



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

**INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR, MODALIDAD
PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN**

**DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y ESTRUCTURA DEL
BOSQUE SIEMPREVERDE PIEMONTANO EN LA PARROQUIA LITA SECTOR
CACHACO**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniera Forestal

Línea de investigación: Desarrollo agropecuario y forestal sostenible

Autora: Vanessa Mishell Reascos Campaña

Director: Ing. Hugo Orlando Paredes Rodríguez Mgs.

Ibarra – Noviembre - 2024

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004381677		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Reascos Campaña Vanessa Mishell		
DIRECCIÓN:	Cooperativa Imbabura		
EMAIL:	reascosmishell3@gmail.com		
TELÉFONO FIJO:	547214	TELF. MOVIL	0967248654

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y ESTRUCTURA DEL BOSQUE SIEMPREVERDE PIEMONTANO EN LA PARROQUIA LITA SECTOR CACHACO
AUTORA:	Vanessa Mishell Reascos Campaña
FECHA:	27 de noviembre del 2024
SÓLO PARA TRABAJOS DE TITULACIÓN	
CARRERA/PROGRAMA:	GRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Forestal
DIRECTOR:	Ing. Hugo Orlando Paredes Rodríguez Mgs.

AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo Vanessa Mishell Reascos Campaña, con cédula de identidad Nro. 1004381677, en calidad de autora y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de integración curricular descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

Ibarra, a los 27 días del mes de Noviembre de 2024

LA AUTORA:



Vanessa Mishell Reascos Campaña

CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los 27 días, del mes de Noviembre de 2024

LA AUTORA:



Vanessa Mishell Reascos Campaña

**CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN
CURRICULAR**

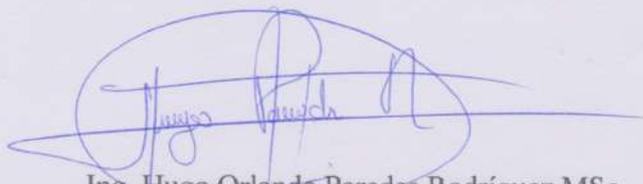
Ibarra, 27 de Noviembre de 2024

Ing. Hugo Orlando Paredes Rodríguez

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

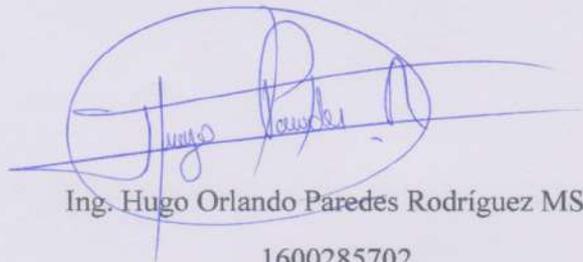


Ing. Hugo Orlando Paredes Rodríguez MSc.

1600285702

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificador del trabajo de Integración Curricular "Determinación de la composición florística y estructura del bosque siempreverde piemontano en la parroquia Lita sector Cachaco" elaborado por Vanessa Mishell Reascos Campaña, previo a la obtención del título de Ingeniera Forestal, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:



Ing. Hugo Orlando Paredes Rodríguez MSc.

1600285702



Ing. Carlos Ramiro Arcos Unigarro

0400701181

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres Edison Reascos y Nelly Campaña quienes han confiado en mí y han sido capaces de brindarme su apoyo frente a las adversidades. Día tras día me han enseñado a no darme por vencida y a luchar incansablemente por cada sueño que he proyectado a futuro.

A mí misma porque a pesar de que esta no era la carrera de mis sueños, estoy culminando con ella, gracias a mi dedicación, paciencia y esfuerzo.

A mi abuelita María Uvidia y a mi tía Diana Campaña, a quienes les guardo un cariño inmenso, por creer en mí, sobre todo cuando dudaba acerca de mi potencial académico.

Con mucho cariño a BTS, quienes a través de sus canciones me han motivado a seguir adelante y a culminar cada proyecto que haya empezado, las letras de sus canciones han sido mi fuente de inspiración y gracias a su música en ciertos momentos difíciles de la vida he sanado mi corazón; ellos me enseñaron que nunca es demasiado tarde para lograr mis sueños y que debes amarte a ti mismo por lo que eres, por lo que fuiste y por lo que serás.

Finalmente, a mis queridos colegas Saith, Anderson y Martha, quienes me demostraron que aún es posible encontrar a personas de buen corazón y que aún existe la lealtad dentro del predio universitario.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por brindarme un día más de vida para aprovecharlo sacando adelante mi carrera universitaria.

A mis amados padres Edison y Nelly, quienes me han brindado su amor y apoyo incondicional a lo largo de mi vida. Me gustaría expresar lo afortunada que me siento por formar parte de esta familia, sé que varias personas desearían ocupar mi lugar y aunque mueran por ello eso solo se quedará como una absurda ilusión; siempre voy a mantenerlos orgullosos, jamás los defraudaré.

Deseo extender un agradecimiento especial para el Ingeniero Eduardo Chagna por su colaboración, por todas las enseñanzas brindadas tanto en las aulas como en campo y por ser uno de los pocos docentes con quienes se puede dialogar como amigos.

Toda mi gratitud a los Ingenieros: Oscar Rosales y Marcos Cuasapaz por haberme enseñado cosas bastante útiles que se van a necesitar dentro de la vida profesional y por formar parte del selecto grupo de personas a quienes respeto y admiro.

A los Ingenieros: Hugo Paredes y Carlos Arcos por sus valiosos aportes dentro de este documento.

Finalmente quiero agradecer profundamente a quienes aún forman parte de mi vida, quienes me siento afortunada de haber conocido en el predio universitario, mi pequeño grupo, el cual supo sacarme sonrisas a cada instante, con quienes he formado mis recuerdos más preciados de los que no me arrepentiré:

Saith Ayala por brindarme su inigualable compañía, por su apoyo incondicional frente a cada dilema, por cada uno de sus consejos, por su infinito cariño, por toda su confianza, por cuidar de mí, por hacerme feliz desde que lo conocí y por ayudarme a tener una mejor perspectiva de la vida.

Abigail Ruiz, Anderson Carlosama y Martha Castillo por permanecer a mi lado cuando enfrentaba momentos difíciles, por el cuidado que me han ofrecido y por hacer cada día de asistencia al predio universitario más divertido.

RESUMEN EJECUTIVO

El desconocimiento acerca de los bosques siempreverdes piemontanos de la zona de Lita dificulta la gestión sostenible de los recursos que los componen y debido a la ausencia de información de este tipo de ecosistema, los aportes científicos se ven limitados. La presente investigación tiene como objetivo analizar la composición florística y estructura del bosque siempreverde piemontano en el sector Cachaco, ubicado en la parroquia Lita de la provincia de Imbabura. Se instalaron 25 subparcelas de 20 m x 20 m para medir especies arbóreas con un DAP superior a 0,10 m; en cinco de estas subparcelas, se muestreó una zona de 10 m x 10 m para medir latizal; dentro de esta sección, se delimitó un espacio de 5 m x 5 m destinado a la medición del brinzal y en su interior, se muestreó una superficie de 1 m x 1 m con el fin de conocer el potencial de regeneración del bosque. Se registró un total de 221 individuos, pertenecientes a 30 especies, dentro de 27 géneros y 16 familias, siendo la familia Moraceae la más diversa; se concluye que la estructura horizontal del bosque posee una disposición disetánea; en la estructura vertical predomina el estrato medio con 128 individuos. Mediante los índices de Shannon, Simpson y Pielou se determinó que la diversidad del bosque siempreverde piemontano del sector Cachaco es alta porque superan los valores de referencia equivalentes a los rangos: 1-5, 0-1 y 0-1 respectivamente.

Palabras clave: Diversidad, individuos, Moraceae, subparcelas, Sapindaceae, IVI

ABSTRACT

Lack of knowledge about the evergreen forests of piedmont from Lita area makes it difficult to sustainable management of the resources that make them and because of the absence of information of this type of ecosystem, scientific contributions are limited. The present investigation aims analyze the florist composition and structure of the evergreen forest of piedmont in the Cachaco sector, located in the Lita parish of the province of Imbabura. Installed 25 subplots of 20 m x 20 m to measure tree species with a DAP greater than 0,10 m; in five subplots, an area of 10 m x 10 m was sampled to measure latizal; within this section, a space of 5 m x 5 m was delimited for the measurement of the rill and inside, a surface of 1 m x 1 m was sampled in order to know the potential for regeneration of the forest. There was a total of 221 individuals, belonging to 30 species, within 27 genres and 16 families, being the family Moraceae the most diverse; It is concluded that the horizontal structure of the forest has a discontinuous structure; in the vertical structure, the middle stratum predominates with 128 individuals. Through the indexes of Shannon, Simpson and Pielou was determined that the diversity of the piedmont evergreen forest of the Cachaco sector is high because it exceeds the reference values equivalent to the ranges: 1-5, 0-1 and 0-1 respectively.

Keywords: Diversity, individuals, Moraceae, subplots, Sapindaceae, IVI

LISTA DE SIGLAS

CAP: Circunferencia a la Altura del Pecho

DAP: Diámetro a la Altura del Pecho

FAO: Food and Agriculture Organization (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación)

IUFRO: Unión Internacional de Organizaciones Forestales

IVI: Índice de Valor de Importancia

MAATE: Ministerio de Ambiente Aguas y Transición Ecológica

MAE: Ministerio del Ambiente de Ecuador

UTM: Universal Transverse Mercator (Universal Transversal Mercator)

WGS 84: Sistema Geodésico Mundial 1984

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN EJECUTIVO.....	IX
ABSTRACT	X
LISTA DE SIGLAS.....	XI
ÍNDICE DE CONTENIDOS	XII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIV
ÍNDICE DE FIGURAS	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVI
PROBLEMA	XVI
<i>Problemática a investigar.....</i>	<i>xvi</i>
<i>Formulación del problema de investigación</i>	<i>xvi</i>
JUSTIFICACIÓN.....	XVI
OBJETIVOS.....	XVII
<i>General</i>	<i>xvii</i>
<i>Específicos</i>	<i>xvii</i>
HIPÓTESIS O PREGUNTAS DIRECTRICES	XVII
CAPÍTULO I	1
MARCO TEÓRICO	1
1.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	1
1.1.1 ECOSISTEMAS BOSCOSOS DEL ECUADOR	1
1.1.2 <i>Bosques siempreverdes piemontanos de la cordillera occidental de los Andes</i>	<i>1</i>
1.1.3 <i>Composición florística.....</i>	<i>2</i>
1.1.4 <i>Estructura del bosque</i>	<i>2</i>
1.1.4.1 Estructura horizontal del bosque	3
1.1.4.1.1 Abundancia	3
1.1.4.1.2 Dominancia	3
1.1.4.1.3 Densidad	4
1.1.4.1.4 Frecuencia	4
1.1.4.1.5 IVI (Índice de Valor de Importancia)	4
1.1.4.2 Estructura vertical del bosque.....	4
1.1.5 <i>Dinámica del bosque.....</i>	<i>5</i>
1.1.6 <i>Diversidad del bosque.....</i>	<i>5</i>
1.1.6.1 Índices de diversidad	5
CAPÍTULO II.....	7
MATERIALES Y MÉTODOS.....	7
2.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	7
2.2 UBICACIÓN DEL LUGAR.....	7

2.2.1 Política.....	7
2.2.2 Geografía del sitio de investigación	7
2.2.3 Límites.....	8
2.3 CARACTERIZACIÓN EDAFOCLIMÁTICA DEL LUGAR	8
2.3.1 Suelo.....	8
2.3.2 Clima.....	9
2.4 MATERIALES, EQUIPOS Y SOFTWARE	9
2.5 MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	9
2.5.1 Universo – Población	9
2.5.2 Tamaño de la muestra.....	9
2.5.3 Instalación de las parcelas de campo.....	10
2.6 METODOLOGÍA PARA EL CUMPLIMIENTO DEL OBJETIVO 1:.....	10
2.6.1 Selección del área para implementar la parcela.....	10
2.6.2 Delimitación de la parcela a estudiar	10
2.6.3 Registro de datos de campo	11
2.6.4 Recolección de muestras botánicas	12
2.6.5 Identificación de especies en campo y Herbario	12
2.7 METODOLOGÍA PARA CUMPLIMIENTO DEL OBJETIVO 2	13
2.7.1 ÍNDICES DE DIVERSIDAD	13
2.7.1.1 Índice de Shannon	13
2.7.1.2 Índice de Pielow	13
2.7.1.3 Índice de Simpson	14
2.7.1.4 Índice de Valor de Importancia (IVI).....	14
CAPÍTULO III	16
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
3.1 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA	16
3.2 ESTRUCTURA DEL BOSQUE DE CACHACO	18
3.2.1 ESTRUCTURA HORIZONTAL	18
Ab.R.: Abundancia Relativa – Frec. R: Frecuencia Relativa – Dom. R.: Dominancia Relativa – IVI: Índice de Valor de Importancia.....	19
3.2.1.1 Distribución de clases diamétricas	20
3.2.2 ESTRUCTURA VERTICAL.....	21
3.3 ÍNDICES DE DIVERSIDAD.....	23
3.4 ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (IVI)	23
CAPÍTULO IV	25
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	25
4.1 CONCLUSIONES.....	25
4.2 RECOMENDACIONES	25
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:.....	26
ANEXOS	32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Materiales de campo, equipos y software empleados en el desarrollo de la investigación</i>	9
Tabla 2 <i>Diseño de la hoja de campo que se utilizó para la toma de datos</i>	12
Tabla 3 <i>Distribución de especies por familias en el área con su respectivo porcentaje</i>	16
Tabla 4 <i>Abundancia relativa, Frecuencia relativa, Dominancia relativa e Índice de Valor de Importancia de las especies registradas en el bosque siempreverde piemontano de Cachaco</i>	19
Tabla 5 <i>Distribución de las especies por estratos en el bosque siempreverde piemontano del sector Cachaco</i>	22
Tabla 6 <i>Inventario de las especies identificadas en Cachaco</i>	32
Tabla 7 <i>Matriz de operacionalización de variables</i>	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de ubicación del área de estudio.....	8
Figura 2 Diseño del cuadrante y distribución de las sub parcelas.....	11
Figura 3 Gráfica representativa de la Abundancia Relativa del Bosque siempreverde piemontano de Cachaco.....	18
Figura 4 Distribución de clases diamétricas en el bosque siempreverde piemontano de Cachaco.....	20
Figura 5 Clasificación de especies por estrato en el bosque siempreverde piemontano Cachaco.....	22
Figura 6 Fotografía del transporte de materiales.....	39
Figura 7 Fotografía de la instalación de 25 subparcelas permanentes.....	40
Figura 8 Fotografía de la recolección de muestras botánicas.....	40
Figura 9 Fotografía del prensado de muestras botánicas.....	41
Figura 10 Fotografía del montaje y secado de las muestras botánicas.....	41
Figura 11 Fotografía de la identificación de las muestras botánicas recolectadas.....	41

