario permitió registrar el mayor número de individuos en el estrato medio con el 88,53% de la población estudiada. Las especies más representativas en este estrato son *Myrcianthes hallii* con 52,44%, *Oreopanax ecuadorensis* y *Hieronyma macrocarpa* con 11,46% y 7,86% respectivamente. Para el caso del piso superior se registró que las especies *Myrcianthes hallii*, *Hieronyma macrocarpa* y *Turpinia occidentalis* son las más representativas con un promedio de 8,42 m de altura. Sin embargo, en el piso inferior se cuenta con una sola especie representativa *Myrcianthes hallii* con una altura de 3 m.

El estrato predominante está conformado por valores de 3 a 8 m de altura. De las 17 especies, la que tuvo mayor representatividad dentro fue *Myrcianthes hallii* demostrándose que tiene una distribución vertical continua. La capacidad de la especie para superar las condiciones ambientales y antrópicas es importante para su asentamiento dentro del ecosistema y según Hartshorn (1980), varios factores influyen en la adaptación de un individuo, tales como la necesidad de luz de la especie, la apertura de claros y su escape.

4.4. Regeneración natural

Se contabilizaron 517 individuos distribuidos en las diferentes categorías de la regeneración natural. La categoría plántula con 166 individuos, representa el 32,11% del total de la regeneración, en tanto brinzal con 122 individuos representa el 23,60%. Latizal bajo con 38 individuos y latizal alto con 191 individuos se expresan con el 7,35 y 36,95% respectivamente. La especie *Myrcianthes hallii* obtuvo el valor más representativo en cuanto al índice de regeneración natural, producto de que esta especie tiene una gran cantidad de individuos, mayor valor en abundancia y frecuencia relativa. Asimismo, se encuentra presente en todas las categorías, (Tabla 11), y se obtiene valores de 66,77% para CTR y 50,02% en el

IRN. Estos resultados indican que la especie se mantendrá en el futuro, influyendo en la fisionomía de la comunidad (Cortés et al., 2020).

Tabla 11

Parámetros de regeneración natural del bosque alto andino en el Área Ecológica de Conservación Taita Imbabura

ESPECIE	Ar	Fr	N° individuos					CTR	IRN
			Plántula	Brinzal	Latizal	bajo	Latizal alto		
<i>Gynoxys hallii</i>	1,35	7,55	0	1	0	6	0,99	3,30	
<i>Hedyosmum sp.</i>	4,64	5,66	5	7	0	12	3,76	4,69	
<i>Hieronyma macrocarpa</i>	1,35	3,77	1	6	0	0	1,38	2,17	
<i>Miconia sp.</i>	8,51	11,32	14	27	0	3	8,03	9,29	
<i>Myrcianthes hallii</i>	64,41	18,87	121	46	33	133	66,77	50,02	
<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	0,77	3,77	0	0	0	4	0,52	1,69	
<i>Palicourea pasti</i>	6,77	7,55	12	14	0	9	5,85	6,72	
<i>Siparuna</i>	2,32	9,43	5	6	0	1	2,11	4,62	
<i>Symplocos</i>	0,39	1,89	0	2	0	0	0,41	0,89	
<i>Turpinia</i>	4,64	13,21	0	6	2	16	4,64	7,50	
<i>Vallea stipularis</i>	4,84	16,98	8	7	3	7	5,53	9,12	
Total	100	100	166	122	38	191	100	100	

Nota: Ar: Abundancia relativa, Fr: Frecuencia relativa, CTR: Categoría de tamaño relativo, IRN: Índice de regeneración natural.

4.5. Índices de diversidad

El valor del índice de diversidad de Shannon (H'), de las 10 parcelas es de 1,79. Dato que demuestra que el área en estudio tiene una diversidad media (Aguirre, 2013). El valor del índice de diversidad de Simpson es de 0,72 lo que indica que la diversidad en la zona de estudio es alta.

