

Composición Florística y Estructural del Bosque Alto Andino de la Montaña de Duarte,  
en el Municipio de Chiscas, Boyacá (Colombia).

Jhon Edwin Feria Rodríguez  
Albert Jhoan Paredes Arismendi

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero Forestal

Director  
Jorge Andrés Rodríguez Toro  
Ing. Forestal, PhD en Cs. Forestales

Universidad Industrial de Santander  
Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia  
Programa de Ingeniería Forestal  
Málaga  
2017

## Tabla de Contenido

Introducción	19
1. Objetivos	22
1.1.    Objetivo general	22
1.2.    Objetivos específicos	22
2. Materiales y métodos	23
2.1.    Ubicación	23
2.2.    Delimitación	24
2.3.    Condiciones del sitio.	25
2.3.1.    Clima.	25
2.3.2.    Suelo.	25
2.3.3.    Zona de vida.	25
2.4.    Muestreo	26
2.5.    Evaluación de la estructura del bosque	28
2.5.1.    Clasificación de las especies.	28
2.5.2.    Usos.	29
2.5.3.    Composición florística.	29
2.5.4.    Estructura horizontal.	32
2.5.5.    Estructura vertical	33

2.5.6. Alfa diversidad.	34
3. Resultados y discusión.	38
3.1. Ubicación y Delimitación.	38
3.2. Calidad de sitio	40
3.2.1. Precipitación.	40
3.2.2. Temperatura.	41
3.2.3. Altitud.	41
3.2.4. Suelos.	41
3.2.5. Zona de vida.	44
3.3. Muestreo.	44
3.4. Clasificación de las especies	47
3.5. Usos	50
3.6. Composición florística.	50
3.6.1. Índice de valor de importancia (IVI).	50
3.6.2. Índice de importancia ampliado (IIA).	53
3.7. Estructura horizontal.	54
3.7.1. Índice de predominio fisionómico (IPF).	54
3.8. Estructura vertical	56
3.8.1. Índice de posición sociológica.	56
3.8.2. Perfiles de vegetación.	58

3.9. Diversidad alfa	64
4. Conclusiones	65
5. Recomendaciones	66
Referencias Bibliográficas	67
Apéndices	69

### Lista de Tablas

<i>Tabla 1. Valores de estadígrafos del muestreo. ....</i>	45
<i>Tabla 2 Composición florística de fustales del bosque alto andino Montaña de Duarte en el municipio de Chiscas en Boyacá. ....</i>	48
<i>Tabla 3. Composición florística de latizales del bosque Montaña de Duarte en el municipio de Chiscas en Boyacá. ....</i>	49
<i>Tabla 4 Valor de índices que representan el Alfa diversidad del bosque montaña de Duarte en el municipio de Chiscas en Boyacá. ....</i>	64

## Lista de Figuras

Figuras 1. <i>Ubicación geográfica del bosque montaña de Duartes</i> .....	23
Figuras 2. <i>Diagrama para la clasificación de Zonas de Vida o Formas Vegetales del Mundo Holdridge (1987). Ecología basada en zonas de vida: Agroamérica Recuperado de:</i> <i><a href="https://books.google.com.co/books?hl=es&amp;lr=&amp;id=m3Vm2TCjM_MC&amp;oi=fnd&amp;pg=PR9&amp;dq=Ecolog%C3%ADa+basada+en+zonas+de+vida.&amp;ots=oMhDZy2ICN&amp;sig=oOnEDHXBaXiUVzLsieUncZUC2VA&amp;redir_esc=y#v=onepage&amp;q=Ecolog%C3%ADa%20basada%20en%20zonas%20de%20vida.&amp;f=false">https://books.google.com.co/books?hl=es&amp;lr=&amp;id=m3Vm2TCjM_MC&amp;oi=fnd&amp;pg=PR9&amp;dq=Ecolog%C3%ADa+basada+en+zonas+de+vida.&amp;ots=oMhDZy2ICN&amp;sig=oOnEDHXBaXiUVzLsieUncZUC2VA&amp;redir_esc=y#v=onepage&amp;q=Ecolog%C3%ADa%20basada%20en%20zonas%20de%20vida.&amp;f=false</a></i> .....	26
Figura 3. <i>Metodología exigida por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), para el establecimiento de parcelas en estudios de Investigación en Diversidad Biológica.</i> .....	27
Figura 4. <i>Síntesis de los índices de diversidad evaluados en el bosque alto andino montaña de Duartes, adaptado de Moreno (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&amp;T-Manuales y Tesis SEA. Zaragoza, España: Gorfi S.A.</i> .....	35
Figura 5. <i>Delimitación del bosque alto andino, perteneciente a la vereda de Duartes del Municipio de Chiscas, utilizando la combinación de falsos colores 356, que resalta la vegetación vigorosa</i> .....	38
Figura 6. <i>Calidad de la vegetación del bosque montaña de Duartes, utilizando el NDVI.</i> .....	39
Figura 7. <i>Calidad de la vegetación del bosque montaña de Duartes, utilizando el índice TCG.</i> 39	39
Figura 8 <i>Localización política del bosque Andino montaña de Duartes.</i> .....	40
Figura 9. <i>Valores totales anuales de precipitación en el periodo de 1990-2015.</i> .....	40
Figura 10. <i>Valores totales anuales de temperatura entre el periodo de 1990 y 2015.</i> .....	41
Figura 11. <i>Resultado de análisis de texturas de suelo.</i> .....	42

<i>Figura 12. Resultados de análisis químico de nutrientes, pH y carbono .....</i>	43
<i>Figura 13. Perfil de suelo del bosque alto andino montaña de Duartes y el potrero adyacente a este en el municipio de Chiscas. ....</i>	44
<i>Figura 14. Áreas basales en m<sup>2</sup>/Hect de las subparcelas de muestreo. ....</i>	45
<i>Figura 15. Localización de unidades de muestreo utilizadas para el inventario.....</i>	46
<i>Figura 16. Registro fotográfico de especies (Tuno: Miconia sp). ....</i>	47
<i>Figura 17. Índice de valor de importancia IVI de las especies del bosque montaña de Duartes para la categoría de Fustales. ....</i>	51
<i>Figura 18. Índice de valor de importancia IVI de las especies del bosque montaña de Duartes para la categoría de Latizales. ....</i>	53
<i>Figura 19. Índice de importancia ampliado IIA, para el bosque alto andino, montaña de Duartes.....</i>	54
<i>Figura 20. Índice de Predominio Fisionómico de las especies en la categoría de fustales, del bosque alto andino montaña de Duartes en el municipio de Chiscas, Boyacá. ....</i>	55
<i>Figura 21. Índice de Predominio Fisionómico de las especies en la categoría de latizales, del bosque Montaña de Duartes en el municipio de Chiscas, Boyacá. ....</i>	56
<i>Figura 22. Índice de Posición Sociológica de las especies del bosque Montaña de Duartes en Chiscas, Boyacá. ....</i>	57
<i>Figura 23. Perfil de vegetación parcela 1. Elaboró: Samuel Barrera Herrera .....</i>	58
<i>Figura 24. Perfil superior de copas parcela 1. Elaboró: Samuel Barrera Herrera. ....</i>	59
<i>Figura 25. Perfil de vegetación parcela 2. Elaboró: Samuel Barrera Herrera .....</i>	60
<i>Figura 26. Perfil superior de copas parcela 2. Elaboró: Samuel Barrera Herrera .....</i>	61
<i>Figura 27. Perfil de vegetación parcela 3. Elaboró: Samuel Barrera Herrera .....</i>	62