INTRODUCCIÓN

Problema

Problemática a investigar

El Ecuador cuenta con ecosistemas montanos únicos en cada región del país, los bosques montanos se caracterizan por la presencia de plantas epífitas, lianas, bejucos y musgos que se encuentran creciendo en los árboles y a la vez constituyen el estrato inferior de este tipo de ecosistemas; es importante destacar que al subir en altitud aumenta también la diversidad de la flora (Ministerio del Ambiente Ecuatoriano & Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [MAE & FAO], 2015).

En la provincia de Imbabura los bosques montanos son considerados como ecosistemas de gran importancia debido a su nivel de endemismo y a la diversidad florística que poseen; este tipo de bosques tienen una abundante diversidad biológica especialmente florística dentro de la región andina, marcadamente distinta a los de tierras bajas, debido a la predominancia que existe de las especies de origen lauráceo. Los bosques montanos son clave para el aseguramiento de un régimen hídrico de las cuencas hidrográficas ya que capturan del 5% al 20% sobre el volumen normal de precipitación (MAE & FAO, 2015).

El bosque montano húmedo de estribaciones, ubicado en la parroquia de Lita del sector Cachaco es el espacio que ha sido seleccionado como el predio para realizar la presente investigación. Son escasos los estudios correspondientes acerca de la composición florística de este tipo de ecosistemas, lo cual ha generado un desconocimiento total sobre la flora y la biodiversidad dificultando su conservación y manejo sustentable.

Formulación del problema de investigación

Los estudios acerca de la composición florística son escasos en el bosque montano húmedo de estribación, ubicado en la parroquia Lita sector Cachaco.

Justificación

Actualmente el obtener conocimientos acerca de la composición florística de los bosques es un factor muy importante para su respectiva conservación; pues gracias a este tipo de investigaciones es posible conocer la diversidad y la distribución de las especies arbóreas,

lo cual se considera como una base para desarrollar planes de conservación y uso sostenible de los bosques. El presente documento va a servir como base de las futuras nuevas investigaciones que se realicen en el bosque de estribación de Cachaco, puesto que se facilitará un manejo adecuado del área.

La presente investigación surge debido a la necesidad por conocer la composición florística del bosque montano húmedo de estribación del sector Cachaco debido a la escasa información sobre este bosque; al realizar el presente trabajo se proporcionará información nueva acerca de la biodiversidad, así como de la distribución de las especies que conforman este tipo de ecosistema; de tal manera que será posible la comprensión de la complejidad e importancia de este tipo de bosque. Gracias a este estudio también se facilitará el desarrollo de planes de manejo y conservación.

Objetivos

General

Analizar la composición florística y estructura del bosque siempreverde piemontano en el sector Cachaco, ubicado en la parroquia Lita.

Específicos

- Caracterizar la estructura horizontal y vertical del bosque en el sector Cachaco.
- Estimar la diversidad florística del bosque siempreverde piemontano en el sector Cachaco.

Hipótesis o Preguntas Directrices

- ¿Se ha realizado estudios de la estructura horizontal y vertical del bosque de Cachaco?
- ¿Se ha realizado estudios de la diversidad florística del bosque siempreverde piemontano del sector Cachaco?

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Fundamentación teórica

1.1.1 Ecosistemas Boscosos del Ecuador

“Es considerado como bosque a aquella extensión de tierra con más de 0,5 hectáreas, donde su componente principal sean árboles con alturas superiores a los 5 m, con una cobertura de copa del 10%” (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2015). Para Ferreira & Fernández (2015) “el bosque es un ecosistema que ocupa una superficie igual o superior a dos hectáreas, donde cohabitan especies leñosas y no leñosas, compuesto en un 70% por árboles con diámetros superiores a los 15 cm”.

Rodríguez (2019) define al bosque como “un ecosistema único que permite la interacción entre seres vivos, lo cual permite la conservación del suelo, la regulación del ciclo hidrológico, así como también la obtención de los productos o servicios que el bosque presta a sus habitantes”. Los bosques poseen gran importancia dentro del ámbito social, cultural, ambiental y económico.

Ecuador posee 91 ecosistemas identificados, de los cuales 65 son ecosistemas boscosos, 14 son ecosistemas herbáceos y 12 son ecosistemas arbustivos constituyendo una superficie total de 15.333.562 hectáreas, lo cual equivale al 59,8% del territorio nacional y 7.620.780 hectáreas se encuentran dentro de áreas protegidas; se distribuyen por regiones, en la costa con 24 ecosistemas, los Andes cuenta con 45 ecosistemas y la región amazónica posee 22 ecosistemas (Ministerio del Ambiente del Ecuador [MAE] 2013).

1.1.2 Bosques siempreverdes piemontanos de la cordillera occidental de los Andes

Es un ecosistema natural que cubre 15.305 km² en las estribaciones occidentales de los Andes, posee un clima húmedo y moderadamente cálido; las especies dominantes de este tipo de ecosistema son las palmas y los árboles que pertenecen a las familias Mimosaceae, Fabaceae y Burseraceae (Ron, 2020). Según el (Ministerio del Ambiente del Ecuador [MAATE], 2013) afirma que este ecosistema incluye a los bosques siempreverdes multiestratificados, con un dosel de 25 a 30 m.

Chimarro et al (2023) afirman que “dentro del Ecuador se ha generado el interés por el mantenimiento y manejo de la diversidad de los ecosistemas boscosos que conforman al país, es por tal motivo que se han desarrollado varios estudios que se han enfocado en la composición florística de los bosques”.

1.1.3 Composición florística

Escobar (2013) menciona que “la composición florística es definida como el estudio de las especies vegetales y arbóreas que se encuentran dentro de un área geográfica determinada y a través del mismo permite conocer la distribución y fisonomía de las especies en el bosque”. Para Cano & Stevenson (2009) “La composición florística es entendida como la enumeración de especies arbóreas que existen en un lugar definido donde se toma en cuenta la densidad, distribución y biomasa del bosque”.

Es importante recalcar que “los estudios referentes a la composición florística ayudan a determinar el impacto de la conservación ambiental” (López et al., 2015) puesto que amplían la visión de los mecanismos biológicos que interaccionan en el bosque. También “permiten la producción de información acerca de los componentes vegetales y arbóreos dentro de una zona limitada” (Hernández, Koch, Pulido, Luna, & García, 2016) lo cual aporta en cuanto a la toma de decisiones acerca de la planificación de programas de manejo y conservación de los recursos forestales existentes.

1.1.4 Estructura del bosque

Gadow et al., (2007) mencionan que “la estructura del bosque es la distribución espacial de las principales características que tienen los árboles, donde hace hincapié en la distribución de las especies por variedad y clase dimensional”. Torres et al. (1999) resumen que “la estructura del bosque se define como la distribución individual dentro de un área determinada”. “Los índices de estructura y diversidad son herramientas útiles para la toma de decisiones en la gestión de zonas forestales, donde se observan procesos de sucesión natural e impactos humanos” (López et al., 2017).

Su investigación ayuda a comprender “la variedad de especies existentes mediante el análisis de la diversidad de los componentes horizontales y verticales que se encuentran vinculados a un mayor número de especies y, por tanto, a bosques con mayor estabilidad ecológica” (Dueñas

& Garate, 2018). Es importante aclarar que “la estructura horizontal se refiere a la variedad de especies, mientras que la estructura vertical se refiere a la dominancia de una especie dentro de un ecosistema” (Aguirre et al., 2013).

1.1.4.1 Estructura horizontal del bosque

La estructura horizontal del bosque se representa por la disposición de los árboles en una zona concreta, diferenciados por sus clases diamétricas; esto se debe a la respuesta de las plantas ante las perturbaciones del entorno que las rodea. Además, esta estructura corresponde a la disposición espacial de los árboles, que viene determinada por la distribución de los individuos en función de sus clases diamétricas (Acosta et al., 2003).

Szmyt & Tarasiuk (2018) afirman que “el análisis del perfil horizontal permite comprender los procesos y mecanismos que impulsan el desarrollo a largo plazo de los ecosistemas forestales”. Quiroga et al. (2019) hacen referencia a (Octavo, 1994) mencionando que “la disposición horizontal indica dónde se sitúan las copas de las distintas especies dentro del ecosistema; al observar desde una perspectiva plana, permite analizar el comportamiento individual de las especies en la superficie del bosque”.

1.1.4.1.1 Abundancia

Es un parámetro que determina la cantidad de árboles por especie y el número de árboles presentes en una zona concreta. De ahí se obtiene la abundancia absoluta, que es el número de individuos por especie, y la abundancia relativa, que se refiere al porcentaje que ocupa una especie en relación con la población de la zona (Cedeño, 2017).

1.1.4.1.2 Dominancia

La dominancia está vinculada a la extensión de la cobertura de las especies, concretamente al espacio ocupado por ellas. Determinar la dominancia implica realizar la sumatoria de las proyecciones horizontales de las copas de los árboles en el suelo; aunque debido a la presencia de la estructura vertical, el determinar las proyecciones se convierte en una tarea un tanto difícil y poco posible de ejecutar. Es por ello que se utilizan las áreas basales, ya que existe una correlación entre el diámetro del dosel y el tamaño del tronco (Melo & Vargas, 2003).

1.1.4.1.3 Densidad

Martella et al. (2012) definen a la densidad como “el número de individuos por unidad de espacio; esta idea es utilizada cuando la comunidad biológica se conforma por especies fácilmente cuantificables”.

Corvalán & Hernández (2006) expresan su punto de vista desde una perspectiva de producción forestal, refiriéndose a la densidad como el número de árboles que existen en un área determinada, sin embargo, aunque se conozca la cantidad de individuos existentes debería también conocerse su altura y edad para no considerar a esto como información incompleta; debido a que un individuo grande puede ocupar el mismo espacio que cientos de individuos pequeños, lo cual indica que la información actual es insuficiente.

1.1.4.1.4 Frecuencia

Choque (2007) la define como la probabilidad de encontrar un individuo de una especie concreta, al menos, una vez en una unidad de muestreo designada; se expresa como porcentaje de la unidad de muestreo, donde se encuentra el individuo en relación con el total de unidades de muestreo. En términos más sencillos, la frecuencia se refiere a la probabilidad de encontrar un individuo en una subparcela de toda la unidad de muestreo.

1.1.4.1.5 IVI (Índice de Valor de Importancia)

Alvis (2009) señala que “es uno de los indicadores más utilizado dentro del análisis de diversidad puesto que es el encargado de dar a conocer el peso ecológico que tiene cada especie dentro de una zona boscosa”. Para Campo & Duval (2014) el IVI “permite evaluar características específicas del bosque y su masa forestal”. García et al. (2020) afirman que, “para determinar la importancia ecológica de cada especie en una comunidad vegetal, es necesario realizar la sumatoria de los parámetros relativos de dominancia, densidad y frecuencia”.

1.1.4.2 Estructura vertical del bosque

“Viene determinada por la disposición de las especies arbóreas que se encuentran dentro de un ecosistema, teniendo en cuenta su altura y el espacio que ocupan, en respuesta a factores climáticos, gradientes ambientales o perturbaciones ya sean naturales o antrópicas” (Remmert, 1991). Para Mohandass (2018) “la luminosidad es crucial para el desarrollo de las especies, éstas

han desarrollado mecanismos para garantizar su supervivencia; la cantidad de luz que ingresa al bosque desempeña una función fundamental dentro del análisis de la estructura vertical del ecosistema”, puesto que, según la edad del bosque y el nivel de perturbación, son determinadas las especies que dominarán las capas superiores del perfil vertical.