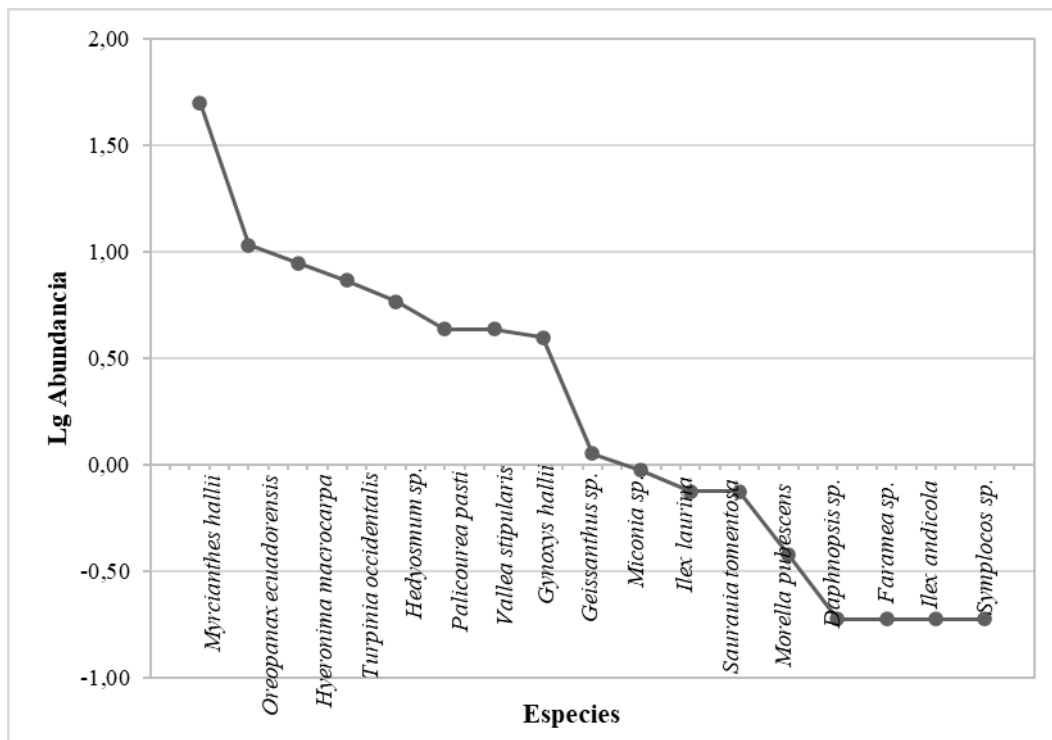
El bosque altoandino en el Macizo de Bijagual, el índice de Shannon fue del 3,30 demostrando una diversidad alta Gil et al., (2020). Asimismo, Abud-H y Torres (2016), obtuvieron un índice de Simpson de 0,18, indicando una diversidad baja.

4.6. Valor de uso de las especies

En función de la curva de rango y abundancia de especies la que presenta mayor abundancia es *Myrcianthes hallii*, demostrándose mayor representatividad dentro del área de estudio. Asimismo, se evidenció una baja abundancia por parte de las especies *Daphnopsis sp.*, *Faramea sp.*, *Ilex andicola* y *Symplocos sp* (Figura 4). Carmona y Carmona (2013), más elevada sea la riqueza de especies, más se aproxima la curva rango- abundancia a una pendiente plana ($m=0$). Entre más pobre sea la riqueza de especies más empinado se vuelve la pendiente de la curva ($m<0$).

Figura 4

Curva de rango y abundancia de especies en el bosque alto andino



Se determinó que la especie con mayor potencialidad respecto a usos dentro del ecosistema es *Myrcianthes hallii*, especie que posee madera de buena calidad y es utilizada en la construcción y elaboración de artesanías. Sus hojas se usan como especia en la preparación de champuz, coladas y dulces de sambo (De la Torre et al., 2008). La infusión de sus hojas permite el blanqueamiento y endurecimiento de los dientes, prevenir el resfrío, cicatrizar heridas, etc. Otro de los usos destacables es que sus frutos son comestibles, y en cuanto al aspecto ambiental se la utiliza como cercas vivas (Jaramillo, 2013), (MAE y FAO, 2015).