*Figura 28. Perfil superior de copas parcela 3.* Elaboró: Samuel Barrera Herrera ..... 63

### Lista de Apéndices

Apéndice A. Usos zonales y potenciales de las especies encontradas en el bosque alto andino montaña de Duartes en el municipio de Chiscas en Boyacá.....	69
Apéndice B. <i>Fotografías de establecimiento de parcelas.</i> .....	71
Apéndice C. <i>Toma de diámetros y altura de los árboles.</i> .....	72
Apéndice D. <i>Recolección de muestras botánicas.</i> .....	73
Apéndice E. <i>Realización de calicatas y toma de muestras de suelo.</i> .....	74
Apéndice F. <i>Bosque alto andino montaña de Duartes.</i> .....	75
Apéndice G. <i>Colecta de especies en campo para su clasificación taxonómica.</i> .....	76
Apéndice G. 1. <i>Tibouchina sp Aubl. (Colorado).</i> .....	76
Apéndice G. 2. <i>Ocotea calophylla Mez. (Hojarasco).</i> .....	77
Apéndice G. 3. <i>Hedyosmum bonplandianum H. B. K, (Granizo o silbo silbo).</i> .....	78
Apéndice G. 4. <i>Myrsine guianensis (Aubl.) Kuntze, (Cucharó).</i> .....	79
Apéndice G. 5. <i>Brunellia trygina Cuatrec, (Escubillo).</i> .....	80
Apéndice G. 6. <i>Oreopanax floribundum Kunth, (Higuerón o Mano de oso).</i> .....	81
Apéndice G. 7. <i>Clusia multiflora Kunth, (Gaque).</i> .....	82
Apéndice G. 8. <i>Clethra lanata M Martens &amp; Galeotti, (Cacao).</i> .....	83
Apéndice G. 9. <i>Myrcianthes sp (Ortega) McVaugh, (Arrayán).</i> .....	84
Apéndice G. 10. <i>Weinmannia tomentosa L.f, (Encenillo).</i> .....	85
Apéndice G. 11. <i>Viburnum triphyllum Benth, (Garrocho).</i> .....	86
Apéndice G. 12. <i>Symplocos mucronata Bonpl, (Huyamo).</i> .....	87
Apéndice G. 13. <i>Palicourea lineariflora Aubl (Huesito).</i> .....	88

Apéndice G. 14. <i>Palicourea sp Aubl</i> , (Niguito).....	89
Apéndice G. 15. <i>Prunus buxifolia Koehne</i> , (Tunebo). ....	90
Apéndice G. 16. <i>Bejaria aestuans Mutis ex L</i> , (Coronito).....	91
Apéndice G. 17. <i>Cyathea andina (H.Karst.) Domin</i> , (Palma boba). ....	92
Apéndice G. 18. <i>Myrsine sp L</i> , (Acerito).....	93
Apéndice G. 19. <i>Miconia sp Ruiz &amp; Pav</i> , (Tuno).....	94
Apéndice G. 20. <i>Vallea stipularis L. f.</i> , (Raco).....	95

### **Agradecimientos**

A la alcaldía del Municipio de Chiscas (Boyacá) en cabeza del alcalde Javier Orlando Suescun Cárdenas, a la ONG Alta Montaña Andina y su profesional de campo Carlos Suarez, por el patrocinio del trabajo de campo, a la comunidad de la vereda de Duartes por su acompañamiento y facilidades logísticas proporcionadas.

A los profesores de la universidad Industrial de Santander, Herwin Ramiro Roa Caicedo y Jorge Giovanny Vera Jurado, Y al ingeniero forestal Luis Hernando Cordero Pérez, por su ayuda en el reconocimiento y clasificación botánica de las especies.

A Edward Javier Riaño Méndez, Carlos Mauricio Suarez Millán, Samuel Fernando Barrera por su acompañamiento y trabajo en campo.

Al Dr. Julián Botero Londoño por sus aportes y guía en la toma e interpretación de los análisis de suelos.

AL Dr. Andrés Rodríguez Toro por su dirección, seguimiento y acompañamiento en la ejecución de la investigación.

## Dedicatoria

ALBERT JHOAN PAREDES ARISMENDI

A Dios, principal guía y artífice de nuestra vida.

A mis padres, Flor Omaira Arismendi y José David Paredes, por su gran amor, esfuerzo, dedicación, acompañamiento, perseverancia y apoyo en el cumplimiento de todos mis logros a lo largo de toda mi vida.

A mis hermanos, por su apoyo, sus consejos y confidencialidad, con quienes hemos llorado en tiempos difíciles y luego reído al salir de ellos.

A mis amigos con quienes he vivido grandes momentos y experiencias, quienes me han enseñado el gran valor de la amistad.

A mi gente linda de Macaravita, quienes me vieron crecer y con los que he compartido experiencias inolvidables en mi pueblo.

“Estudiante aquel que estudia,

Forestal Ingeniería

¿Para ti naturaleza que te significaría...

Y con tus conocimientos como la defenderías?”

. Jorge Velosa Ruiz

JHON EDWIN FERIA RODRIGUEZ

A:

Dios por haberme dado salud y fuerza para nunca desistir en el cumplimiento de mis objetivos, además de haber puesto en mi camino a todas las personas correctas durante toda mi vida universitaria.

Mis padres **José David Feria Barrero y Herlinda Rodríguez Candil**, por haberme dado su apoyo en todo momento, sus consejos, valores, amor y por los ejemplos de perseverancia, constancia y humildad que los caracterizan y que me ha infundado siempre.

Mis hermanos **Alex Ocampo Rodríguez, José David Feria Rodríguez y Diego Feria Rodríguez** por estar siempre conmigo apoyándome en todo momento, brindándome su cariño y comprensión además de ser un ejemplo en mi vida.

**María del Carmen Sanmartín** por su ejemplo como persona, apoyo incondicional y su amor brindado en todo momento.

**Karen Tatiana Chivata** por su apoyo incondicional, amor y amistad durante todo este tiempo.

**Ana Cleotilde Fuentes** y a su hijo **Cesar Fernando Flores** por acogerme en su hogar como un hermano e hijo.

Mis amigos por todos los momentos compartidos y hacer de mi vida una aventura.

*Se tú mismo y se feliz*

## RESUMEN

**TITULO:** COMPOSICION FLORISTICA Y ESTRUCTURAL DEL BOSQUE ALTO ANDINO DE LA MONTAÑA DE DUARTES, EN EL MUNICIPIO DE CHISCAS, BOYACÁ, COLOMBIA.

**AUTOR:** JHON EDWIN FERIA RODRIGUEZ  
ALBERT JHOAN PAREDES ARISMENDI

**PALABRAS CLAVES:** DOSEL, INVENTARIO, INDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA, INDICE DE PREDOMINIO FISIONOMICO, INDICE DE POSICION SOCIOLOGICA, CORINE LAND COVER.