1.1.5 Dinámica del bosque

Ortiz (2013) sostiene que la dinámica es “una rama de la ecología que se centra en la examinación de los cambios en las poblaciones analizando el número y composición florística de los individuos que conforman una población; su objetivo es comprender los mecanismos responsables de estos cambios”. Para Donoso et al. (1984) en la dinámica del bosque también “influyen factores externos como erupciones volcánicas o terremotos, así como, factores internos relacionados con la sucesión vegetal”. Como afirma Jiménez et al. (2001) “las poblaciones experimentan cambios en su tamaño, densidad, dispersión e incluso distribución por edades en respuesta a cambios en las condiciones ambientales, como la escasez o el exceso de nutrientes”.

1.1.6 Diversidad del bosque

En la opinión de Jiménez et al. (2017) “la diversidad del bosque incluye el conjunto de organismos vivos en cuanto a su cantidad, variabilidad genética y los ecosistemas en los que habitan”. Whittaker (1960) defiende que existen tres tipos de diversidad: “Diversidad alfa (α) estudia la diversidad de especies a nivel local; diversidad gama (δ) considera la diversidad de especies a nivel regional y diversidad beta (β) que examina los cambios en la composición biológica de las comunidades”, “para estudiarla, existen varios métodos, pero el más sencillo consiste en el coteo del número de especies presentes en la zona que ha sido determinada para estudiar” (Romero, 2019).

1.1.6.1 Índices de diversidad

Minga (2016) sostiene que los índices de diversidad “permiten calcular la composición de los distintos individuos presentes en un área determinada”. Estiman la diversidad dentro de un bosque, teniendo en cuenta el número de individuos por especie y el espacio evaluado.

- **Índice de Shannon:** “es considerado un índice de equidad, el cual refleja la uniformidad de los datos de importancia de todas las especies dentro de la zona a estudiar” (Moreno, 2001).

- **Índice de Simpson:** “Demuestra la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar de una muestra pertenezcan a la misma especie” (Mendoza, 2013).
- **Índice de Pielou:** “Es un indicador, el cual permite conocer la equidad de la distribución de especies en el bosque” (Sonco, 2013).

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Tipo de investigación

La presente investigación tuvo un enfoque con variables cuanti-cualitativas a fin de evaluar cantidades y cualidades de las especies. Se dispuso de una teoría base, así como también de varios antecedentes que han dado soluciones previas. Se utilizó el método descriptivo, con el fin de analizar hechos o fenómenos que ocurren en la naturaleza.

La presente investigación fue de carácter no experimental, se trabajó con estimadores estadísticos, es de tipo sincrónica y transversal puesto que permitió coleccionar datos del objeto a investigar. El estudio se realizó en dos actividades; campo y gabinete, apoyándose de información secundaria garantizada y pertinente.

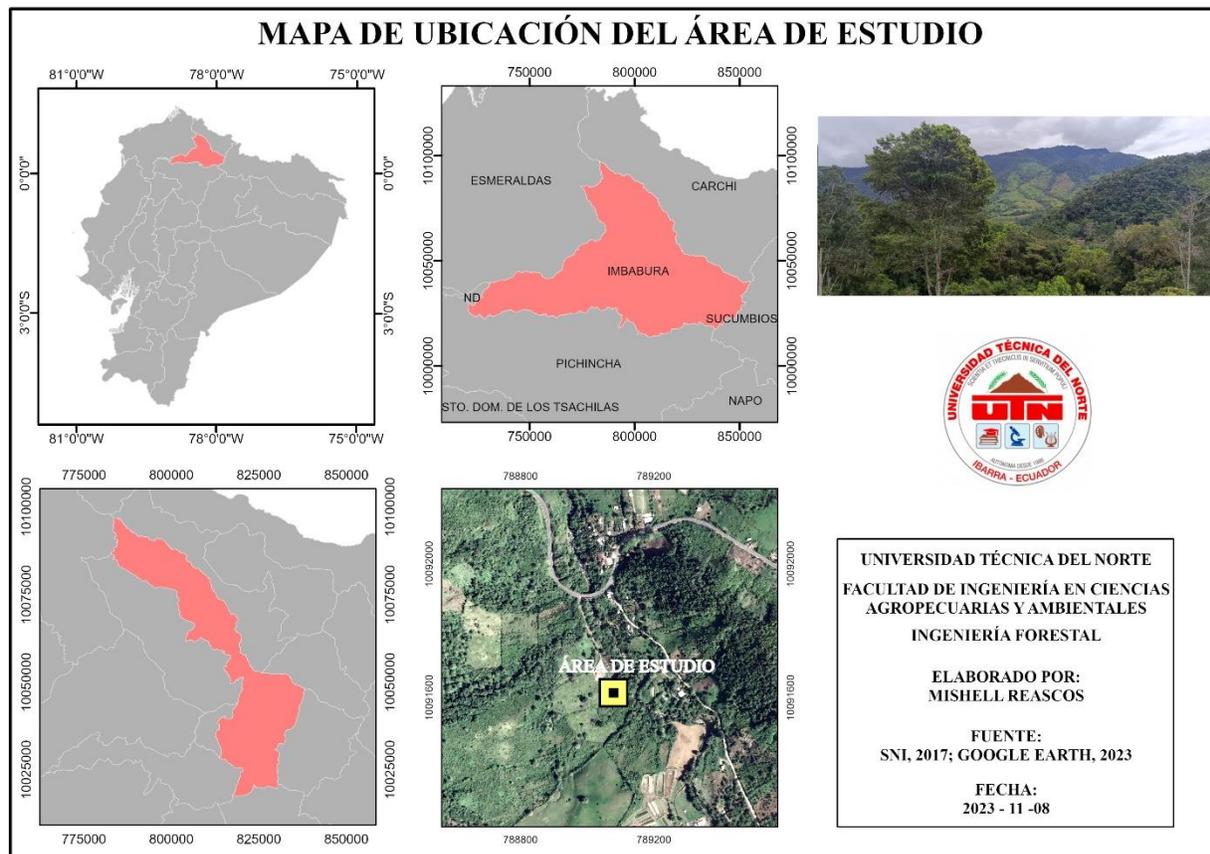
2.2 Ubicación del lugar

2.2.1 Política

La investigación se realizó en la provincia de Imbabura, cantón Ibarra, parroquia Lita, sector Cachaco; el bosque se encuentra dentro de la finca llamada “Ciudad de Gubbio” de propiedad del padre Juan Francisco Santacruz.

2.2.2 Geografía del sitio de investigación

El lugar donde se realizó la presente investigación tiene los siguientes puntos geográficos en coordenadas UTM WGS84 ZONA 17S X: 789079 y Y: 10091614, altitud de 696.44 m.

Figura 1*Mapa de ubicación del área de estudio*

2.2.3 Límites

El predio se encuentra limitado de la siguiente manera: Norte con el Río Mira; Sur con la parroquia La Merced de Buenos Aires que pertenece al cantón Urcuquí; Este con la parroquia La Carolina del cantón San Miguel de Ibarra y al Oeste con el Río Lita, provincia de Imbabura (Figura1).

2.3 Caracterización edafoclimática del lugar

2.3.1 Suelo

“De acuerdo al mapa de suelos, el predio pertenece al orden de los Andisoles, presenta una textura franco limosa, posee una buena estructura por lo cual facilita su drenaje y retención de humedad” (Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG], 2017).

2.3.2 Clima

La finca “Ciudad de Gubbio” se encuentra ubicada a una altitud que oscila entre los 610 – 730 m.s.n.m. posee una temperatura promedio anual de 22,9 °C y presenta una precipitación de 3355 mm anuales (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [INAMHI], 2017).

2.4 Materiales, equipos y software

Tabla 1

Materiales de campo, equipos y software empleados en el desarrollo de la investigación

MATERIALES DE CAMPO	EQUIPOS	SOFTWARE
Estacas de 1,3 m	Computador	Word
Pintura en spray	Brújula	Excel
Machetes	Clinómetro	Power Point
Cinta diamétrica	Cámara fotográfica	Past 4.03
Prensas	Binoculares	Arc Map 10.8
Papel filtro	Tijera aérea	
Material de transferencia	Navegador GPS	

2.5 Métodos, técnicas e instrumentos

2.5.1 Universo – Población

Paredes (2018) sostiene que la superficie total del predio es de 100 hectáreas, se realizó un censo donde se utilizó la siguiente fórmula (Cámpora, 2008):

$$n = \frac{N * Z^2 * S^2}{d^2(N - 1) + Z^2 * S^2}$$

n: tamaño de la población

N: Número de muestras

Z²: Nivel de confianza

S²: Varianza

d²: Nivel de precisión absoluta, o amplitud del intervalo.

2.5.2 Tamaño de la muestra

Se trata de una investigación finita debido a que se conocen los límites exactos por los cuales se delimitó la parcela permanente con una dimensión de 100 m x 100 m, por lo tanto, se determinó que la muestra fue de una hectárea.

Donde se utilizó la siguiente fórmula (Cámpora, 2008):

$$N = \frac{S^2 * T^2}{E^2}$$

N: Número de muestras

T²: Valor tabular tomado de la tabla de t *student*

S²: Coeficiente de variación

E: Error de muestreo

2.5.3 Instalación de las parcelas de campo

En primer lugar, se realizó un monitoreo de campo a fin de evidenciar las características propias del terreno y bosque donde se planeó instalar la parcela permanente.

Se realizó un censo dentro de la parcela que corresponde a una hectárea a investigar. Posteriormente se ubicó la parcela tomando puntos georreferenciados con GPS y balizado de la misma. Una vez marcada la parcela cuadrada de 100 m x 100 m se realizó una subdivisión donde se delimitaron e instalaron 25 subparcelas de 20 m x 20 m.

2.6 Metodología para el cumplimiento del objetivo 1:

2.6.1 Selección del área para implementar la parcela

Para la presente investigación se instaló una parcela permanente cuadrada con una dimensión de 100 m x 100 m, ubicada en el centro del bosque siempreverde piemontano de Cachaco. Aguirre (2013) afirma que “esto es necesario para evitar el efecto borde y abarcar varios estratos”.

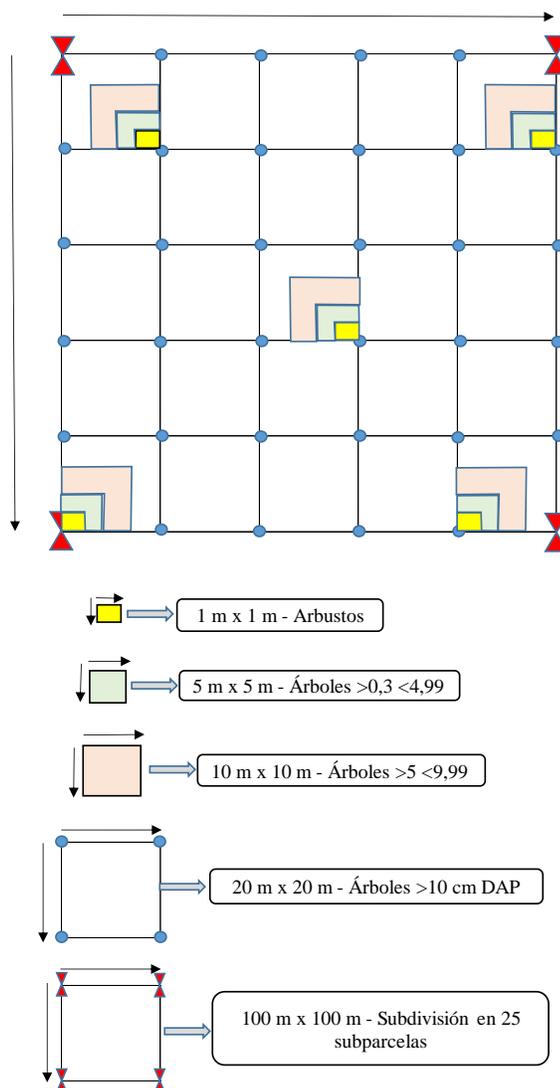
2.6.2 Delimitación de la parcela a estudiar

Fue necesario hacer uso de una brújula y un GPS para realizar la instalación del cuadrante permanente de una hectárea, subdividido en 25 subparcelas con un área de 20 m x 20 m para árboles mayores a 0,10 m de DAP. Para la delimitación se utilizó tubos PVC, cemento, agua y arena; dentro de cinco subparcelas se realizó el muestreo en un área de 10 m x 10 m para medir latizal; dentro de esta

área se delimita un espacio de 5 m x 5 m donde se mide el brinjal y dentro de este espacio se muestrea un área de 1 m x 1 m para conocer el potencial de regeneración que tiene el bosque (Aguirre, 2013).

Figura 2

Diseño del cuadrante y distribución de las sub parcelas



2.6.3 Registro de datos de campo

En cada una de las sub parcelas de 20 m x 20 m se realizó un censo, donde se recopiló información de todas las especies arbóreas mayores a los 0,10 m de DAP; se midió la altura con ayuda de un Hipsómetro; se marcaron las especies forestales con pintura en spray roja, se colocó el código de cada sub parcela y el número de árbol; se utilizó el método de observación directa con la finalidad de

utilizar las características morfológicas para la identificación de cada especie. Los datos registrados en campo llevaron el formato establecido en la (Tabla 2).