Otra especie reconocida por su madera es *Oreopanax ecuadorensis*, aprovechada para leña, por su flexibilidad y fácil manejo. Sus hojas poseen propiedades medicinales y en cuanto al aspecto ambiental sirve para la formación de cercas vivas y la protección de cuencas hidrográficas (Ledesma, 2010).

Hieronyma macrocarpa, que sirve para construcción, instrumentos de labranza, entablado de pisos y muebles. Sus frutos son comestibles lo que provoca que sean aprovechados por varios vertebrados, entre ellos las pavas de monte. Los árboles contribuyen con sombra por lo que se prefiere tenerlos como linderos y cerca de casas de campo (MAE y FAO, 2015).

Tabla 12

Valor de uso de las especies que poseen relación directa con la comunidad

Especie	Al	At	Cu	Fo	Me	Or	VU%
<i>Myrcianthes hallii</i>	X	X			X	X	66,63
<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	X	X	X	X	X	X	100
<i>Hieronyma macrocarpa</i>	X		X				33,3
<i>Turpinia sp.</i>		X		X	X		50
<i>Hedyosmum sp.</i>		X			X	X	50
<i>Palicourea pasti</i>		X		X	X	X	66,6

Categorías: **(Al)** Alimenticio; **(At)** Artesanal; **(Cu)** Cultural; **(Fo)** Forrajera; **(Me)** Medicinal; **(Or)** Ornamental.

Las especies más representativas de acuerdo al cálculo del valor de uso para los habitantes que presentan un beneficio directo del bosque fueron: *Oreopanax ecuadorensis*, *Myrcianthes hallii* y *Palicourea pasti* (Tabla 12). Si bien *Oreopanax ecuadorensis* presenta mayor diversidad de usos, al ser mencionada, 6 de 16 habitantes desconocían su categoría de uso. Mientras que *Hieronyma macrocarpa*, al ser mencionada por los 16 entrevistados, la categorizaron como una especie de uso alimenticio y cultural. Cabe reconocer que esta especie al ser mencionada con su nombre común (motilón) es reconocida instantáneamente, ya que los habitantes que recurren a este ecosistema tienden a consumir los frutos que esta planta les atribuye.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La estructura horizontal del bosque alto andino representa una “J invertida” lo cual, corresponde a una estructura disetánea, tendencia normal para bosques naturales, con buen estado de desarrollo, puesto que los individuos del bosque se encuentran distribuidos en todas las clases diamétricas.
- En la estructura vertical del bosque alto andino se muestra que la especie *Myrcianthes hallii* (O.Berg) Mc Vaugh se encuentra distribuida en los tres estratos, con mayor acumulación de individuos en el estrato medio, asociándose a una vegetación poco intervenida y con favorable regeneración natural.
- Para el valor de uso de especies *Oreopanax ecuadorensis* muestra una representación significativa en las categorías Alimenticio, Artesanal, Cultural, Forrajera, Medicinal y Ornamental. Asimismo, las especies *Myrcianthes hallii* y *Hieronyma macrocarpa* tienen mayor relevancia por sus usos en el campo medicinal y alimenticio, respectivamente.