**DESCRIPCION:**

Este estudio evaluó la composición florística y estructural del bosque alto andino Montaña de Duarte, localizado al sur-occidente del municipio de Chiscas, Boyacá (Colombia). El cual presenta un régimen bimodal de lluvias con precipitaciones anuales promedio de 1305 mm, temperatura promedio de 11,5 °C y un rango altitudinal de 2832 a 3457 m.s.n.m. características propias de bosque muy húmedo montano (bmh-M). El área del bosque es de aproximadamente 552,8 ha en el que se realizó un inventario forestal midiendo en los árboles las variables dasométricas cuantitativas como altura, diámetro del fuste y de copa, en parcelas de 50x20m (1000m<sup>2</sup>) subdividida en subparcelas de 10x10m (100m<sup>2</sup>), distribuidas al azar, para con ellas calcular el Índice de Valor de Importancia (IVI), Índice de Predominio Fisionómico (IPF), Índice de Posición Sociológica (IPS) y Alfa Diversidad del bosque. Se encontraron 25 especies pertenecientes a 21 familias y 23 géneros, las familias que presentaron mayor cantidad de especies fueron Myrcinaceae, Rosaceae y Rubiaceae. Las especies con mayor peso ecológico son *Myrsine guianensis* y *Hedyosmum bonplandianum*, con el 59,07% y 39,02% respectivamente, la altura promedio del dosel es de 13 metros y debido a su alta densidad se clasificó como Bosque Denso Bajo de Tierra Firme según la leyenda nacional de coberturas de la tierra CORINE Land Cover. Los suelos presentes en el bosque son pobres en la cantidad de bases intercambiables, siendo ácidos con pH de 4.0 con altas concentraciones de aluminio (Al), tendiendo a la toxicidad, de textura franco y franco-arenosos.

---

\*Trabajo de Grado

\*\*Instituto de proyección regional y educación a distancia. Programa de Ingeniería Forestal.  
Director: Jorge Andrés Rodríguez Toro, Ing. Forestal, Ph-D en Cs. Forestales.

## Summary

**TITLE:** FLORISTIC AND STRUCTURAL COMPOSITION OF THE HIGH ANDEAN FOREST OF DUARTES MOUNTAIN, IN THE MUNICIPALITY OF CHISCAS, BOYACÁ, COLOMBIA.

**AUTHOR:** JHON EDWIN FERIA RODRIGUEZ  
ALBERT JHOAN PAREDES ARISMENDI

**KEY WORDS:** INVENTORY, IMPORTANCE VALUE INDEX, PHYSIOLOGICAL PREDOMINANCE INDEX, SOCIOLOGICAL POSITION INDEX, CORINE LAND COVER, CANOPY.

### DESCRIPTION:

This study evaluated the floristic and structural composition of the high andean forest of Duarte mountain, located to the south-west of Chiscas, Boyacá (Colombia). It presents a bimodal rainfall regime with average annual rainfall of 1305 mm, average temperature of 11.5 ° C and an altitudinal range of 2832 to 3457 m.s.n.m., characteristics of a very wet mountainous forest (bmh-M). The forest area is approximately 546.13 ha, there was made a forest inventory by measuring the quantitative variables such as height, stem and crown diameter in the trees in plots of 50x20m (1000m<sup>2</sup>), subdivided into subplots of 10x10m ( 100m<sup>2</sup>), distributed at random. To calculate the Importance Value Index (IVI), Predominance Index (IPF), Sociological Position Index (IPS) and alpha forest diversity. Twenty - five species belonging to 21 families and 23 genders were found, the families with the highest number of species were Myrcinaceae, Rosaceae and Rubiaceae. The species with the highest ecological weight are *Myrsine guianensis* and *Hedyosmum bonplandianum*, with 59.07% and 39.02%, respectively, the average height of the canopy is 13 meters and due to its high density is classified as low dense forest of firm ground according to the national legend of land cover "CORINE Land Cover". The soils present in the forest are poor in the amount of interchangeable bases, being acids with pH of 4.0 with high concentrations of aluminum (Al), tending to the toxicity, of loam and loamy sand texture.

---

\*Bachelor Thesis

\*\*Instituto de proyección regional y educación a distancia. Programa de Ingeniería Forestal.  
Director: Jorge Andrés Rodríguez Toro, Ing. Forestal, Ph-D en Cs. Forestales.

## Introducción

La posición geográfica privilegiada de Colombia (tres cordilleras, gran variedad de climas térmicos, diversidad de tipos de suelos, entre otros) hace que los bosques colombianos alberguen una gran biodiversidad de especies animales y vegetales (Rangel, Lowy, & Aguilar, 1997) , a su vez estos ecosistemas boscosos protegen las fuentes hídricas, regulan el clima, capturan el carbono atmosférico que ocasiona el cambio climático y brindan servicios fundamentales como alimento, leña para cocción, madera para vivienda, fuente de recursos medicinales entre otros, sin embargo, una de las amenazas más importantes para estos bosques y su biodiversidad en la zona andina es la pérdida de hábitat por el establecimiento de diversos sistemas agrícolas y pecuarios (Rodríguez Becerra & Becerra, 2003). Se estima que el área original del bosque andino era de aproximadamente 170.000 Km<sup>2</sup>, del cual tan solo 45.000 Km<sup>2</sup> (27%) existen en la actualidad (IAvH, 1998); esto plantea la creación de estrategias que exijan una mayor dedicación y conciencia sobre la importancia de la conservación de estos espacios naturales para una mejor calidad de vida de las poblaciones presentes y futuras (Alvis, 2009), a través de políticas que incentiven la sostenibilidad ambiental.

La diversidad que un bosque posee depende del número de especies que lo constituyen, así, cuanto mayor sea la cantidad de especies mayor será la diversidad; esta diversidad se ve influenciada por factores como el clima, suelo, competencia intra e interespecifica entre individuos, de la ocurrencia de disturbios dentro del bosque y de la capacidad que tenga este para recuperar estas áreas de otras especies invasoras. De esta manera, la composición florística y riqueza de especies de los bosques tropicales constituyen uno de los ecosistemas más diversos y complejos del mundo (Richards, 1996).

El mecanismo más importante para conocer la composición florística y estructural de los bosques es el inventario forestal, el cual brinda información cuantitativa y cualitativa del estado de conservación de los mismos; cuya información es necesaria para la toma de decisiones sobre el uso, manejo y conservación de los diferentes tipos de ecosistemas boscosos (Orozco & Brumer, 2002).

En la actualidad el bosque alto andino de la montaña de Duartes no posee ningún tipo de estudio, por lo cual no se conoce su composición florística y estructural que permita un adecuado manejo, más cuando este bosque ha sido intervenido antropogenicamente hasta hace un par de décadas atrás. La falta de información acerca de estas características cuantitativas y cualitativas hace que se desconozca el estado actual de este ecosistema de bosque alto andino, por lo tanto, resulta difícil generar alternativas de manejo sostenible para su explotación o conservación.

El presente estudio contempla la evaluación de la composición florística y estructural del bosque andino montaña de Duartes en el municipio de Chiscas, Boyacá (Colombia). A través de la captura de información primaria en campo que permita conocer la dinámica y estado actual del bosque, debido a que es de gran importancia cultural, histórica, y económica para los habitantes del municipio.