Tabla 2

Diseño de la hoja de campo que se utilizó para la toma de datos

#SUB PARCELA	#ÁRBOL	CAP [m]	DAP [m]	ALTURA [m]	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	OBSERVACIONES

2.6.4 Recolección de muestras botánicas

Para identificar las especies presentes en el bosque se tomó en cuenta la recomendación de (Palacios, 2016) se recolectaron muestras botánicas fértiles, es decir, que cuenten con hojas, flores o frutos con ayuda de una tijera aérea; fue necesario utilizar papel periódico y prensas para trasladar las muestras botánicas hacia el laboratorio de la Universidad Técnica del Norte.

Se continuó con el montaje de las muestras en las láminas dúplex, en cuanto al secado de las muestras botánicas, estas fueron expuestas al sol durante un período de 15 días, pasado este tiempo las muestras botánicas fueron trasladadas hasta el Herbario de la Universidad Técnica del Norte para estudiarlas y a la vez realizar la respectiva identificación de las mismas.

2.6.5 Identificación de especies en campo y Herbario

Para la identificación en campo a nivel de especie se utilizó el método de observación directa y la aplicación de claves taxonómicas; fue necesario hacer uso de un par de binoculares 20x con los cuales se obtuvo una mejor observación de ramas, hojas y frutos que se encontraban a grandes alturas.

Para el proceso de identificación de especies realizado dentro del Herbario de la Universidad Técnica del Norte, se utilizó la metodología de Palacios (2016), es decir, mediante la observación de los caracteres vegetativos y el estudio dendrológico de cada una de las muestras botánicas recolectadas. Los caracteres que se consideraron fueron:

- Hojas: características cualitativas (forma, borde, nervaduras), disposición en el tallo (opuestas, alternas, paripinnadas, imparipinnadas) y tipo (simples, compuestas).
- Inflorescencias: características organolépticas (olor, color), tipo (umbela, cima, panícula, capítulo, corimbo, pleiocasio) y ubicación en el árbol.

- Frutos: características cualitativas (forma, color) y tipo (dehiscente, indehiscente, drupa, baya, cápsula).

Es necesario aclarar que, para colocar los nombres científicos a las especies estudiadas, se tuvo que hacer uso de recursos en línea tales como: *The Plant List* <http://www.theplantlist.org/> y Gbif <https://www.gbif.org/es/>.

2.7 Metodología para cumplimiento del objetivo 2

Para estimar la diversidad florística en las sub parcelas instaladas se procedió a determinar algunos índices:

2.7.1 Índices de diversidad

La investigación se realizó en un ecosistema siempreverde piemontano; los índices de diversidad fueron abordados tomando en cuenta el componente vegetal total.

2.7.1.1 Índice de Shannon

Es utilizado con el fin de conocer la diversidad vegetal dentro de la zona de estudio. Shannon (1949) planteó la siguiente fórmula:

$$H = \sum_{i=1}^S (P_i)(\log_n P_i)$$

Donde:

H: Índice de diversidad de la especie

S: Número de especie

P_i: Proporción de la muestra

Ln: Logaritmo natural

2.7.1.2 Índice de Pielou

Pielou (1969) menciona que “el índice es utilizado para medir la equitatividad, este debería decrecer a medida que la abundancia relativa vaya disminuyendo”; la fórmula aplicada fue la siguiente:

$$E = \frac{H'}{H_{max}}$$

Donde:

E: Equitatividad

H': Índice de Shannon

H max: Logaritmo natural del total de especies

2.7.1.3 Índice de Simpson

Aguirre (2013) asegura que “este índice está influido por la importancia de las especies dominantes de un bosque. Determina la probabilidad de que dos individuos elegidos de manera aleatoria en un grupo pertenezcan a la misma especie”. Para ello se utilizó la siguiente fórmula:

$$S = 1 / \sum \frac{ni(ni - 1)}{N(N - 1)}$$

Donde:

n: número de individuos de la especie particular.

N: Número total de individuos.

2.7.1.4 Índice de Valor de Importancia (IVI)

Se aplicó la ecuación propuesta por García (2019), citada por Chimarro (2021), para determinar el IVI, donde se dio conocer la importancia de cada especie dentro de un hábitat.

$$IVI = A\% + Dom\% + Frec\%$$

Donde:

A%: Abundancia relativa

Dom %: Dominancia relativa

Frec %: Frecuencia relativa

Para realizar el cálculo del IVI también fue necesario tomar en cuenta variables como: abundancia, frecuencia relativa y dominancia relativa; para ello fue necesario hacer uso de la fórmula de la abundancia relativa en porcentaje (García, 2019):

$$Ar = \left(\frac{n_i}{N} \right) * 100$$

Donde:

n_i : Número de individuos por especie

N : Número de individuos totales en la muestra

Cálculo de la frecuencia relativa en porcentaje (Salgado, 2016):

$$Fr = \left(\frac{f_i}{f_t} \right) * 100$$

Donde:

Fr : Frecuencia relativa

F_i : Frecuencia absoluta de la i -ésima especie

F_t : Frecuencia total del muestreo

Determinación de la dominancia relativa en porcentaje (Salgado, 2019):

$$Dmr = \left(\frac{D_a E}{D_a T} \right) * 100$$

Donde:

Dmr : Dominancia relativa

DaS : Dominancia absoluta de una especie

DaT : Dominancia absoluta del total de especies

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Composición florística

En el área de estudio correspondiente al bosque siempreverde piemontano del sector Cachaco, parroquia Lita, provincia de Imbabura se registró un total de 221 individuos, los cuales pertenecen a 30 especies, dentro de 27 géneros y 16 familias. La familia más diversa es Moraceae ya que cuenta con seis géneros y 44 individuos, representando un porcentaje total del 19,91% del resto, sin embargo, también destaca la familia Sapindaceae con el género *Cupania* el cual cuenta con 42 individuos, representando el 11,76% del área total muestreada (Tabla 3).

Tabla 3

Distribución de especies por familias en el área con su respectivo porcentaje

Familias	Géneros	Individuos	Porcentaje de Individuos (%)
Moraceae	6	44	19,91%
Sapindaceae	1	26	11,76%
Arecaceae	1	21	9,50%
Malvaceae	5	19	8,60%
Burseraceae	1	17	7,69%
Lecythidaceae	1	16	7,24%
Salicaceae	1	16	7,24%
Lauraceae	1	13	5,88%
Urticaceae	1	13	5,88%
Clusiaceae	1	11	4,98%
Fabaceae	2	10	4,53%
Rubiaceae	2	5	2,26%
Combretaceae	1	4	1,81%
Ericaceae	1	3	1,36%
Melastomataceae	1	2	0,91%
Compositae	1	1	0,45%
Total:	27	221	100%

De las especies arbóreas identificadas, las que cuentan con mayor abundancia dentro del Bosque de Cachaco fueron *Cupania cinerea* con una abundancia del 11,31%, la especie *Iriartea deltoidea* con un porcentaje de abundancia del 9,50% y la especie *Banara guianensis* con el 7,69% (Figura 3). En un estudio florístico realizado en el bosque siempreverde piemontano en la cuenca

del río Piatúa, provincia de Napo por Patiño et al. (2015) se registró a la familia Moraceae como la más diversa con un porcentaje del 7,14% y se identificó a la especie *Brosimum alicastrum* como la más abundante con 7 individuos dentro de los 5 transectos de 1000 m² en los cuales se realizó la investigación.

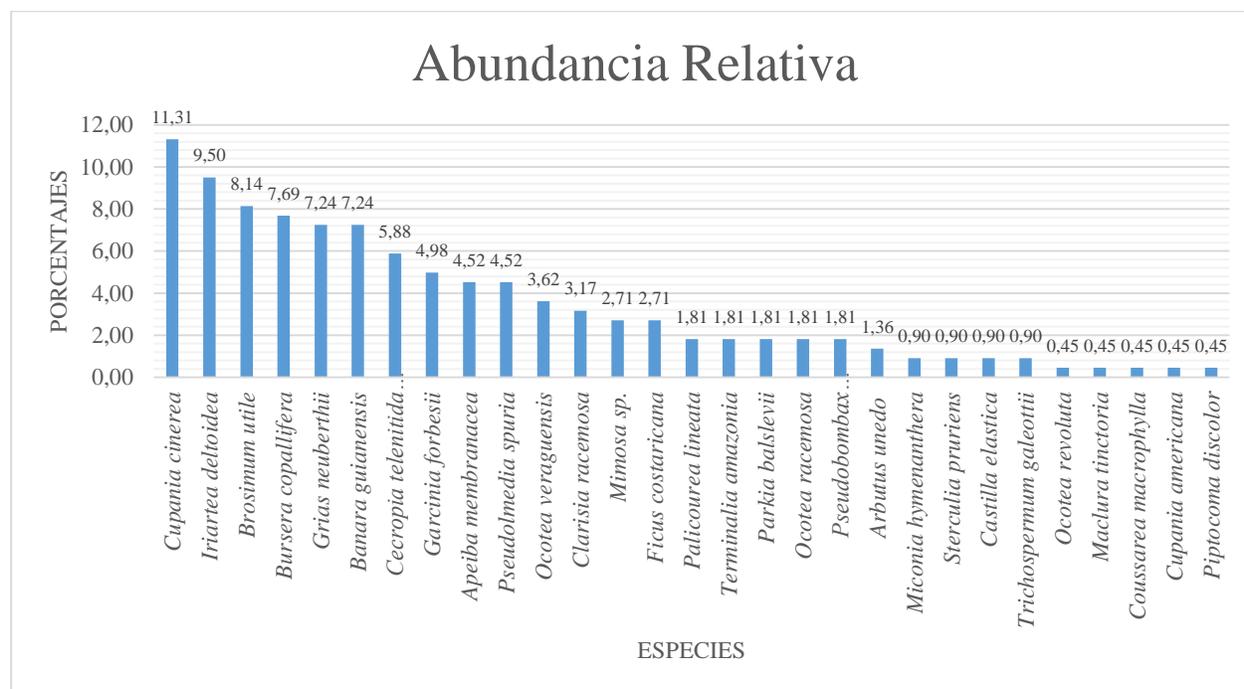
Calzadilla & Cayola (2006) en su análisis acerca de la composición florística y estructura del bosque siempreverde piemontano en el Área de Manejo Integrado Madidi realizado en la Paz (Bolivia), los resultados que obtuvieron apuntaron a la familia Moraceae como la más abundante dentro del área de estudio, debido a que esta familia contó con 33 individuos, los mismos que se distribuían en 8 especies.

La composición florística del bosque siempreverde piemontano de Cachaco es bajo; en comparación con Jiménez et al. (2017) quienes registraron un total de 1412 individuos en el bosque siempreverde piemontano de Zamora, donde predominan las familias Rubiaceae y Melastomataceae; mientras que en la presente investigación las familias predominantes fueron Moraceae y Sapindaceae. Sin embargo, la diversidad florística del presente estudio es menor a la composición florística presentada por Guamán y Lozano (2024) en el bosque siempreverde piemontano Nangaritza (Zamora), ya que registraron un total de 1811 individuos.

Dentro del Ecuador existen varios documentos de este tipo, aunque aún falta estudiar varias zonas de Lita, de tal manera que en la presente investigación se obtuvo que el bosque siempreverde piemontano de Cachaco posee una composición florística alta, en comparación con Jiménez et al. (2016) que en una hectárea del bosque siempreverde piemontano de Mutinza (Zamora Chinchipe) se encontraron 124 especies de las familias Moraceae, Rubiaceae y Melastomataceae, también es alto, al realizar la comparación con el estudio realizado por Caranqui et al. (2016) en el bosque siempreverde piemontano de Chilicay (Chimborazo) donde se registraron un total de 71 individuos correspondientes a las familias Moraceae y Meliaceae.

Figura 3

Gráfica representativa de la Abundancia Relativa del Bosque siempreverde piemontano de Cachaco



3.2 Estructura del Bosque de Cachaco

3.2.1 Estructura horizontal

Los parámetros que se determinaron fueron: abundancia, frecuencia y dominancia. De acuerdo a la información procesada de los datos obtenidos en el área de estudio, los resultados muestran que la especie que tiene mayor abundancia fue *Cupania cinerea* con el 11,31 %; la especie con mayor frecuencia relativa fue *Pseudolmedia spuria* con un porcentaje del 11,31%; la especie con mayor dominancia dentro del área de estudio fue *Brosimum utile* con el 14,38% y la especie que presentó un mayor IVI fue *Cupania cinerea* con el 34,97%; como se indica la Tabla 4.

Manzanero (2003) afirma que la estructura horizontal y la dinámica del bosque se determinan por factores como: las características edafológicas, climáticas, estrategias y efectos de distribución de las especies. Smith & Smith (2007) demuestran que la variación tanto de temperatura, como de humedad y de precipitación contribuyen a la distribución de las especies vegetales y arbóreas, creando de este modo un ambiente propicio para el desarrollo de flora y fauna.