5.2. Recomendaciones

- Realizar investigaciones sobre composición florística en el área de estudio, enfocadas en el estrato arbustivo y herbáceo, con el fin de obtener información que permita ser comparada con estudios similares.
- Socializar y difundir los resultados de la presente investigación para uso académico docente, desarrollo de investigaciones secuenciales y complementarias.
- Promover campañas en los habitantes de San Antonio para que se instruyan sobre los beneficios de las especies encontradas en el bosque alto andino por medio del Gobierno Autónomo Descentralizado de San Antonio.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abud, H. y Torres, A. (2016). Caracterización florística de un bosque alto andino en el parque nacional natural Puracé, Cauca, Colombia. *Boletín Científico Centro de Museos de Historia Natural*, 20(1), 26-39. <https://doi.org/10.17151/bccm.2016.20.1.3>
- Aguirre, N., Añazco, M., Cueva, K., Ordoñez, L., Pekkarinen, A., Ramírez, C., Román, R. M., Sánchez, G. y Velasco, C. (2010). *Metodología para desarrollar el estudio piloto de la ENF en conformidad con el mecanismo RREDD+*. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/Metodo-logía-para-el-desarrollo-del-estudio-piloto-de-la-ENF.pdf>
- Aguirre Calderón, O. A., Jiménez Pérez, J., Kramer, H. y Akca, A. (2003). ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE ECOSISTEMAS FORESTALES EN EL CERRO DEL POTOSÍ, NUEVO LEÓN, MÉXICO. *Ciencia UANL*, 6(2), 219-225. <https://www.redalyc.org/pdf/402/40260210.pdf>
- Aguirre, Z. (2013). Guía de metodos para medir la biodiversidad. Universidad de Loja.
- Aguirre, Z. (2019). Métodos para medir la Biodiversidad. Universidad de Loja. https://www.academia.edu/43784264/MÉTODOS_PARA_MEDIR_LA_BIODIVERSIDAD
- Alvis, J. (2009). Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayán. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 7, 115-122.
- Alzate, F., Gómez, M. C. y Rodríguez, S. L. (2008). *ESPECIES VEGETALES DEL ANTIPLANO DEL ORIENTE ANTIOQUEÑO EN PELIGRO DE EXTINCIÓN*. Lealon.

- Baselga, A. y Gómez Rodríguez, C. (2019). Diversidad alfa, beta y gamma: ¿cómo medimos diferencias entre comunidades biológicas? *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)*, 26, 39-45.
- Biurrun, F. N. (2013). Como preparar ejemplares de herbario para obtener el nombre botánico de las plantas a través de su envío a especialistas.
- Bussmann, R. (2002). *Estudio fitosociológico de la vegetación en la Reserva Biológica San Francisco (ECSF), Zamora Chinchipe*. Herbario Loja.
- Cano, A. y Stevenson, P. R. (2009). Diversidad y composición florística de tres tipos de bosque en la estación biológica Carapú, Vaupes. *Colombia Forestal*, 12, 63-80.
<https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2009.1.a06>
- Cantillo, E. E, Rodríguez, K. J. y Avella, E. A. (2004). Diversidad y caracterización florística estructural de la vegetación arbórea en la Reserva Forestal Carpatos (Guasca Cundinamarca). *Colombia Forestal*, 8(17), 4-21.
<https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2004.1.a01>
- Carmona-Galindo, V. y Carmona, T. (2013). La Diversidad de los Análisis de Diversidad. *Bioma*, 14, 20-28.
- Chiang, F. (1989). La Taxonomía Vegetal en México: problemas y perspectivas. *Ciencias*. (3).
<http://www.ejournal.unam.mx/cns/espno03/CNSE0302.pdf>
- Cortés-Ballén, L. A., Camacho-Ballesteros, S. y Matoma-Cardona, M. (2020). Estudio de la composición y estructura del bosque andino localizado en Potrero Grande, Chipaque (Colombia). *U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 23(1).
<https://doi.org/10.31910/rudca.v23.n1.2020.1483>

- Curipoma, S., Cevallos, D. y Pérez, A. J. (2018). Composición y estructura florística de dos remanentes de Bosque Andino Montano Alto en el Volcán Ilaló, Pichincha, Ecuador. *Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas*, 39(2).
<https://doi.org/10.26807/remcb.v39i2.648>
- De la Torre, L., Navarrete, H., Muriel, P., Macía, M. y Balslev, H. (2008). *Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador*. Herbario QCA de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador & Herbario AAU del Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Aarhus.
- Ecolex. (2021). Plan de manejo Área Protegida Autónoma Descentralizada Taita Imbabura.
- FAO. (2020). Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020- Principales resultados.
<https://doi.org/10.4060/ca8753es>
- Ferro-Díaz, J. (2015). Manual revisado de métodos útiles en el muestreo y análisis de la vegetación. (*ECOVIDA*), 5(1), 139-186.
<https://revistaecovida.upr.edu.cu/index.php/ecovida/article/view/72/137>
- Gadow, K. V., Sánchez Orois, S. y Álvarez González, J. G. (2007). *Estructura y Crecimiento del Bosque*. Göttingen, Alemania: Universidad de Göttingen.
<https://www.uxafores.com/files/get/6>
- GAD parroquial rural San Antonio de Ibarra. (2021). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia San Antonio de Ibarra 2019-2023*. Ibarra: GAD San Antonio de Ibarra.
- Galindo-T, R., Betancur, J. y Cadena-M, J. (2003). ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE CUATRO BOSQUES ANDINOS DEL SANTUARIO DE FLORA Y FAUNA GUANENTÁ-ALTO RÍO FONCE, CORDILLERA ORIENTAL