### **Hipótesis.**

Dado que el bosque alto andino montaña de Duarte, ha sido intervenido antropicamente, para establecer pasturas ganaderas y cultivos, ha hecho que este pierda en gran parte su biodiversidad, funcionalidad y estructura. Si este bosque es protegido por la comunidad y hace un poco más de dos décadas que no se toca, entonces, el bosque está recuperando sus atributos iniciales y se puede llegar a encontrar en un estado de sucesión de bosque secundario.

Dado que la especie más representativa de los bosques alto andinos es el Roble (*Quercus humboldtii*), entonces, se espera encontrar que esta especie sea una de las de mayor índice de valor de importancia, por su alta abundancia, frecuencia y dominancia.

## 1. Objetivos

### 1.1. Objetivo general

Realizar el análisis estructural y composición florística del bosque alto andino de la montaña de Duartes, vereda de Duartes, municipio de Chiscas, departamento de Boyacá, Colombia.

### 1.2. Objetivos específicos

- Delimitar el área total de la cobertura boscosa alto andina de la montaña de Duartes,
- perteneciente a la vereda Duartes del municipio de Chiscas en Boyacá
- Realizar la toma de datos dendrométricos y dasométricos de las especies presentes al interior del bosque.
- Procesar y analizar la información obtenida de las mediciones realizadas en campo, determinando la composición florística, estructura vertical y horizontal.

## 2. Materiales y métodos

### 2.1. Ubicación

El área de estudio se encuentra al sur-occidente del Municipio de Chiscas en el departamento de Boyacá (Colombia), más específicamente en la vereda de Duartes. Al lugar se llega a través de la vía terciaria que conduce del casco urbano a la vereda de Duartes, en un recorrido que se realiza en 20 minutos en automóvil.



Figuras 1. Ubicación geográfica del bosque montaña de Duartes.

## 2.2. Delimitación

La delimitación del bosque andino de la montaña de Duarte, se realizó a través de la interpretación de imágenes Landsat 8, tomada por el satélite en el mes de marzo del año 2016, con un porcentaje de nubosidad menor al 10 por ciento del servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), por sus siglas en inglés, cuyo análisis se realizó en el software libre de sistemas de información geográfica Quantum QGIS versión 2.18 “Las Palmas de Canaria”, por medio del Semi- Automatic Classification Plugin (Congedo, 2017).

Una vez se obtiene el análisis de la fotointerpretación, a través de la combinación de falsos colores 356 para Landsat 8, se delimitará la mancha boscosa y se determinará el área del bosque de la vereda de Duarte objeto de estudio, se comparará con el índice de vegetación de diferencia normalizada, también conocido como NDVI por sus siglas en inglés. El cual mide la intensidad de radiación emitida por los tipos de cobertura vegetal, diferenciando con distintos colores los tipos de cobertura y la calidad de las mismas, para ello se aplica la fórmula  $NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED}$  siendo, NIR: Zona espectral del infrarrojo cercano y RED: Zona espectral del rojo (Congedo, 2017). También se contrastará con el TCG.

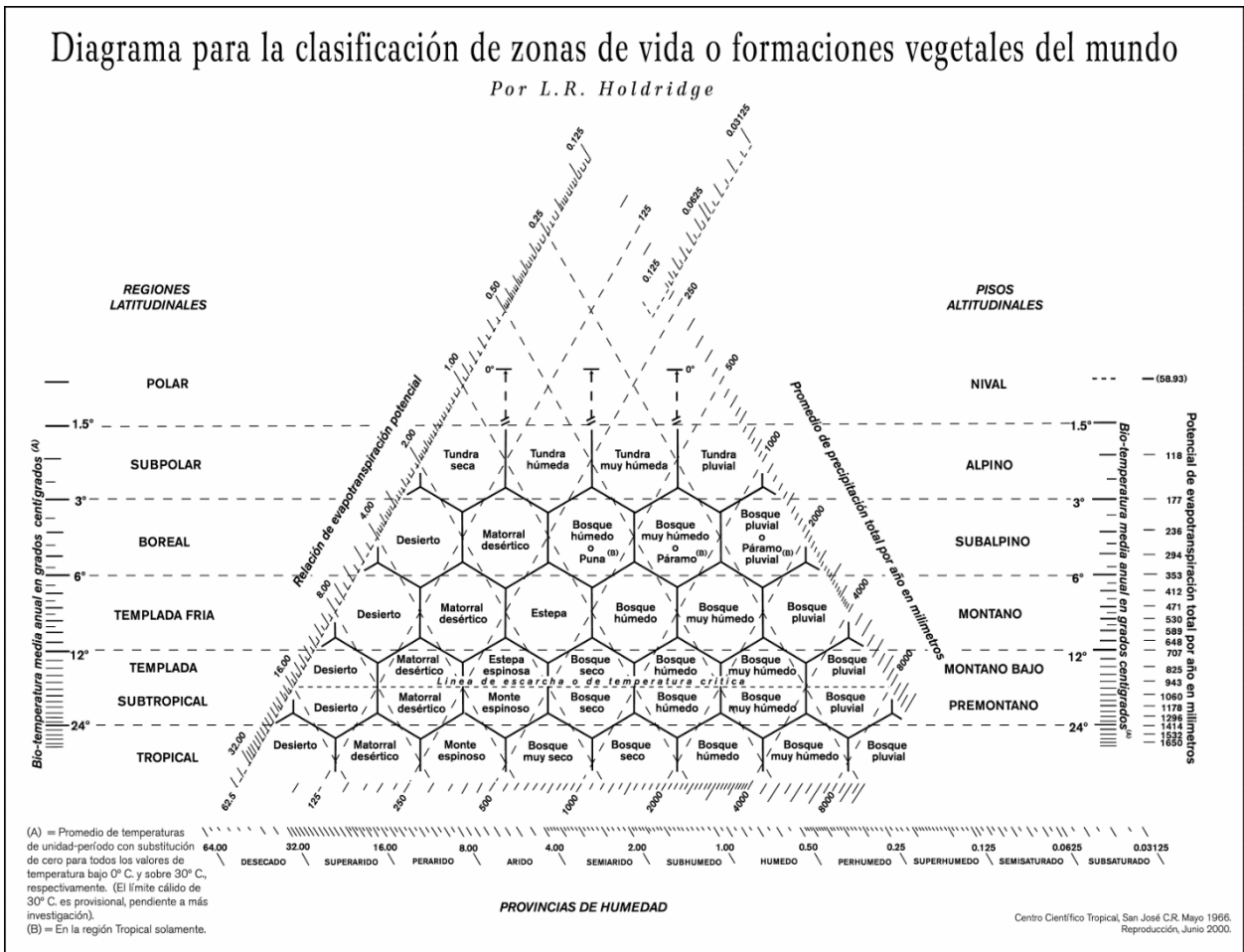
### 2.3. Condiciones del sitio.

**2.3.1. Clima.** La estación climatológica utilizada para obtener los datos de temperatura y precipitación fue Chiscas, (Cód. 24035310), ubicada en el municipio de Chiscas a una elevación de 2350 m.s.n.m, con coordenadas geográficas 72°30'170''W, 6°32'58,3''N.