Tabla 4

Abundancia relativa, Frecuencia relativa, Dominancia relativa e Índice de Valor de Importancia de las especies registradas en el bosque siempreverde piemontano de Cachaco

ESPECIES	Ab. R.	Frec. R.	Dom. R.	IVI
<i>Cupania cinerea</i>	11,31	11,31	12,35	34,97
<i>Brosimum utile</i>	8,14	8,14	14,38	30,67
<i>Bursera copallifera</i>	7,69	7,69	9,98	25,36
<i>Iriartea deltoidea</i>	9,50	9,50	4,13	23,13
<i>Garcinia forbesii</i>	4,98	4,98	9,20	19,16
<i>Grias neuberthii</i>	7,24	7,24	4,47	18,95
<i>Banara guianensis</i>	7,24	7,24	2,97	17,45
<i>Cecropia telenitida</i> Cuatrec.	5,88	5,88	4,84	16,61
<i>Apeiba membranacea</i>	4,52	4,52	4,53	13,58
<i>Ocotea veraguensis</i>	3,62	3,62	5,19	12,43
<i>Pseudolmedia spuria</i>	4,52	4,52	2,30	11,35
<i>Mimosa sp.</i>	2,71	2,71	3,98	9,41
<i>Ficus costaricana</i>	2,71	2,71	3,16	8,59
<i>Clarisia racemosa</i>	3,17	3,17	1,87	8,21
<i>Palicourea lineata</i>	1,81	1,81	3,36	6,98
<i>Terminalia amazonia</i>	1,81	1,81	3,34	6,96
<i>Parkia balslevii</i>	1,81	1,81	2,34	5,96
<i>Ocotea racemosa</i>	1,81	1,81	0,92	4,54
<i>Pseudobombax septenatum</i>	1,81	1,81	0,79	4,41
<i>Arbutus unedo</i>	1,36	1,36	0,78	3,50
<i>Miconia hymenanthera</i>	0,90	0,90	1,00	2,81
<i>Sterculia pruriens</i>	0,90	0,90	0,89	2,70
<i>Castilla elastica</i>	0,90	0,90	0,59	2,40
<i>Ocotea revoluta</i>	0,45	0,45	1,19	2,10
<i>Trichospermum galeottii</i>	0,90	0,90	0,12	1,93
<i>Maclura tinctoria</i>	0,45	0,45	0,59	1,50
<i>Coussarea macrophylla</i>	0,45	0,45	0,23	1,14
<i>Cupania americana</i>	0,45	0,45	0,21	1,11
<i>Piptocoma discolor</i>	0,45	0,45	0,14	1,05
Total:	100	100	100	300

Ab.R.: Abundancia Relativa – Frec. R: Frecuencia Relativa – Dom. R.: Dominancia Relativa – IVI: Índice de Valor de Importancia

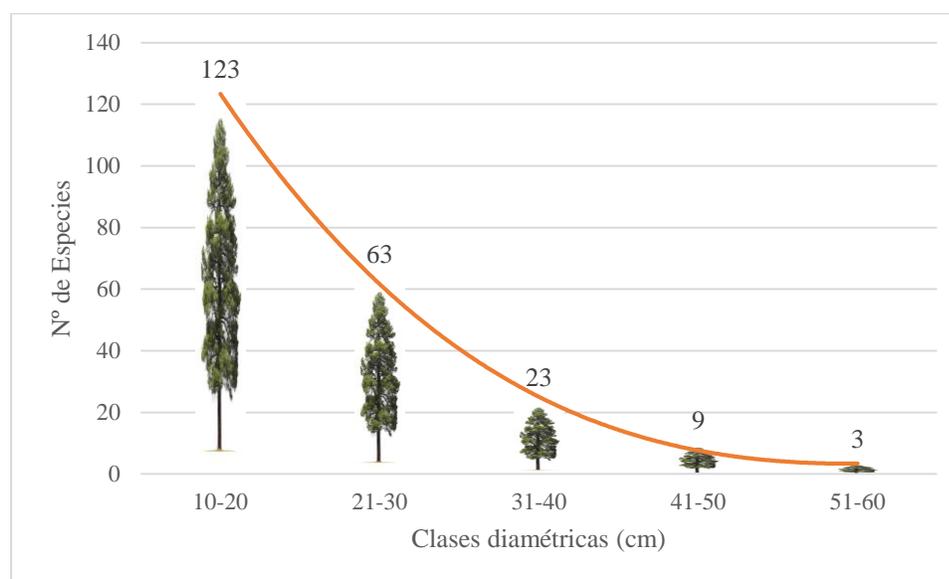
3.2.1.1 Distribución de clases diamétricas

De los datos obtenidos en el inventario y de acuerdo con el análisis de las clases diamétricas analizadas en intervalos de cinco (Figura 4), se registró mayor cantidad de individuos en la clase diamétrica 10 – 20 cm de DAP representando el 55,66%, seguido de la clase diamétrica que va de 21 – 30 cm de DAP equivalente al 28,51%, la siguiente clase diamétrica fue de 31 – 40 cm de DAP que representó el 10,41%, la penúltima clase diamétrica fue de 41 – 50 cm de DAP con un porcentaje de 4,07%; mientras que el menor número de individuos se encontró en la clase diamétrica de 51- 60 cm de DAP con 1,36%. Entre mayor es el incremento de la categoría de las clases diamétricas, el número de los individuos va disminuyendo.

Paredes et al. (2020) realizaron un estudio en el bosque siempreverde piemontano de Pastaza, Ecuador registrando la mayor parte de individuos en la primera clase diamétrica la cual representó más del 50%, resultado que coincide con la presente investigación. Del mismo modo Aguirre et al. (2017) coinciden con el registro de la mayor abundancia en la primera clase diamétrica en un bosque montano del sur del Ecuador.

Figura 4

Distribución de clases diamétricas en el bosque siempreverde piemontano de Cachaco



En la (Figura 4) se observa una “J” invertida en la estructura horizontal del bosque, que, según Manzanero (2004) esta es una de las características más representativas presentes en la

mayoría de especies de los bosques tropicales; Sabogal et al. (2004) también afirman que es una característica que presentan los bosques secundarios recientes.

3.2.2 Estructura vertical

La mayor altura registrada fue de 27 m con la especie *Ocotea veraguensis*, a partir de la cual se determinaron tres estratos: estrato bajo que va desde los 5 m hasta los 9 m; el estrato medio que va desde los 10 m hasta los 18 m y el estrato alto que va desde los 19 hasta los 27 m, como se indica en la (Figura 5).

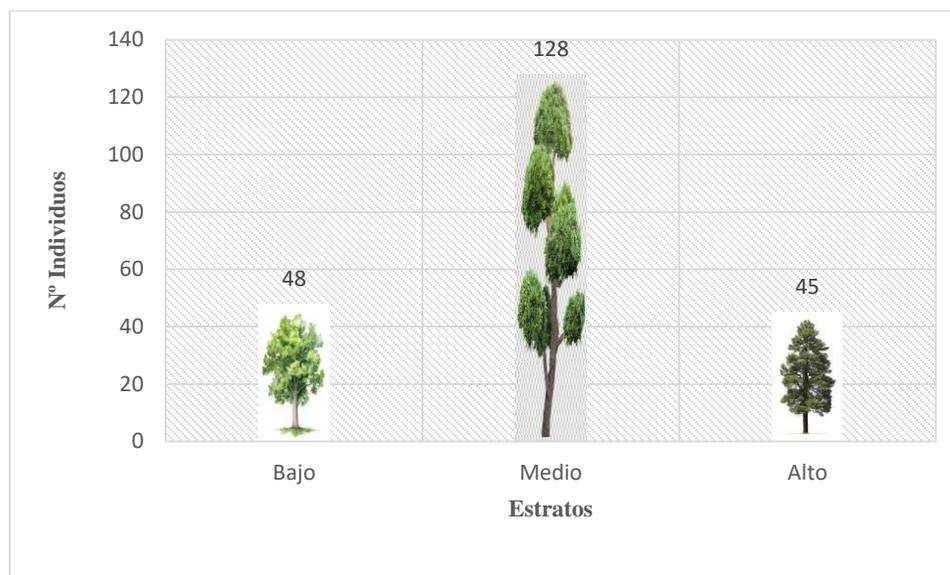
Se observa que destaca el estrato medio con 128 individuos presentes en el bosque, representando el 57,92% del total de las especies identificadas, entre las especies que predominan en este estrato se encuentran: *Cupania cinerea* con 18 individuos, *Banara guianensis* con 14 individuos y *Bursera copallifera* con 13 individuos; seguido del estrato bajo con 48 individuos representando el 21,72%, dentro de este estrato la especie predominante fue *Iriartea deltoidea* con 10 individuos; el estrato alto se encuentra como el último con 45 individuos y un porcentaje de 20,36%, siendo *Brosimum utile* la especie predominante del estrato.

En cuanto al perfil vertical concuerdan con lo reportado por Samaniego (2015) quien registró mayor abundancia en el estrato medio con árboles entre 10 - 20 m de altura, con un total de 1487 individuos, dentro del bosque siempreverde piemontano del Parque Nacional Llanganates. La distribución en el perfil vertical del presente trabajo coincide con Zambrano (2020) en el bosque siempreverde piemontano del cantón Carlos Julio Arosemena Tola (Napo - Ecuador); que en su estudio registró el mayor número de individuos en el estrato bajo con 165 árboles y en el estrato medio con 131 individuos.

Blaser y Camacho (1991) mencionan que los bosques siempreverdes poseen la característica de presentar la mayor cantidad de individuos tanto en el estrato medio como en el estrato bajo, debido a que en este tipo de ecosistemas suelen dominar familias como Moraceae, Sapotaceae y Arecaceae.

Figura 5

Clasificación de especies por estrato en el bosque siempreverde piemontano Cachaco



Se determinó que la altura máxima que alcanzaron los individuos fue de 27 m; según el sistema de clasificación IUFRO (Leibundgut, 1958), donde se establecieron tres estratos con base a la altura máxima como se indica en la Tabla 5.

Tabla 5

Distribución de las especies por estratos en el bosque siempreverde piemontano del sector Cachaco

Estratos	Rango (m)	N° Individuos	Porcentaje
Bajo	5-9	48	21,71%
Medio	10-18	128	57,92%
Alto	19-27	45	20,36%
Total		221	100

El estrato que predomina se conforma por valores que van de 10 m a 18 m de altura. Dentro del cual existen 26 especies distintas, sin embargo, la que tuvo mayor representatividad fue *Cupania cinerea* demostrándose que tiene una distribución vertical continua. Hartshorn (1980) argumenta que son varios los factores que actúan dentro de la adaptación de los individuos a un ecosistema nuevo y estos son: luz solar, apertura de claros y su escape. Compartiendo su criterio se determinó que la capacidad de adaptación, tanto a condiciones ambientales como antrópicas de

Cupania cinerea es importante para su asentamiento dentro del ecosistema de bosque siempreverde piemontano de Cachaco.

3.3 Índices de Diversidad

El índice de Shannon fue de 3; dato que demuestra que el área de estudio cuenta con una diversidad alta según Aguirre (2013). Según García (2014) el índice de diversidad de Shannon se encuentra en un rango que va del uno al cinco, debido a ello se determinó que el bosque siempreverde piemontano de Cachaco tiene una diversidad alta.

El valor del índice de diversidad de Simpson fue de 0,94, lo cual indica que la diversidad del bosque de Cachaco es alta. Smith (2007) menciona que, dentro del índice de Simpson, una comunidad es más diversa al encontrarse con valores cercanos al número uno, información con la cual se reitera que en el presente estudio la diversidad del bosque es alta.

En cuanto al índice de Pielou su valor fue de 0,90 lo cual indica que el bosque posee una distribución uniforme. Ipiates (2022) señala que al haber registrado un valor de 0,82 la diversidad del bosque en estudio fue alta, por ello, el índice de Pielou también ratificó que la diversidad del bosque siempreverde piemontano de Cachaco es alta.

Los índices de diversidad analizados en el presente estudio son ligeramente superiores en cuanto a los índices obtenidos por Ipiates (2022) y por Chiza (2023); este estudio también difiere con los resultados obtenidos por Reyes (2018) ya que su valor en cuanto al índice de diversidad de Shannon fue de 0,98, definiendo a su área de estudio con una diversidad baja. Esta comparación permitió que las investigaciones se realicen dentro de bosques siempreverdes piemontanos. Por ello también se determinó que los factores que influyen en el incremento de la diversidad florística pueden ser las condiciones del sitio como: altitud, precipitación, temperatura y humedad.

3.4 Índice de Valor de Importancia (IVI)

En el presente estudio se demostró que en cada estrato el mayor porcentaje del IVI se encuentra en distintas especies, es decir, que *Iriartea deltoidea* con el 53,19%, *Cupania cinerea* con el 41,07% y *Brosimum utile* con el 61,93% son las especies arbóreas más representativas en los estratos bajo, medio y alto respectivamente; las mismas que pertenecen a las familias Arecaceae, Sapindaceae y Moraceae.

Los resultados de la presente investigación concuerdan con el registro realizado por Ramírez & Naranjo (2009) quienes encontraron que una de las especies ecológicamente más importantes fue *Iriartea deltoidea* ya que tiene uno de los IVI más alto de los individuos, sin embargo, difieren con la investigación de Aguirre et al. (2018) puesto que, en San Andrés (Zamora Chinchipe – Ecuador) registraron a: *Alchornea glandulosa*, *Calyptranthes sp.* y *Nectandra lineatifolia* como las especies ecológicamente más importantes.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

La estructura horizontal del bosque fue representada por una “J invertida” lo cual, corresponde a una estructura disetánea, debido a que los individuos se encuentran distribuidos en todas las clases diamétricas. La estructura vertical muestra una notable diferenciación de especies en cada estrato, donde predomina el estrato medio.