<https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/39393>

García Marín, M. E. (2016). La deforestación: una práctica que agota nuestra biodiversidad.

Producción + Limpia, 11(2), 161-168. <https://doi.org/10.22507/pml.v11n2a13>

Gil-Leguizamón, P., Morales-Puentes, M. E. y Jácome, J. (2020). Structure of the high Andean

forest and paramo in the Bijagual Massif, Boyacá, Colombia. *Biología Tropical*, 68(3),

765-776. <https://doi.org/10.15517/rbt.v68i3.34912>

Halfpfter, G., Moreno, C. E. y Pineda, E. O. (2001). *Manual para evaluación de la biodiversidad*

en Reservas de la Biosfera (vol. 2, pp. 80). M&T-Manuales y Tesis SEA.

Hartshorn, G. S. (1980). Neotropical Forest Dynamics. *Biotropica*, 12(2), 23-30.

<https://doi.org/10.2307/2388152>

Hernández, P. y Giménez, A. M. (2016). Diversidad, composición florística y estructura en el

Chaco Serrano, Argentina. *Madera y Bosques*, 22(3), 37-48.

<https://doi.org/10.21829/myb.2016.2231455>

Ipiiales, S. (2022). Análisis de estructura y composición florística del bosque siempre verde

montano bajo de la Estación Experimental La Favorita. [Tesis de grado, Universidad

Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/12570>

Jaramillo, K. (2013). *Evaluación de medios de cultivo para la micropropagación de arrayán*

(Myrcianthes hallii) (O. Berg) Mc Vaugh. Quito, Pichincha. [Tesis de grado,

Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/1103>

Josse, C., Navarro, G., Comer, P., Evans, R., Faber-Langendoen, D., Fellows, M., Kittel, G.,

Menard, S., Pyne, M., Reid, M., Schulz, K., Snow, K. y Teague, J. (2003). *Ecological*

Systems of Latin America and the Caribbean: A Working Classification of Terrestrial Systems. NatureServe.

Kutílek, M. y Nielsen, D. R. (2015). *Soil. The Skin of the Planet Earth.* Springer.

Lamprecht, H. (1990). *Silvicultura en los trópicos.* GTZ. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit.

Ledesma, G. (2010). Evaluación de tres tratamientos pregerminativos con cuatro tipos de sustratos para la propagación de Pumamaqui (*Oreopanax ecuadorensis* Kunt). [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/>

Lema-Pillalaza, J. R., Guerrero-Tipatuña, M. R., Porrás-Atiaja, A.F. y Chaluisa-Chaluisa, M. A. (2021). Estructura y composición florística en el bosque siempreverde montano de la Cordillera Occidental de los Andes en el sector La Esperanza, parroquia El Tingo, cantón Pujilí provincia de Cotopaxi a los 2000 msnm. *Dominio de las ciencias*, 7(3), 398-418. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8229699>

León- Yáñez, S., Valencia, R., Pitman, N. Endara, L., Ulloa-Ulloa, C. y Navarrete, H. (2011). *Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador.* Publicaciones del Herbario QCA. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Lojan, L. (1992). *El Verdor de los Andes. Árboles y arbustos nativos para el desarrollo forestal altoandino.* Quito: Proyecto Desarrollo Forestal Participativo en los Andes (DFPA). https://es.slideshare.net/niet_o_rellana/el-verdor-de-los-andes-lojan-1992