**2.3.2. Suelo.** Se realizaron dos calicatas, una en el bosque denso y la otra en el potrero adyacente a la cobertura boscosa, con dimensiones de un metro cuadrado de superficie por un metro de profundidad (1m<sup>3</sup>) se elabora con el propósito de observar el perfil del suelo.

Conjuntamente se tomaron cinco muestras con la ayuda del barreno a una profundidad de 30cm, en cada una de las parcelas inventariadas con el propósito de realizar comparaciones edafológicas entre la zona intervenida antrópicamente y la mancha boscosa. El análisis químico practicado a las muestras se llevó a cabo en el laboratorio de suelos de la universidad Industrial de Santander, Sede Central Bucaramanga. Con este análisis de suelos se busca conocer la Textura, Ph y cantidad de algunos elementos como: P (Fosforo), Ca (Calcio), Mg (Magnesio), Na (Sodio), K (Potasio), Al (Aluminio).

**2.3.3. Zona de vida.** El bosque alto andino montaña de Duartes del municipio de Chiscas en Boyacá, se clasifico de acuerdo al diagrama para la clasificación de Zonas de Vida o Formaciones Vegetales del Mundo (Holdridge, 1987), (Figuras 2), las variables cuantitativas utilizadas para la clasificación son: Altitud, Temperatura y precipitación.



Figuras 2. Diagrama para la clasificación de Zonas de Vida o Formas Vegetales del Mundo Holdridge (1987). Ecología basada en zonas de vida: Agroamérica Recuperado de: [https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=m3Vm2TCjM\\_MC&oi=fnd&pg=PR9&dq=Ecolog%C3%ADa+basada+en+zonas+de+vida.&ots=oMhDZy2ICN&sig=oOnEDHXBaXiUVzLsieUncZUC2VA&redir\\_esc=y#v=onepage&q=Ecolog%C3%ADa%20basada%20en%20zonas%20de%20vida.&f=false](https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=m3Vm2TCjM_MC&oi=fnd&pg=PR9&dq=Ecolog%C3%ADa+basada+en+zonas+de+vida.&ots=oMhDZy2ICN&sig=oOnEDHXBaXiUVzLsieUncZUC2VA&redir_esc=y#v=onepage&q=Ecolog%C3%ADa%20basada%20en%20zonas%20de%20vida.&f=false)

## 2.4. Muestreo

Para la realización del inventario y la toma de datos en campo, se llevó a cabo una fase de premuestreo, en el cual se elaboraron dos parcelas, aplicando la metodología exigida por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), para el establecimiento de unidades de muestreo en estudios de Investigación en Diversidad Biológica (Figura 3). Este método consiste

en la elaboración de parcelas con dimensiones de 50 metro de largo por 20 metros de ancho (1000 m<sup>2</sup>), en dirección sur-norte, subdividida en diez subparcelas de 10x10 metros, en las cuales se mide la categoría de fustales (Arboles con diámetro mayor o igual a 10cm), conjuntamente las subparcelas uno y diez se subdividen en parcelas de 5x5 metros, en donde se mide la categoría de latizales (Arboles con diámetro mayor a 2,5cm y menores a 10cm) (Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, 2013).

Las variables dasométricas cuantitativas medidas a los individuos presentes en las parcelas son:

**Altura:** Se utilizó la pistola Haga a una distancia de 20 metros desde la base del árbol, con la cual se tomaron los ángulos inferior y superior de cada individuo para luego calcular su altura.

**Diámetro a la altura del pecho (DAP):** Se tomó directamente con una cinta diamétrica a una altura de 1,30 m.

**Diámetro de copas:** Se midieron las copas de los individuos en dos direcciones, sur-norte y este-oeste, para luego calcular el área de cobertura con la fórmula de la elipse.

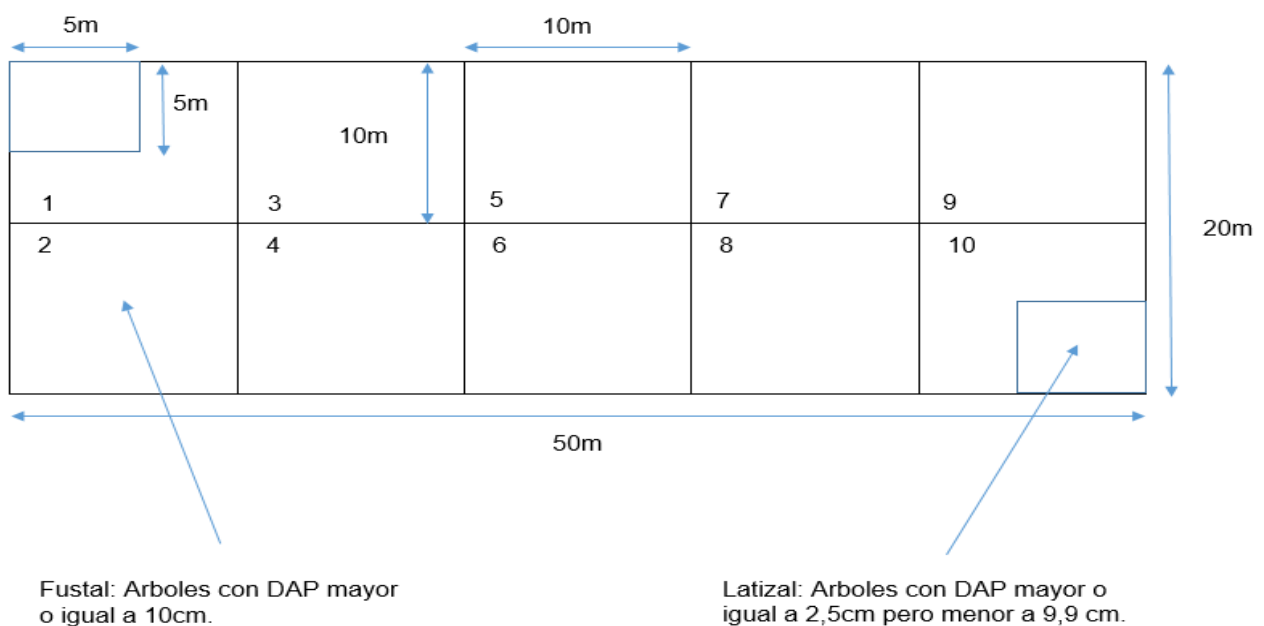


Figura 3. Metodología exigida por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), para el establecimiento de parcelas en estudios de Investigación en Diversidad Biológica.

Una vez realizado el procesamiento de la información obtenida en la fase de premuestreo, se procedió a calcular el tamaño de la muestra, para lo cual es necesario obtener el coeficiente de variación (CV), con las áreas basales de las subparcelas, usando un error de muestreo del 15% y una probabilidad del 95% para hallar el tamaño de la muestra (n), utilizando la fórmula.

$$n = \frac{t^2 * CV\%}{E\%^2}$$

Donde:

*t*: valor tabular (Tabla t Student), *CV*: coeficiente de variación y *E*%: error de muestreo (Ministerio del Medio Ambiente, Asociación Colombiana de Reforestadores, & Organización Internacional de Maderas Tropicales (OIMT), 2002).