Una vez realizados los índices de Shannon, Simpson y Pielou se determina que la diversidad florística del bosque siempreverde piemontano del sector Cachaco es alta.

4.2 Recomendaciones

Promover investigaciones en relación a aspectos como la diversidad florística, fenología de especies ecológicamente importantes y estudios acerca de la composición florística de los ecosistemas boscosos del Ecuador.

Utilizar los resultados de la presente investigación como información para futuros trabajos académicos dentro de la prestigiosa academia de la carrera de Ingeniería Forestal y también hacer uso del mismo para el desarrollo de investigaciones secuenciales.

Referencias Bibliográficas:

- Acosta, S., Flores, A., Saynes, A., Aguilar, R., & Manzanero, G. (2003). Vegetación y flora de una zona semiárida de la cuenca alta del río Tehuantepec, Oaxaca, México. *Polibotánica*, (16), 125-152. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62101607>
- Aguirre Mendoza, Z., Celi Delgado, H., & Herrera Herrera, C. (2018). Estructura y composición florística del bosque siempreverde montano bajo de la parroquia San Andrés, cantón Chinchipe, provincia de Zamora Chinchipe, Ecuador. *Arnaldoa*, 25(3), 923-938.
- Aguirre Mendoza, Z., Reyes Jiménez, B., Quizhpe Coronel, W., & Cabrera, A. (2017). Composición florística, estructura y endemismo del componente leñoso de un bosque montano en el sur del Ecuador. *Arnaldoa*, 24(2), 543-556.
- Aguirre, Z. (2013). Guía de metodos para medir la biodiversidad. Universidad de Loja.
- Alvis Gordo, J. F. (2009). Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayán. *Bioteología en el sector Agropecuario y Agroindustrial*, 7(1), 115-122.
- Biogeography,29,1159,1165./evalucaion%20de%20ecosistemas%20boscosos%20%20Rafael%20vargas%20y%20Omar%20mel.pdf.<<https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb/RegionesNaturales>> Consulta: 31 de enero 2019.53. 10.36436/24223484.181
- Blaser, J., & Camacho, M. (1991). Estructura, composición y aspectos silviculturales de un bosque de roble (*Quercus* spp.) del bosque siempreverde piso montano (Vol. 185). CATIE.
- Calzadilla-Tomianovich, M. H., & Cayola, L. (2006). Estructura y composición florística de un bosque amazónico de pie de monte, Área Natural de Manejo Integrado Madidi, La Paz-Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 41(2), 117-129.
- Campo, A. M., & Duval, V. S. (2014). Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural: Parque Nacional Lihué Calel (Argentina).
- Cano, A., & Stevenson, P. R. (2009). Diversidade e composição floral de três tipos de bosques na estação biológica Caparú, Vaupés. *Colombia forestal*, 12(1), 63-80.
- Caranqui, J., Haro, W., & Palacios, C. (2016). ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE UN BOSQUE SIEMPREVERDE PIEMONTANO DE CHILICAY, CHIMBORAZO, CUMANDÁ.

- Cedeño Fuentes, D. B. (2017). Composición florística y estructura del bosque en la estación experimental tropical Pichilingue del INIAP, ubicado en el cantón Mocache, Provincia de Los Ríos.
- Chimarro Cumbal, J. C. (2021). Composición florística y estructura del bosque seco, comunidad El Rosal, La Concepción, Mira (Bachelor's thesis).
- Chimarro Cumbal, J. C., Cué García, J. L., Arcos Unigarro, C. R., & Paredes Rodríguez, H.
- Chiza Gamboa, Y. S. (2023). Análisis de la composición florística y estructural del bosque secundario de la Reserva Mindo Lindo, Pichincha, Ecuador (Bachelor's thesis).
- Choque Ajata, D. (2007). Composición florística y uso tradicional de especies en el bosque seco PN y ANMI Madidi, Apolo, provincia, Franz Tamayo (Doctoral dissertation).
- Donoso, C., Grez, R., Escobar, B., & Real, P. (1984). Estructura y dinámica de bosques del Tipo Forestal Siempreverde en un sector de Chiloé insular. *Bosque*, 5(2), 82-104.
- Dueñas, H., & Garate, J. (2018). Diversidad, dominancia y distribución arbórea en Madre de Dios, Perú. *Revista Forestal de Perú*, 33, 4-23.
- Escobar, N. (2013). Diagnóstico de la composición florística asociada a actividades agropecuarias en el cerro Quinini. Colombia: Universidad de Cundinamarca, 1, 34-
- FAO. (2014). Evaluación de los recursos forestales mundiales 2015. 1(1), 145.
- Ferreira de Carvalho, E., & Ramón Fernández, F. (2015). La definición jurídica de bosque. *Montes*, (119), 24-29.
- 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>
- García García, D. F. (2014). Composición y estructura florística del bosque de neblina montano, del sector " San Antonio de la Montaña", cantón Baños, provincia de Tungurahua (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).
- García García, S. A., Alanís Rodríguez, E., Aguirre Calderón, O. A., Treviño Garza, E. J., & Graciano Ávila, G. (2020). Regeneration and vertical structure of a *Pseudotsuga menziesii*. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 11(58), 92-111.

- Guaman, T. G. R., & Lozano, D. (2024). Diversidad florística y estructura de la regeneración natural del bosque piemontano con intervención de manejo forestal en el sur de Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 14(1), 105-122.
- Hartshorn, G. S. (1980). Neotropical Forest Dynamics. *Biotropica*, 12(2), 23-30. <https://doi.org/10.2307/2388152>
- Hernández-Cruz, M. J., Koch-Olt, S. D., Pulido-Salas, M. T. P., Luna-Cavazos, M., & García-Villanueva, E. (2016). Estudio florístico del cerro Metecatl, del complejo montañoso Tetzcutzingo, Texcoco, Estado de México, México. *Botanical Sciences*, 94(2), 377-392.
- Ipiates Guamán, S. B. (2022). Análisis de estructura y composición florística del bosque siempre verde montano bajo de la estación experimental La Favorita (Bachelor's thesis).
- Jiménez, J., Aguirre, O., & Kramer, H. (2001). Análisis de la estructura horizontal y vertical en un ecosistema multicohortal de pino-encino en el norte de México. *Investigaciones Agrarias: Sistema de Recursos Forestales*, 10(2), 355-366.
- Jiménez, L., Capa-Mora, D., Quichimbo, P., Mezquida, E. T., Benito Capa, M., & Rubio Sánchez, A. (2016). Influencia de las características ambientales en la composición florística de un bosque siempreverde piemontano. *Bosques Latitud Cero*, 6(2).
- Jiménez, L., Gusmán, J., Capa-Mora, D., Quichimbo, P., Mezquida, E. T., Benito, M., & Rubio, A. (2017). Riqueza y diversidad vegetal en un bosque siempreverde piemontano en los Andes del sur del Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 7(1), 17-29.
- Kessler, M. (2002). The elevational gradient of Andean plant endemism: varying influences
- Leibundgut, H. 1958. Empfehlungen für die baumklassenbildung und methodik bei versuchen über die wirkung von waldplegemaßnahmen. In IUFRO Congress (12th Oxford, UK). Proceedings. Oxford, UK, Forestry Commission. Vol. 2, Sec. 23:10
- López Vargas, L. E., Becoche Mosquera, J. M., Macías Pinto, D. J., Ruiz Montoya, K., Velasco Reyes, A., & Pineda, S. (2015). Estructura y composición florística de la reserva forestal-Institución Educativa Cajete, Popayán (Cauca). *Luna azul*, (41), 131- 151.

- López, 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.
- MAE. (2013). Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental (Vol. 1).
- Manzanero, M. (2003). Documento preparado para técnicos forestales comunitarios (Documento tomado del taller “Plan de monitoreo continuo” en unidades de manejo comunitarias)
- Manzanero, M., & Pinelo, G. (2004). Plan silvicultural en unidades de manejo forestal. Fondo Mundial para la Naturaleza & PROARCA. San Francisco de Dos Ríos.
- Manzano Miranda, J. D., & Valdez Silva, R. A. (2018). Estructura y composición florística del bosque siempreverde piemontano como bases ecológicas para la restauración de la zona alta de las microcuenca del Río Puyo (Bachelor's thesis, Universidad Estatal Amazónica).
- Martella, M. B., Trumper, E., Bellis, L. M., Renison, D., Giordano, P. F., Bazzano, G., & Gleiser, R. M. (2012). Manual de Ecología. Poblaciones: Introducción a las técnicas para el estudio de las poblaciones silvestres. *Reduca (Biología)*, 5(1).
- 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
- Mendoza, Z. A. (2013). Guía de métodos para medir la biodiversidad. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Loja. *Loja-Ecuador*, 37(6), 82.
- Minga Ochoa, N. (2016). Aportes de la agroecolog [ia campesina. Monge-Nájera, J. (2001).
- Mohandass, D., Campbell, M. J., & Davidar, P. (2018). Impact of patch size on woody tree species richness and abundance in a tropical montane evergreen forest patches of south India. *Journal of Forestry Research*, 29, 1675-1687.
- Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad: Vol. 1. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe de UNESCO y Sociedad Entomológica Aragonesa. Serie Manuales y Tesis SEA. 84 p.

Revista de Biología Tropical, 49(3-4), 1300-1302. LEISA-Ed. Especial: Agroecología y Los Objetivos de Desarrollo Sostenible, 36-46.

O. (2023). Diversidad florística y estructura del bosque seco en el norte del Ecuador. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 11(2).

Octavo, E. (1994). *Análisis estructural de la vegetación*. Bogotá: Sánchez y Castaño ed.

of taxon specific traits and topography at different taxonomic level. *Journal of*

Ortiz, V. R. (2013). *ESTRUCTURA, DINÁMICA Y TENDENCIAS SUCESIONALES EN UN BOSQUE DE ROBLE Y HAYA DE LA CORNISA CANTÁBRICA* (Doctoral dissertation, UNIVERSIDAD DE OVIEDO).

Paredes, H. (2018). Diagnóstico de la finca denominada Ciudad de Gubbio. <file:///C:/Users/Downloads/DIAGNOSTICO%20DE%20LA%20FINCA%20DENOMINADA.1.pdf>

Paredes Ulloa, C. O., Ferro Díaz, J., & Lozano Carpio, P. (2020). Estructura arbórea en el bosque secundario de la Estación Biológica Pindo Mirador, Pastaza, Ecuador. *Arnaldoa*, 27(2), 535-552.

Patiño, J., Lozano, P., Tipán, C., Navarrete, H., López, R., Asanza, M., & Torres, B. (2015). Composición florística y estructura de un bosque siempreverde piemontano de 600 a 700 m snm en la cuenca del río Piatúa, Napo, Ecuador. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*, 4(2), 166-214.

Posada, G. (2016). *Elementos básicos de estadística descriptiva para el análisis de datos*. Funlam.

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. Quito-Ecuador: Subsecretaría de Patrimonio Natural.

Ramírez, T., & Naranjo, E. (2009). *Composición Florística, Estructura y Estado de Conservación del Bosque Nativo de la Quinta El Padmi, Provincia De Zamora Chinchipe* (Doctoral dissertation, Tesis previa la obtención el Título de Ingeniero Forestal).

Remmert, H. (1991). *El concepto de ciclo mosaico de los ecosistemas. Estudios ecológicos. Análisis y síntesis*. Berlín-Heidelberg: Springer, 1-21.

- Rodríguez, H. (20 de marzo de 2019). Bosques: ecosistemas imprescindibles para el planeta. National Geographic España. https://www.nationalgeographic.com.es/naturaleza/bosques-ecosistemasimprescindibles-para-planeta_14041
- Romero Chuquilín, W. Y. (2019). Diversidad, composición florística y estructura de los relictos boscosos de Ramírez y El Mirador, distrito de Chugur, Hualgayoc.
- Ron, S. R. 2020. Regiones naturales del Ecuador. BOWEB. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Disponible en
- Sabogal, C., Carrera, F., Colán, V., Pokorny, B., & Louman, B. (2004). Manual para la planificación y evaluación del manejo forestal operacional en bosques de la Amazonía Peruana.
- Samaniego Guzmán, E. O. (2015). Líneas estratégicas para el manejo del bosque siempreverde premontano en la estribación oriental del Parque Nacional Llanganates, Ecuador (Doctoral dissertation, Universidad de Pinar del Río " Hermanos Saíz Montes de Oca". Facultad de Forestal y Agronomía. Centro de Estudios Forestales).
- Smith, R., & Smith, T. (2007). Ecología: comunidades. Eds. Capella, F, 4, 350-356.
- Smith, T. M. y Smith, R. L. (2007). Ecología. (6ª ed). Pearson Education.
- Sonco Suri, R. (2013). Estudio de la diversidad alfa (α) y beta (β) en tres localidades del bosque montano en la región de Madidi, La Paz-Bolivia (Doctoral dissertation).
- 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>
- Torres, L., Sánchez, J., & Jimenez, J. (1999). Análisis estructural de un ecosistema forestal de *PinusQuercus* en la Sierra Madre Oriental. *Revista Mexicana De Ciencias Forestales*, 31(100). <http://cienciasforestales.inifap.gob.mx/index.php/forestales/article/view/836>
- Whittaker, R. H. (1960). Vegetation of the Siskiyou mountains, Oregon and California. *Ecological monographs*, 30(3), 279-338.
- Zambrano Palma, J. V. (2020). Diversidad estructura y concentración de carbono en un bosque siempre verde piemontano de 800 a 900 m snm en la Amazonia Ecuatoriana.