Louman, B., Quirós, D. y Nilsson, M. (2001). *Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central.* CATIE. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/3971>

- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (7 de septiembre del 2021). *Nueva área protegida en Ecuador: Taita Imbabura*. <https://www.ambiente.gob.ec/nueva-area-protegida-en-ecuador-taita-imbabura/>
- MAE y FAO. (2015). *Especies forestales leñosas arbóreas y arbustivas de los bosques montanos del Ecuador*.
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (16 de abril de 2021). *Imbabura y Carchi trabajan en la declaración de áreas de conservación como espacios de importancia ecosistémica*. <https://www.ambiente.gob.ec/imbabura-y-carchi-trabajan-en-la-declaracion-de-areas-de-conservacion-como-espacios-de-importancia-ecosistemica/>
- MAE. (2012). *Línea Base de Deforestación del Ecuador Continental*, Quito-Ecuador.
- MAE. (2013). *Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental*. Quito: Subsecretaría de Patrimonio Natural.
- Manzanilla, G., Mata, J., Treviño, E., Aguirre, O., Rodríguez, E. y Yerena, J. (2020). Diversidad, estructura y composición florística de bosques templados del sur de Nuevo León. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 11(61), 94-123. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322020000500094
- Manzanero, M. (2003). Documento preparado para técnicos forestales comunitarios (Documento tomado del taller “Plan de monitoreo continuo” en unidades de manejo comunitarias)
- Martella, M.B., Trumper, E., Bellis, L. M., Renison, D., Giordano, P. F., Bazzano, G. y Gleiser, R. (2012). *Manual de Ecología. Poblaciones: Introducción a las técnicas para el estudio*

- de las poblaciones silvestres. *REDUCA (Biología)*, 5(1), 1-31.
<http://www.revistareduca.es/index.php/biologia/article/view/905>
- Mila, F. y Yáñez, K. (2019). El constitucionalismo ambiental en Ecuador. *Actualidad Jurídica Ambiental*. (97). <https://www.actualidadjuridicaambiental.com/articulo-doctrinal-el-constitucionalismo-ambiental-en-ecuador/>
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. *Acta zoológica mexicana*, (85), 195-196.
- Norden, N. (2014). DEL PORQUÉ LA REGENERACIÓN NATURAL ES TAN IMPORTANTE PARA LA COEXISTENCIA DE ESPECIES EN LOS BOSQUES TROPICALES. *Colombia Forestal*, 17(2), 247-261.
<http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2014.2.a08>
- Osman, K. T. (2013). *Soils. Principles, Properties and Management*. Springer.
- Oviedo Pérez, P. (2020). Composición florística, estructura horizontal y potencial de conservación de árboles y arbustos de la Reserva Biológica Isla del Caño, Costa Rica. *Repertorio Científico*, 23(1), 1-11. <https://doi.org/10.22458/rc.v23i1.2899>
- Palacios, W. (2016). *Árboles del Ecuador: especies representativas*. Ibarra Ecuador: Editorial UTN.
- Portilla, C. (2015). Estudio de factibilidad para la creación de un refugio turístico y ecológico (nariz del diablo) en el cerro Imbabura en la parroquia de San Antonio Cantón Ibarra. [Tesis de grado, Universidad Técnica del Norte].
<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/6785>
- Posada, G. (2016). *Elementos básicos de estadística descriptiva para el análisis de datos*. Funlam.