## **2.5. Evaluación de la estructura del bosque**

**2.5.1. Clasificación de las especies.** A los árboles encontrados en las parcelas se les realizó un registro fotográfico de sus hojas, fuste y haciendo un pequeño corte en el tronco se observó el color de la corteza, albura y presencia de exudación.

Para las especies de difícil identificación, se colectaron muestras botánicas siguiendo la metodología propuesta en el Manual de Métodos para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad (IAvH, 2006); la cual permite asegurar una buena colección en campo, almacenamiento y transporte de las muestras a identificar. La clasificación taxonómica se realizó en base a información secundaria obtenida de los herbarios, Universidad Nacional de Colombia (COL), Instituto Alexander von Humboldt (FMB), Jardín Botánico Eloy Valenzuela (CDMB), Jardín Botánico de Bogotá (JBB), Universidad Industrial de Santander (UIS) y con la ayuda de los

Ing. Forestales Herwin Ramiro Roa Caicedo, Javier Giovanni Vera Jurado profesores de la Universidad Industrial de Santander sede Málaga y Luis Hernando Cordero Pérez.

**2.5.2. Usos.** Los usos zonales de las especies, se obtienen de información colectada con los pobladores de la vereda de Duartes, y los usos potenciales se obtienen de revisión de información secundaria.

**2.5.3. Composición florística.** Para el análisis de la composición florística se utilizó el Índice de Valor de Importancia (IVI), el cual estima el peso ecológico de las especies vegetales en un área determinada, con base a la abundancia, frecuencia y dominancia.

#### **Índice de valor de importancia (IVI).**

El IVI es la suma de todos los índices convencionales expresados en porcentaje de abundancia relativa + frecuencia relativa + dominancia relativa, el valor máximo de este parámetro es de 300 y se utiliza para comparar el peso ecológico de las especies presentes en el bosque objeto de estudio (Ministerio del Medio Ambiente, Asociación Colombiana de Reforestadores, & (OIMT), 2002).

$$IVI = Ar + Fr + Dr$$

Donde,

*IVI*: Índice de valor de importancia.

*Ar*: Abundancia relativa

*Fr*: Frecuencia relativa

*Dr*: Dominancia relativa

**Abundancia:** Es el número de árboles registrados por especie en cada unidad de muestreo con respecto al número total de individuos. La abundancia absoluta es el número total de árboles por especie y la abundancia relativa es el porcentaje en que se presentan los individuos de cada especie con el total de árboles inventariados (Lamprecht, 1990).

$$Aa = N_{Ai}$$

Donde,

$Aa$ : Abundancia absoluta.

$N_{Ai}$ : Número total de árboles por especie.

$$Ar = \frac{N_i}{N_a}$$

Donde,

$Ar$ : Abundancia relativa.

$N_i$ : Número de individuos de cada especie.

$N_a$ : Número total de árboles inventariados.

**Frecuencia:** Permite conocer la presencia o ausencia de las especies en cada una de las unidades de muestreo inventariadas. La frecuencia absoluta es la cantidad de parcelas en la que aparece una especie con relación al número total de unidades de muestreo, la frecuencia relativa es la relación entre la frecuencia absoluta de una especie y la sumatoria de las frecuencias absolutas de todas las especies registradas (Lamprecht, 1990).

$$Fa = \frac{N_{pi}}{N_p} * 100$$

Donde,

$Fa$  =Frecuencia absoluta

$N_{pi}$  = Número de parcelas en la que aparece una especie

$N_p$  = Número total de parcelas

$$Fr = \frac{Fa}{\sum Fa} * 100$$

Donde,

$Fr$ : Frecuencia relativa

$Fa$ : Frecuencia absoluta de una especie

$\sum Fa$ : Sumatoria de las frecuencias absolutas de todas las especies

**Dominancia:** Es el grado de cobertura que ocupa una especie en relación al espacio ocupado por ella en el bosque. La dominancia absoluta de una especie es la sumatoria de las áreas basales de la misma especie presente en cada parcela. La dominancia relativa se expresa en porcentaje y es la relación de la dominancia absoluta de una especie con la sumatoria de todas las dominancias absolutas de todas las especies inventariadas (Lamprecht, 1990)

$$Da = \sum Ai$$

Donde,

$Da$ : Dominancia absoluta

$Ai$  = Áreas basales de la misma especie presente en cada parcela.

$$Dr = \frac{Da}{\sum Da} * 100$$

Donde,

$Dr$ : Dominancia relativa

$Da$ : Dominancia absoluta de cada especie

$\sum Da$ : Sumatoria de las dominancias absolutas de todas las especies inventariadas.

### **Índice de importancia ampliado (IIA).**

El Índice de valor de importancia ampliado, es el método simplificado del Índice de valor de importancia ampliado (IVIA), ya que este último se desarrolló para evaluar especies arbóreas, por ende (Lozada, 2008), propone el IIA para valorar las formas de vida de herbáceas y trepadoras. Se calcula con la siguiente ecuación.

$$IIA = Ar + Fr + Dr + Arl + Frl.$$

Donde,

$Ar + Fr + Dr$  Corresponden a la abundancia relativa, frecuencia relativa y dominancia relativa de la categoría de fustales, incluidos en el IVI.

$Arl + Frl$  Corresponden a la abundancia relativa y frecuencia relativa de la categoría de latizal.

#### **2.5.4. Estructura horizontal.**

**Índice de predominio fisionómico (IPF):** Está dado por la sumatoria de la abundancia relativa, área basal relativa y cobertura relativa de cada especie con relación a la cobertura total del bosque (Rangel et al., 1997) .

$$IPF = DomR + CobeR + DenR$$

Donde,

$IPF$ : Índice de predominio fisionómico

$DomR$ :Dominancia relativa

$CobeR$ :Cobertura relativa

$DenR$ :Densidad relativa

### 2.5.5. Estructura vertical

**Índice de posición sociológica (IPS):** El IPS es una expresión de la expansión vertical de las especies. Es un índice que informa sobre la composición florística de los diferentes substratos de la cobertura boscosa, y del papel que juegan las diferentes especies en cada uno de ellos (Hosokawa et al., 1986).

El substrato es una parte de la masa contenida dentro de determinados límites de altura, fijados subjetivamente, según el criterio que se haya elegido. Generalmente se distinguen tres: inferior, medio y superior para lo cual puede recurrirse al levantamiento de un perfil. Una especie tiene su posición asegurado en la estructura y composición del bosque cuando se encuentra en todos los substratos. Por el contrario, será dudosa su presencia en la etapa climática si solamente se encuentra en el substrato inferior o superior y/o medio, a excepción de aquellas que por sus características propias no pasan del estrato inferior. Siguiendo la metodología de (Finol, 1971), se asigna un valor fitosociológico a cada substrato, el cual se obtiene dividiendo el número de individuos en el sub-estrato por el número total de individuos de todas las especies.

$$VF = \frac{n}{N}$$

Donde,

$VF$  = Valor Fitosociológico del sub-estrato.

$n$  = número de individuos del sub-estrato

$N$  = Número total de individuos de todas las especies.