Anexos

Tabla 6

Inventario de las especies identificadas en Cachaco

#SUB PARCEL A	#ÁRBO L	CA P [m]	DAP [m]	ALTU RA [m]	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	OBSERVACIONES
1	1	32	10,19	14	Malvaceae	Trichospermum	<i>Trichospermum galeottii</i>	
3	1	102	32,47	25	Combretaceae	Terminalia	<i>Terminalia amazonia</i>	
6	6	112	35,65	23	Moraceae	Brosimum	<i>Brosimum utile</i>	
6	5	62	19,74	20	Fabaceae	Parkia	<i>Parkia balslevii</i>	
6	2	138	43,93	15	Fabaceae	Mimosa	<i>Mimosa sp.</i>	
6	7	74	23,55	13	Burseraceae	Bursera	<i>Bursera copallifera</i>	
6	3	48	15,28	12	Malvaceae	Pseudobombax	<i>Pseudobombax septenatum</i>	
6	9	75	23,87	11	Rubiaceae	Palicourea	<i>Palicourea lineata</i>	
6	1	64	20,37	10	Fabaceae	Mimosa	<i>Mimosa sp.</i>	
6	4	38	12,10	7	Moraceae	Brosimum	<i>Brosimum utile</i>	
6	8	79	25,15	6	Fabaceae	Mimosa	<i>Mimosa sp.</i>	
7	4	120	38,20	12	Fabaceae	Mimosa	<i>Mimosa sp.</i>	
7	1	95	30,24	12	Sapindaceae	Cupania	<i>Cupania cinerea</i>	
7	5	47	14,96	12	Salicaceae	Banara	<i>Banara guianensis</i>	
7	3	58	18,46	11	Salicaceae	Banara	<i>Banara guianensis</i>	
7	2	77	24,51	7	Sapindaceae	Cupania	<i>Cupania cinerea</i>	
8	3	47	14,96	13	Urticaceae	Cecropia	<i>Cecropia telenitida</i> <i>Cuatrec.</i>	
8	2	51	16,23	10	Salicaceae	Banara	<i>Banara guianensis</i>	
8	4	49	15,60	10	Sapindaceae	Cupania	<i>Cupania cinerea</i>	
8	1	49	15,60	8	Salicaceae	Banara	<i>Banara guianensis</i>	
9	2	83	26,42	20	Sapindaceae	Cupania	<i>Cupania cinerea</i>	
9	4	54	17,19	18	Salicaceae	Banara	<i>Banara guianensis</i>	
9	5	130	41,38	15	Sapindaceae	Cupania	<i>Cupania cinerea</i>	
9	3	77	24,51	15	Sapindaceae	Cupania	<i>Cupania cinerea</i>	
9	1	38	12,10	5	Sapindaceae	Cupania	<i>Cupania cinerea</i>	
10	5	142	45,20	20	Moraceae	Brosimum	<i>Brosimum utile</i>	
10	9	113	35,97	20	Sapindaceae	Cupania	<i>Cupania cinerea</i>	
10	10	89	28,33	20	Sapindaceae	Cupania	<i>Cupania cinerea</i>	
10	4	111	35,33	19	Sapindaceae	Cupania	<i>Cupania cinerea</i>	
10	6	90	28,65	18	Sapindaceae	Cupania	<i>Cupania cinerea</i>	
10	7	88	28,01	18	Sapindaceae	Cupania	<i>Cupania cinerea</i>	
10	13	51	16,23	18	Salicaceae	Banara	<i>Banara guianensis</i>	

10	12	48	15,28	17	Salicaceae	Banara	<i>Banara guianensis</i>	
#SUB PARCEL A	#ÁRBO L	CA P [m]	DAP [m]	ALTU RA [m]	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	OBSERVACIONES
10	14	42	13,37	17	Salicaceae	Banara	<i>Banara guianensis</i>	
10	8	75	23,87	16	Sapindaceae	Cupania	<i>Cupania cinerea</i>	
10	3	38	12,10	15	Fabaceae	Parkia	<i>Parkia balslevii</i>	
10	1	78	24,83	13	Salicaceae	Banara	<i>Banara guianensis</i>	
10	2	62	19,74	12	Sapindaceae	Cupania	<i>Cupania cinerea</i>	
10	16	43	13,69	12	Salicaceae	Banara	<i>Banara guianensis</i>	
10	11	36	11,46	8	Salicaceae	Banara	<i>Banara guianensis</i>	
10	15	38	12,10	7	Salicaceae	Banara	<i>Banara guianensis</i>	
11	8	92	29,28	25	Moraceae	Brosimum	<i>Brosimum utile</i>	
11	7	115	36,61	20	Burseraceae	Bursera	<i>Bursera copallifera</i>	
11	9	90	28,65	20	Moraceae	Brosimum	<i>Brosimum utile</i>	
11	4	86	27,37	18	Moraceae	Maclura	<i>Maclura tinctoria</i>	
11	2	85	27,06	18	Sapindaceae	Cupania	<i>Cupania cinerea</i>	
11	5	38	12,10	17	Malvaceae	Trichospermum	<i>Trichospermum galeottii</i>	
11	1	76	24,19	15	Sapindaceae	Cupania	<i>Cupania cinerea</i>	
11	14	67	21,33	15	Sapindaceae	Cupania	<i>Cupania cinerea</i>	
11	11	50	15,92	15	Salicaceae	Banara	<i>Banara guianensis</i>	
11	12	68	21,65	14	Sapindaceae	Cupania	<i>Cupania cinerea</i>	
11	6	37	11,78	14	Sapindaceae	Cupania	<i>Cupania cinerea</i>	
11	10	60	19,10	13	Sapindaceae	Cupania	<i>Cupania cinerea</i>	
11	3	43	13,69	12	Salicaceae	Banara	<i>Banara guianensis</i>	
11	13	37	11,78	12	Salicaceae	Banara	<i>Banara guianensis</i>	
12	10	66	21,01	22	Fabaceae	Parkia	<i>Parkia balslevii</i>	
12	7	96	30,56	20	Arecaceae	Iriartea	<i>Iriartea deltoidea</i>	
12	11	70	22,28	18	Lecythidaceae	Grias	<i>Grias neuberthii</i>	
12	6	55	17,51	16	Arecaceae	Iriartea	<i>Iriartea deltoidea</i>	
12	8	67	21,33	15	Moraceae	Pseudolmedia	<i>Pseudolmedia spuria</i>	
12	4	52	16,55	15	Arecaceae	Iriartea	<i>Iriartea deltoidea</i>	
12	9	52	16,55	15	Moraceae	Ficus	<i>Ficus costaricana</i>	
12	5	46	14,64	15	Arecaceae	Iriartea	<i>Iriartea deltoidea</i>	
12	2	68	21,65	13	Sapindaceae	Cupania	<i>Cupania cinerea</i>	
12	12	50	15,92	10	Lecythidaceae	Grias	<i>Grias neuberthii</i>	
12	1	43	13,69	10	Salicaceae	Banara	<i>Banara guianensis</i>	
12	3	36	11,46	10	Salicaceae	Banara	<i>Banara guianensis</i>	
13	9	87	27,69	20	Melastomataceae	Miconia	<i>Miconia hymenanthera</i>	

#SUB PARCELA	#ÁRBOL	CAP [m]	DAP [m]	ALTURA [m]	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	OBSERVACIONES
13	7	111	35,33	18	Rubiaceae	Palicourea	<i>Palicourea lineata</i>	
13	1	88	28,01	18	Sapindaceae	Cupania	<i>Cupania cinerea</i>	
13	6	97	30,88	16	Moraceae	Brosimum	<i>Brosimum utile</i>	
13	8	107	34,06	15	Rubiaceae	Palicourea	<i>Palicourea lineata</i>	
13	5	70	22,28	15	Moraceae	Brosimum	<i>Brosimum utile</i>	
13	4	70	22,28	13	Melastomata ceae	Miconia	<i>Miconia hymenanthera</i>	
13	3	42	13,37	12	Ericaceae	Arbutus	<i>Arbutus unedo</i>	
13	2	55	17,51	8	Sapindaceae	Cupania	<i>Cupania cinerea</i>	
14	4	88	28,01	21	Lauraceae	Ocotea	<i>Ocotea veraguensis</i>	
14	2	106	33,74	20	Malvaceae	Apeiba	<i>Apeiba membranacea</i>	
14	3	140	44,56	19	Fabaceae	Parkia	<i>Parkia balslevii</i>	
14	1	60	19,10	16	Malvaceae	Apeiba	<i>Apeiba membranacea</i>	
15	4	95	30,24	27	Lauraceae	Ocotea	<i>Ocotea veraguensis</i>	
15	3	132	42,02	24	Malvaceae	Apeiba	<i>Apeiba membranacea</i>	
15	15	90	28,65	24	Lauraceae	Ocotea	<i>Ocotea veraguensis</i>	
15	13	120	38,20	23	Moraceae	Brosimum	<i>Brosimum utile</i>	
15	5	112	35,65	21	Rubiaceae	Palicourea	<i>Palicourea lineata</i>	
15	14	110	35,01	21	Moraceae	Brosimum	<i>Brosimum utile</i>	
15	2	60	19,10	20	Malvaceae	Apeiba	<i>Apeiba membranacea</i>	
15	16	65	20,69	17	Malvaceae	Apeiba	<i>Apeiba membranacea</i>	
15	6	60	19,10	17	Malvaceae	Apeiba	<i>Apeiba membranacea</i>	
15	12	51	16,23	17	Malvaceae	Pseudobombax	<i>Pseudobombax septenatum</i>	
15	11	50	15,92	17	Malvaceae	Pseudobombax	<i>Pseudobombax septenatum</i>	
15	8	61	19,42	16	Malvaceae	Apeiba	<i>Apeiba membranacea</i>	
15	1	66	21,01	15	Malvaceae	Apeiba	<i>Apeiba membranacea</i>	
15	10	50	15,92	15	Malvaceae	Pseudobombax	<i>Pseudobombax septenatum</i>	
15	18	45	14,32	14	Sapindaceae	Cupania	<i>Cupania cinerea</i>	
15	17	54	17,19	13	Sapindaceae	Cupania	<i>Cupania cinerea</i>	
15	9	50	15,92	13	Malvaceae	Apeiba	<i>Apeiba membranacea</i>	
15	7	48	15,28	13	Malvaceae	Apeiba	<i>Apeiba membranacea</i>	
16	2	144	45,84	25	Combretaceae	Terminalia	<i>Terminalia amazonia</i>	
16	1	125	39,79	23	Combretaceae	Terminalia	<i>Terminalia amazonia</i>	
16	3	86	27,37	19	Moraceae	Brosimum	<i>Brosimum utile</i>	
16	10	100	31,83	15	Moraceae	Brosimum	<i>Brosimum utile</i>	
16	13	89	28,33	13	Clusiaceae	Garcinia	<i>Garcinia forbesii</i>	