- Ramírez, J. P. (2016). Composición florística en una hectárea de bosque en tres senderos del área de Concesión de Conservación Cuenca Alta Rio Itaya, Universidad Científica del Perú, Loreto, Perú-2016. [Tesis de grado, Universidad Científica del Perú]. <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/152>
- Remmert, H. (1991). *The Mosaic-Cycle Concept of Ecosystems – An Overview*. Springer.
- Rodríguez, H. (20 de marzo de 2019). Bosques: ecosistemas imprescindibles para el planeta. National Geographic España. https://www.nationalgeographic.com.es/naturaleza/bosques-ecosistemas-imprescindibles-para-planeta_14041
- Salmerón, A., Rodríguez, A., Alvarez, L. y Quintana, L. (2015). ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE PLANTAS LEÑOSAS EN ÁREAS DE BOSQUES SEMIDECIDUOS MICRÓFILOS, SOMETIDOS A DIFERENTES NIVELES DE PERTURBNACIONES ANTRÓPICAS. *Foresta Veracruzana*, 17(2), 11-20. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49743956002>
- Sarmiento, F. y Frolich, L. M. (2002). Andean Cloud Forest Tree Lines: Naturalness, Agriculture and the Human Dimension. *Mountain Research and Development*, 22(3), 278-287. https://www.researchgate.net/profile/Fausto-Sarmiento/publication/250069593_Andean_Cloud_Forest_Tree_Lines_Naturalness_Agriculture_and_the_Human_Dimension/links/53f110eb0cf23733e8130a61/Andean-Cloud-Forest-Tree-Lines-Naturalness-Agriculture-and-the-Human-Dimension.pdf
- Smith, T. M. y Smith, R. L. (2007). *Ecología*. (6ª ed). Pearson Education.
- Tenorio-Monge, C., Solano-Durán, J. y Castillo-Ugalde, M. (2009). Evaluación de la composición florística y estructural en un bosque primario intervenido en la zona norte

de Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 6(16), 52-62.
<https://revistas.tec.ac.cr/index.php/kuru/article/view/402>

Tirado Chamorro, M. (2016). Composición florística y estructura de 1 hectárea de bosque en Angostura, Río Santiago, Esmeraldas. . [Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/12238>

Toledo, T. (2009). El bosque de niebla. *CONABIO. Biodiversitas*, (83),1-6.

Toro Murillo, J. L. (2012). *Árboles de las montañas de Antioquía*. CORANTIOQUIA.

Wadsworth, F. H. (2000). *Producción Forestal para América Tropical*. IUFRO.

Zeman, C. R. (2018). El rol de los bosques en la lucha contra el cambio climático. *Revista del Cisen Tramas/Maepova*, 6(2), 123-136.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1

Permiso por parte del Consorcio Taita Imbabura para el desarrollo de la investigación dentro del Área Ecológica de Conservación Taita Imbabura



Oficio No 0119-CTI-2021
Ibarra, 30 de Julio de 2021

Señorita
Nathaly Gabriela Andrade Vaca
Presente

De mi consideración

A nombre del "Consortio para la Gestión del Área Ecológica de Conservación Taita Imbabura", expreso el saludo fraterno y a la vez me dirijo a usted en respuesta a la solicitud enviada con fecha 30 de Julio del 2021 respecto a un permiso para realizar sus estudios de investigación denominado "Composición florística y estructura del bosque alto andino en el Área de Conservación Taita Imbabura, parroquia San Antonio, Imbabura" En este sentido me permito comunicar que usted puede realizar sus estudios de investigación previo a la obtención de su título como Ingeniera Forestal. El único compromiso que solicito de usted es que al final de su trabajo de investigación nos entregue la versión final revisada por la Universidad en un documento físico y digital para los archivos del Consorcio Taita Imbabura.

Con la seguridad de que usted realizará un excelente trabajo de investigación que aportará a los objetivos del Consorcio Taita Imbabura, expreso mis mejores deseos de éxitos en la culminación de su formación académica universitaria.

Atentamente,



César H. Cotacachi V., MSc.
**ADMINISTRADOR TÉCNICO DEL CONSORCIO PARA LA GESTIÓN DEL ÁREA
ECOLÓGICA DE CONSERVACIÓN TAITA IMBABURA**

Anexo 2

Formato de encuesta para conocer el uso de las especies del bosque alto andino en el Área Ecológica de Conservación Taita Imbabura



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES

Universidad Acreditada Resolución 002-CONEA-2010-129-DC.