Las especies que poseen una posición sociológica regular son aquellas que presentan en el piso inferior un número de individuos mayor o igual a la de los siguientes pisos. Para calcular el valor absoluto de IPS de una especie, se suman sus valores fitosociológicos en cada sub-estrato, el cual

se obtiene efectuando el producto del VF del estrato considerado por el n de individuos de la especie en ese mismo estrato.

$$PSa = VF(i) * n(i) + VF(m) * n(m) + VF(s) * n(s)$$

Donde,

*PSa* = Posición sociológica absoluta.

*VF* = Valor fitosociológico del sub-estrato.

*n* = número de individuos de cada especie.

*i*: Inferior; *m*: medio; *s*: superior.

**Perfiles de vegetación.** Se realizaron tres perfiles en zonas que presentaron diferencias en la vegetación, las dimensiones de las unidades de muestreo utilizadas son: 30 metros de largo por 10 metros de ancho en dirección sur-norte, para la categoría de fustales, en estas áreas se identificaron los individuos presentes, registrando su altura, ancho de copas, DAP, distancia X y Y respecto al punto de origen.

**2.5.6. Alfa diversidad.** La síntesis de los índices utilizados para evaluar la alfa diversidad del bosque se muestra en la Figura 4, los cuales se describen a continuación.

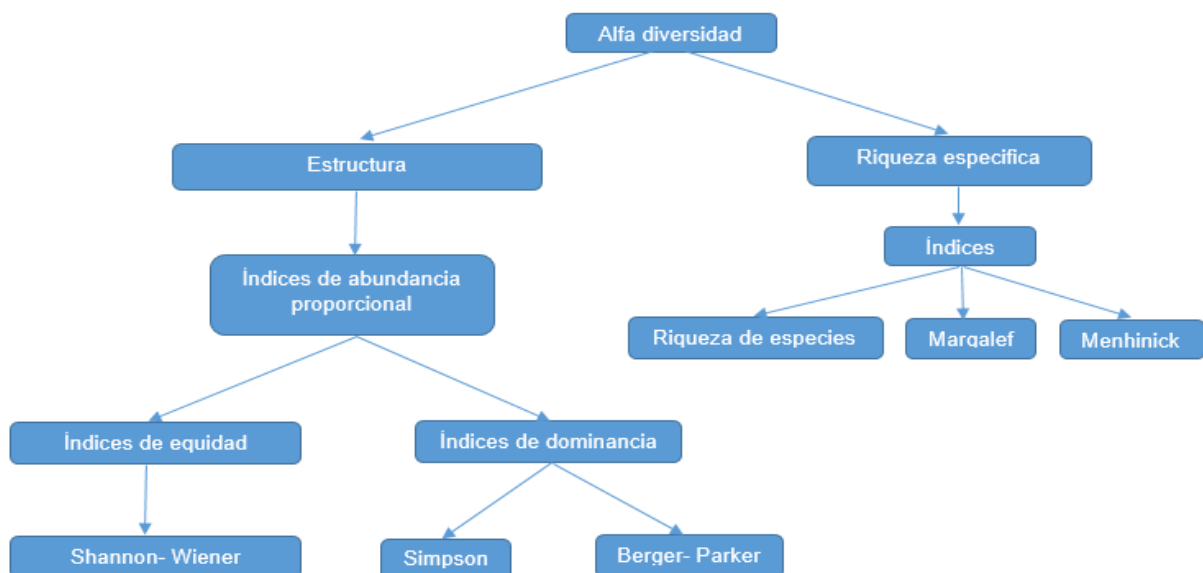


Figura 4. Síntesis de los índices de diversidad evaluados en el bosque alto andino montaña de Duarte, adaptado de Moreno (2001). *Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA. Zaragoza, España: Gorfi S.A.*

### Riqueza de especies.

Número total de especies encontradas.

### Índice de diversidad de Margalef.

Transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra (P. Magurran, 1998).

$$DMg = \frac{S - 1}{\ln(N)}$$

Dónde,

$DMg$ : Índice de diversidad de Margalef

$S$  = número de especies

$N$  = número total de individuos.

### Índice de diversidad de Menhinick.

Al igual que el índice de Margalef, se basa en la relación entre el número de especies y el número total de individuos observados, que aumenta al aumentar el tamaño de la muestra

(Magurran, 1998; Peet, 1974).

$$DMn = \frac{S}{\sqrt{N}}$$

Dónde,

$S$  = número de especies

$N$  = número total de individuos.

### Índice de Simpson

Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes

(Magurran, 1998; Peet, 1974).

$$\lambda = \sum Pi^2$$

Dónde,

$\lambda$ : Índice de Simpson.

$Pi$  = abundancia proporcional de la especie  $i$ , es decir, el número de individuos de la especie  $i$  dividido entre el número total de individuos de la muestra.

### Índice de Berger-Parker

Un incremento en el valor de este índice se interpreta como un aumento en la equidad y una disminución de la dominancia (Magurran, 1988).

$$D = \frac{N_{max}}{N}$$

Dónde,

*D*: Índice de Berger-Parker

$N_{max}$ : Es el número de individuos en la especie más abundante y *N* es el total de individuos muestreados.

### **Índice de Shannon-Wiener**

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 (Magurran, 1998; Peet, 1974)

$$H = -\sum P_i \ln P_i$$

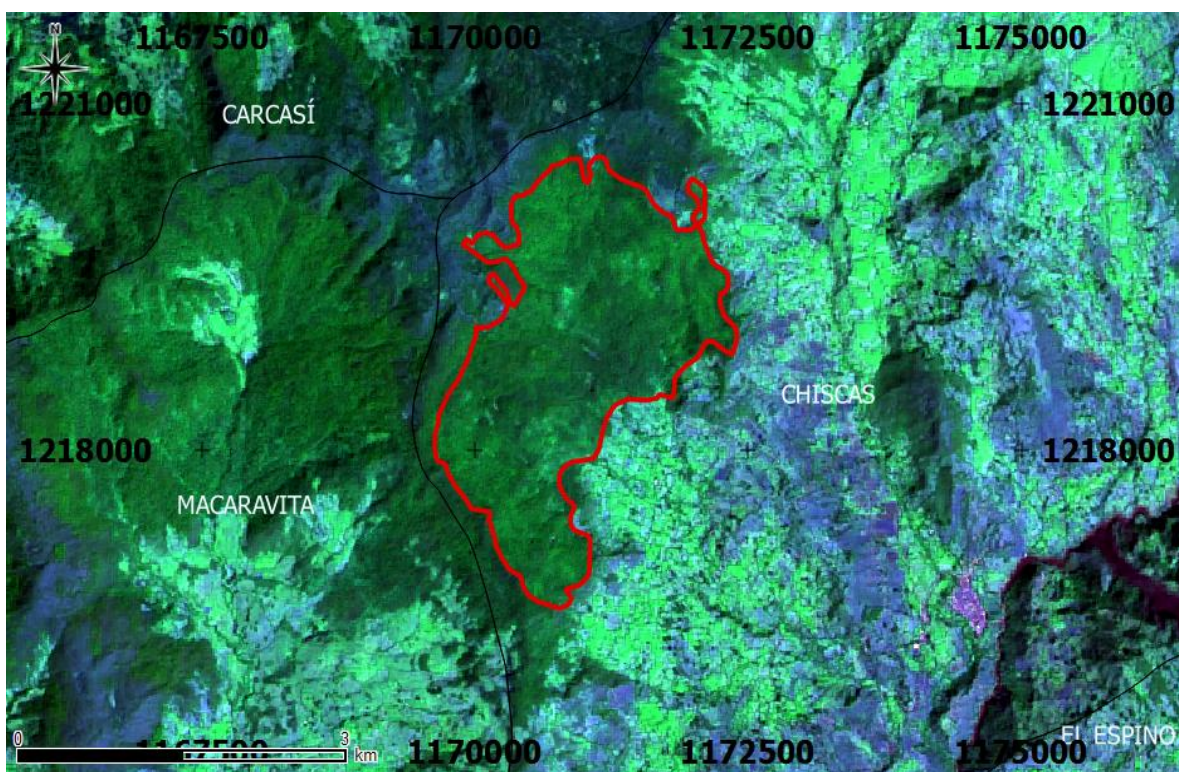
Dónde:  $P_i$  = abundancia proporcional de la especie *i*, es decir, el número de individuos de la especie *i* dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de *S*, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1998).