#SUB PARCEL A	#ÁRBO L	CA P [m]	DAP [m]	ALTU RA [m]	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	OBSERVACIONES
16	7	85	27,06	13	Moraceae	Brosimum	<i>Brosimum utile</i>	
16	12	45	14,32	12	Arecaceae	Iriartea	<i>Iriartea deltoidea</i>	
16	11	56	17,83	11	Burseraceae	Bursera	<i>Bursera copallifera</i>	
16	8	64	20,37	10	Moraceae	Pseudolmedia	<i>Pseudolmedia spuria</i>	
16	4	42	13,37	9	Combretaceae	Terminalia	<i>Terminalia amazonia</i>	
16	5	78	24,83	7	Urticaceae	Cecropia	<i>Cecropia telenitida</i> Cuatrec.	
16	6	45	14,32	7	Moraceae	Clarisia	<i>Clarisia racemosa</i>	
16	9	46	14,64	6	Arecaceae	Iriartea	<i>Iriartea deltoidea</i>	
17	4	109	34,70	23	Clusiaceae	Garcinia	<i>Garcinia forbesii</i>	
17	11	65	20,69	17	Clusiaceae	Garcinia	<i>Garcinia forbesii</i>	
17	1	87	27,69	15	Burseraceae	Bursera	<i>Bursera copallifera</i>	
17	14	79	25,15	14	Burseraceae	Bursera	<i>Bursera copallifera</i>	
17	10	70	22,28	14	Clusiaceae	Garcinia	<i>Garcinia forbesii</i>	
17	9	65	20,69	13	Clusiaceae	Garcinia	<i>Garcinia forbesii</i>	
17	12	54	17,19	11	Rubiaceae	Coussarea	<i>Coussarea macrophylla</i>	
17	13	41	13,05	10	Arecaceae	Iriartea	<i>Iriartea deltoidea</i> <i>Cecropia telenitida</i> Cuatrec.	
17	5	69	21,96	9	Urticaceae	Cecropia	<i>Cecropia telenitida</i> Cuatrec.	
17	6	66	21,01	8	Lecythidaceae	Grias	<i>Grias neubertii</i>	
17	2	47	14,96	8	Arecaceae	Iriartea	<i>Iriartea deltoidea</i>	
17	3	49	15,60	7	Arecaceae	Iriartea	<i>Iriartea deltoidea</i>	
17	7	47	14,96	7	Arecaceae	Iriartea	<i>Iriartea deltoidea</i>	
17	8	51	16,23	5	Clusiaceae	Garcinia	<i>Garcinia forbesii</i>	
18	13	164	52,20	24	Clusiaceae	Garcinia	<i>Garcinia forbesii</i>	
18	8	93	29,60	20	Urticaceae	Cecropia	<i>Cecropia telenitida</i> Cuatrec.	
18	1	77	24,51	18	Burseraceae	Bursera	<i>Bursera copallifera</i>	
18	5	78	24,83	15	Ericaceae	Arbutus	<i>Arbutus unedo</i>	
18	12	62	19,74	12	Lauraceae	Ocotea	<i>Ocotea racemosa</i>	
18	10	60	19,10	12	Lauraceae	Ocotea	<i>Ocotea racemosa</i>	
18	11	65	20,69	11	Urticaceae	Cecropia	<i>Cecropia telenitida</i> Cuatrec.	
18	4	62	19,74	11	Burseraceae	Bursera	<i>Bursera copallifera</i>	
18	3	45	14,32	10	Moraceae	Clarisia	<i>Clarisia racemosa</i>	
18	2	48	15,28	8	Clusiaceae	Garcinia	<i>Garcinia forbesii</i>	
18	6	43	13,69	8	Lecythidaceae	Grias	<i>Grias neubertii</i>	
18	7	51	16,23	7	Arecaceae	Iriartea	<i>Iriartea deltoidea</i>	
18	9	43	13,69	7	Arecaceae	Iriartea	<i>Iriartea deltoidea</i>	
19	3	96	30,56	25	Lauraceae	Ocotea	<i>Ocotea veraguensis</i>	

#SUB PARCEL A	#ÁRBO L	CA P [m]	DAP [m]	ALTU RA [m]	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	OBSERVACIONES
19	15	109	34,70	18	Moraceae	Brosimum	<i>Brosimum utile</i>	
19	13	100	31,83	15	Clusiaceae	Garcinia	<i>Garcinia forbesii</i>	
19	8	72	22,92	12	Urticaceae	Cecropia	<i>Cecropia telenitida</i> <i>Cuatrec.</i>	
19	2	60	19,10	12	Burseraceae	Bursera	<i>Bursera copallifera</i>	
19	7	62	19,74	11	Burseraceae	Bursera	<i>Bursera copallifera</i>	
19	5	48	15,28	10	Lauraceae	Ocotea	<i>Ocotea racemosa</i>	
19	16	45	14,32	10	Moraceae	Pseudolmedia	<i>Pseudolmedia spuria</i>	
19	11	79	25,15	8	Moraceae	Clarisia	<i>Clarisia racemosa</i>	
19	14	47	14,96	8	Moraceae	Pseudolmedia	<i>Pseudolmedia spuria</i>	
19	4	42	13,37	8	Arecaceae	Iriartea	<i>Iriartea deltoidea</i>	
19	1	54	17,19	7	Burseraceae	Bursera	<i>Bursera copallifera</i>	
19	12	37	11,78	7	Moraceae	Pseudolmedia	<i>Pseudolmedia spuria</i>	
19	9	45	14,32	6	Lecythydaceae	Grias	<i>Grias neuberthii</i>	
19	10	41	13,05	6	Lecythydaceae	Grias	<i>Grias neuberthii</i>	
19	6	34	10,82	5	Lecythydaceae	Grias	<i>Grias neuberthii</i>	
20	1	90	28,65	23	Lauraceae	Ocotea	<i>Ocotea veraguensis</i>	
20	6	47	14,96	13	Arecaceae	Iriartea	<i>Iriartea deltoidea</i>	
20	5	44	14,01	12	Arecaceae	Iriartea	<i>Iriartea deltoidea</i>	
20	4	57	18,14	10	Lecythydaceae	Grias	<i>Grias neuberthii</i>	
20	2	48	15,28	9	Moraceae	Pseudolmedia	<i>Pseudolmedia spuria</i>	
20	3	51	16,23	8	Moraceae	Clarisia	<i>Clarisia racemosa</i>	
21	10	122	38,83	23	Lauraceae	Ocotea	<i>Ocotea revoluta</i>	
21	1	140	44,56	20	Burseraceae	Bursera	<i>Bursera copallifera</i>	
21	4	180	57,30	18	Burseraceae	Bursera	<i>Bursera copallifera</i>	
21	5	70	22,28	14	Malvaceae	Sterculia	<i>Sterculia pruriens</i>	
21	2	113	35,97	13	Lecythydaceae	Grias	<i>Grias neuberthii</i>	
21	9	54	17,19	12	Urticaceae	Cecropia	<i>Cecropia telenitida</i> <i>Cuatrec.</i>	
21	11	54	17,19	11	Arecaceae	Iriartea	<i>Iriartea deltoidea</i>	
21	6	76	24,19	10	Urticaceae	Cecropia	<i>Cecropia telenitida</i> <i>Cuatrec.</i>	
21	7	54	17,19	10	Moraceae	Pseudolmedia	<i>Pseudolmedia spuria</i>	
21	3	44	14,01	8	Ericaceae	Arbutus	<i>Arbutus unedo</i>	
21	8	47	14,96	7	Burseraceae	Bursera	<i>Bursera copallifera</i>	
22	5	186	59,21	20	Clusiaceae	Garcinia	<i>Garcinia forbesii</i>	
22	4	84	26,74	19	Lauraceae	Ocotea	<i>Ocotea veraguensis</i>	
22	10	45	14,32	19	Arecaceae	Iriartea	<i>Iriartea deltoidea</i>	
22	7	52	16,55	18	Moraceae	Pseudolmedia	<i>Pseudolmedia spuria</i>	

#SUB PARCEL A	#ÁRBO L	CA P [m]	DAP [m]	ALTU RA [m]	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	OBSERVACIONES
22	9	102	32,47	15	Moraceae	Brosimum	<i>Brosimum utile</i>	
22	1	79	25,15	15	Malvaceae	Sterculia	<i>Sterculia pruriens</i>	
22	8	69	21,96	13	Moraceae	Clarisia	<i>Clarisia racemosa</i>	
22	3	58	18,46	12	Moraceae	Clarisia	<i>Clarisia racemosa</i>	
22	6	58	18,46	10	Clusiaceae	Garcinia	<i>Garcinia forbesii</i>	
22	11	49	15,60	10	Moraceae	Clarisia	<i>Clarisia racemosa</i>	
22	2	42	13,37	8	Lecythidaceae	Grias	<i>Grias neubertii</i>	
23	4	96	30,56	24	Lauraceae	Ocotea	<i>Ocotea veraguensis</i>	
23	2	80	25,46	23	Lauraceae	Ocotea	<i>Ocotea veraguensis</i>	
23	3	106	33,74	21	Urticaceae	Cecropia	<i>Cecropia telenitida</i> <i>Cuatrec.</i>	
23	5	46	14,64	14	Burseraceae	Bursera	<i>Bursera copallifera</i>	
23	1	78	24,83	12	Moraceae	Ficus	<i>Ficus costaricana</i>	
23	6	50	15,92	9	Lecythidaceae	Grias	<i>Grias neubertii</i>	
23	7	46	14,64	8	Moraceae	Ficus	<i>Ficus costaricana</i>	
23	8	38	12,10	6	Urticaceae	Cecropia	<i>Cecropia telenitida</i> <i>Cuatrec.</i>	
24	7	152	48,38	22	Moraceae	Ficus	<i>Ficus costaricana</i>	
24	6	74	23,55	20	Moraceae	Castilla	<i>Castilla elastica</i>	
24	8	64	20,37	16	Moraceae	Pseudolmedia	<i>Pseudolmedia spuria</i>	
24	4	64	20,37	15	Moraceae	Ficus	<i>Ficus costaricana</i>	
24	9	46	14,64	14	Lecythidaceae	Grias	<i>Grias neubertii</i>	
24	3	50	15,92	12	Moraceae	Pseudolmedia	<i>Pseudolmedia spuria</i>	
24	11	50	15,92	12	Lecythidaceae	Grias	<i>Grias neubertii</i>	
24	2	42	13,37	7	Arecaceae	Iriartea	<i>Iriartea deltoidea</i>	
24	10	38	12,10	7	Arecaceae	Iriartea	<i>Iriartea deltoidea</i>	
24	5	45	14,32	6	Urticaceae	Cecropia	<i>Cecropia telenitida</i> <i>Cuatrec.</i>	
24	1	37	11,78	6	Urticaceae	Cecropia	<i>Cecropia telenitida</i> <i>Cuatrec.</i>	
25	13	135	42,97	25	Combretaceae	Terminalia	<i>Terminalia amazonia</i>	
25	2	105	33,42	22	Moraceae	Brosimum	<i>Brosimum utile</i>	
25	8	108	34,38	20	Moraceae	Brosimum	<i>Brosimum utile</i>	
25	19	73	23,24	18	Lecythidaceae	Grias	<i>Grias neubertii</i>	
25	14	72	22,92	18	Burseraceae	Bursera	<i>Bursera copallifera</i>	
25	6	71	22,60	18	Moraceae	Brosimum	<i>Brosimum utile</i>	
25	18	72	22,92	17	Lecythidaceae	Grias	<i>Grias neubertii</i>	
25	5	68	21,65	15	Urticaceae	Cecropia	<i>Cecropia telenitida</i> <i>Cuatrec.</i>	
25	20	64	20,37	14	Burseraceae	Bursera	<i>Bursera copallifera</i>	

#SUB PARCELA	#ÁRBOL	CAP [m]	DAP [m]	ALTURA [m]	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	OBSERVACIONES
25	7	46	14,64	14	Arecaceae	Iriartea	<i>Iriartea deltoidea</i>	
25	3	57	18,14	12	Burseraceae	Bursera	<i>Bursera copallifera</i>	
25	17	43	13,69	12	Moraceae	Castilla	<i>Castilla elastica</i>	
25	1	63	20,05	11	Fabaceae	Mimosa	<i>Mimosa sp.</i>	
25	4	41	13,05	10	Malvaceae	Quararibea	<i>Quararibea casasecae</i>	
25	16	37	11,78	9	Moraceae	Ficus	<i>Ficus costaricana</i>	
25	11	45	14,32	8	Lecythydaceae	Grias	<i>Grias neubertii</i>	
25	12	45	14,32	8	Fabaceae	Mimosa	<i>Mimosa sp.</i>	
25	9	42	13,37	8	Compositae	Piptocoma	<i>Piptocoma discolor</i>	
25	15	42	13,37	8	Lauraceae	Ocotea	<i>Ocotea racemosa</i>	
25	10	35	11,14	7	Arecaceae	Iriartea	<i>Iriartea deltoidea</i>	

Tabla 7
Matriz de operacionalización de variables

Denominación	Concepto	Técnica	Instrumento	Tipo de variable según naturaleza del dato	Ecuación – Unidad de medida	Análisis estadístico
Objetivo 1: Caracterizar la estructura horizontal y vertical del bosque en el sector Cachaco.						
Estructura horizontal y vertical del bosque	Es la composición por estratos de las diferentes formaciones vegetales ya sean horizontal o vertical.	La estructura horizontal se determinarán especies hasta 1,30 m del suelo y la estructura vertical se determinarán rangos de alturas utilizando una metodología adaptada.	Binoculares GPS Muestras botánicas fértiles Laboratorio	Cuanti cualitativas	[cm]	Descriptivo
Objetivo 2: Estimar la diversidad florística del bosque siempreverde piemontano en el sector Cachaco.						

Número de individuos	Es el número de árboles por especie y el número de árboles existentes en un área determinada	Esto requiere de un trabajo de campo para cuantificar los árboles en el bosque siempreverde piemontano	Material de transferencia	Cuanti cualitativas	[m]	De carácter no Experimental
Índice de Shannon	Determina la heterogeneidad del bosque	Es el índice representativo de la heterogeneidad	Infostat	Cuantitativo	[m]	No experimental
Índice de Simpson	Determina la diversidad del bosque	Es el índice representativo de la diversidad	Infostat	Cuantitativo	[m]	No experimental
Índice de Pielow	Determina la uniformidad de la abundancia del bosque	Es el índice representativo de la uniformidad de la abundancia	Infostat	Cuantitativo	[J']	No experimental

Figura 6

Fotografía del transporte de materiales



Figura 7

Fotografía de la instalación de 25 subparcelas permanentes

**Figura 8**

Fotografía de la recolección de muestras botánicas



Figura 9

Fotografía del prensado de muestras botánicas

**Figura 10**

Fotografía del montaje y secado de las muestras botánicas

**Figura 11**

Fotografía de la identificación de las muestras botánicas recolectadas