Resolución No. 001-073 CEAACES-2013-13



ENCUESTA SOBRE EL USO DE ESPECIES EN EL ÁREA ECOLÓGICA DE CONSERVACIÓN TAITA IMBABURA

Muchas plantas de este sitio han sido utilizadas por el hombre con diferentes fines. Con esta encuesta se pretende identificar la relación de las familias con las plantas y como se relaciona con la conservación de la vegetación.

Encuestador: Nathaly Gabriela Andrade Vaca N° encuesta: _____

Fecha: _____

1. Información General

Nombre: _____

Edad: _____

Sexo: _____

2. Actividad

Labores domésticas

Crianza de animales

Artesanías

Agricultura

Otros ¿Cuál? _____

3. Uso de las plantas

3.1. ¿Ha utilizado alguna vez plantas del bosque altoandino?

Sí

No

3.2. ¿Desde cuándo las utiliza?

Infancia

Adolescencia

Adulthood



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES

Universidad Acreditada Resolución 002-CONEA-2010-129-DC.



Resolución No. 001-073 CEAACES-2013-13

- 3.3. Marque con un X. De las plantas registradas en el bosque andino
¿Cuál es el uso probable que le ofrecen estas plantas?

N°	Nombre (planta)	Uso probable					
		Alimenticio	Artesanal	Cultural	Forrajera	Medicinal	Ornamental
1	Arrayán						
2	Pumamaqui/ Mano de oso						
3	Motilón						
4	Turpinia						
5	Sacha capulí						
6	Palicourea						

- 3.4. ¿Qué parte de la planta utiliza?

N°	Nombre (planta)	Partes					
		Hojas	Flor	Corteza	Fruto	Tallo	Raiz
1	Arrayán						
2	Pumamaqui/ Mano de oso						
3	Motilón						
4	Turpinia						
5	Sacha capulí						
6	Palicourea						

Anexo 3

Área de estudio en el Área Ecológica de Conservación Taita Imbabura



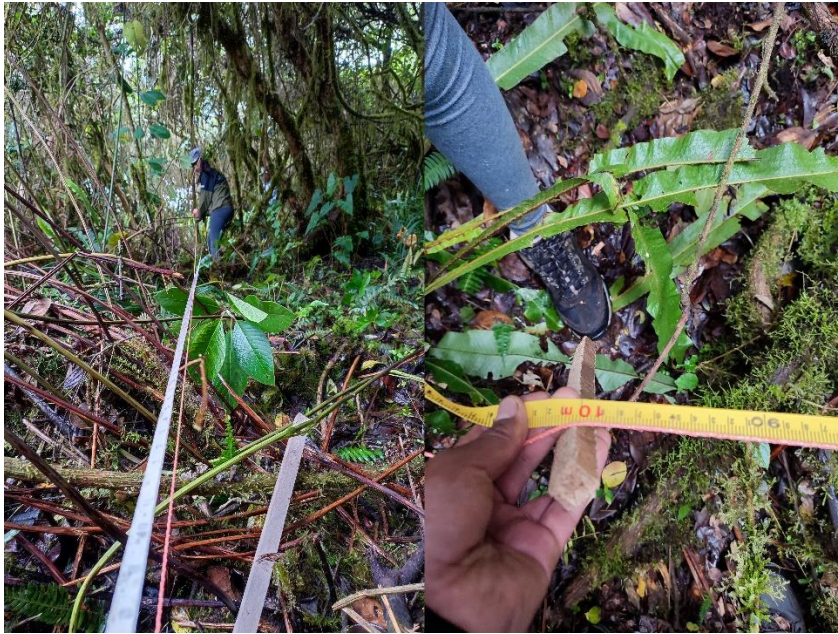
Anexo 4

Toma de puntos para el establecimiento de parcelas



Anexo 5

Delimitación de parcelas y subparcelas



Anexo 6

Medición y marcación de individuos



Anexo 7

Recolección de muestras botánicas



Anexo 8

Prensado de muestras botánicas



Anexo 9

Identificación de muestras botánicas en el Herbario de la Universidad Técnica del Norte



Anexo 10

Confección de la etiqueta del ejemplar