### 3. Resultados y discusión.

#### 3.1. Ubicación y Delimitación.

El área correspondiente a bosque denso andino del bosque Montaña de Duarte es de aproximadamente 546.13 ha, esta área fue el resultado de la delimitación de la mancha boscosa utilizando la combinación de falsos colores, el NDVI y el TCG. (Figura 5, Figura 6 y Figura 7).



*Figura 5. Delimitación del bosque alto andino, perteneciente a la vereda de Duarte del Municipio de Chiscas, utilizando la combinación de falsos colores 356, que resalta la vegetación vigorosa.*

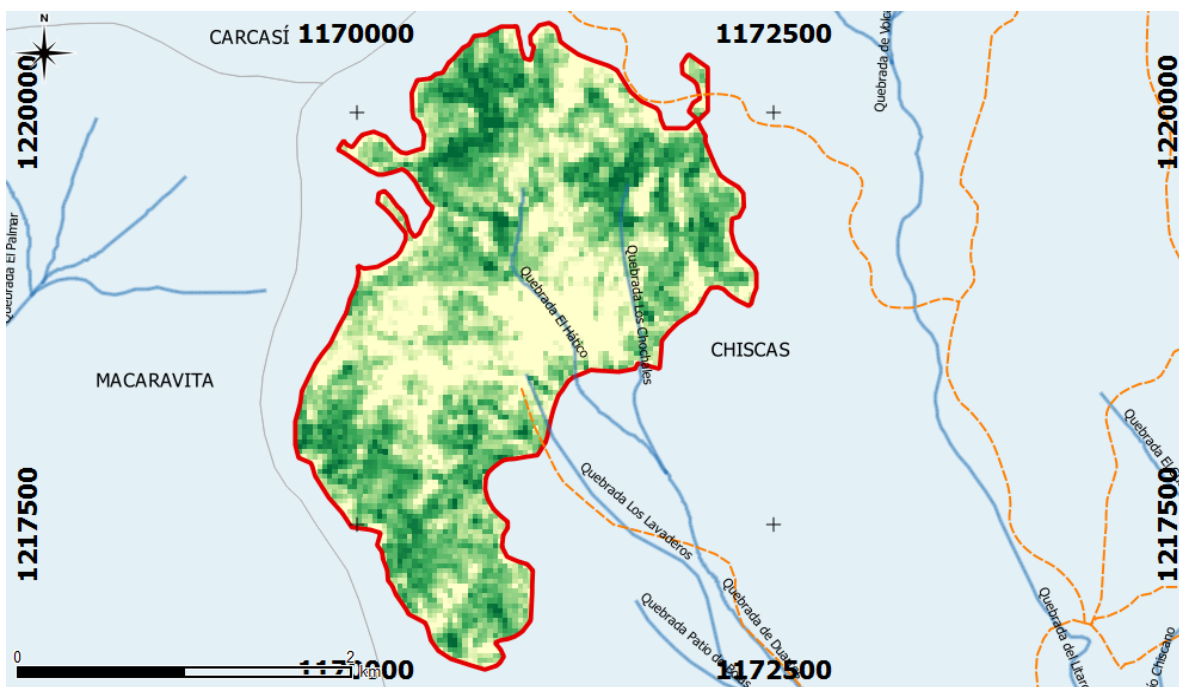


Figura 6. Calidad de la vegetación del bosque montaña de Duarte, utilizando el NDVI.

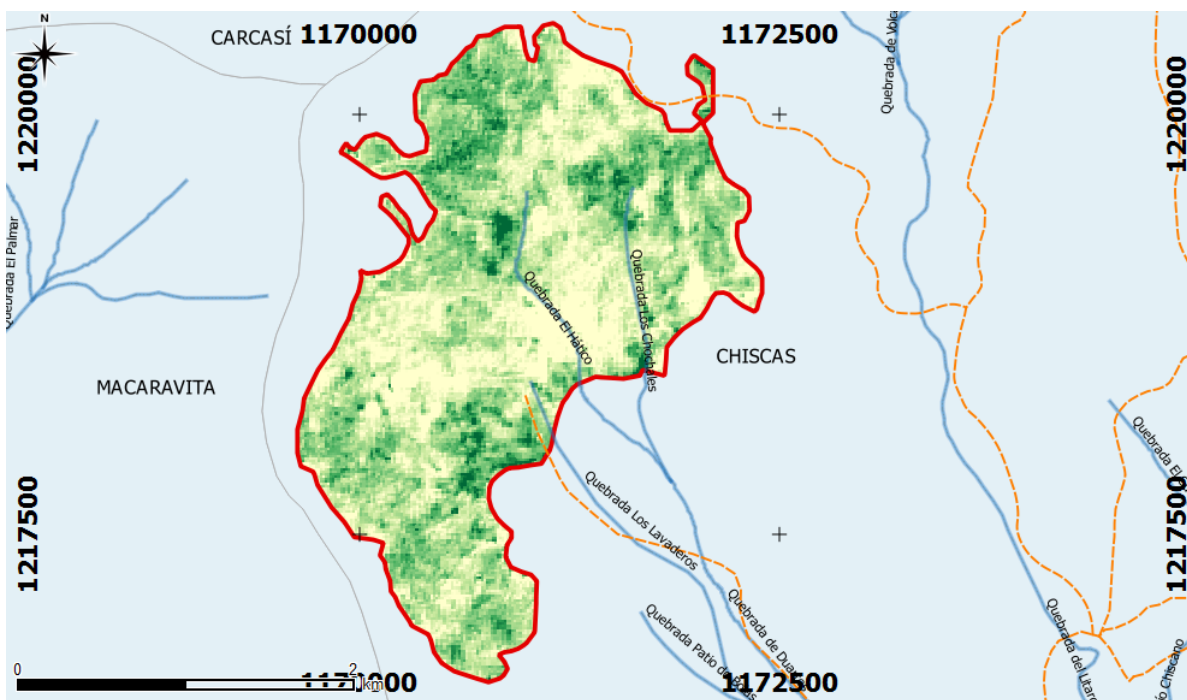


Figura 7. Calidad de la vegetación del bosque montaña de Duarte, utilizando el índice TCG.

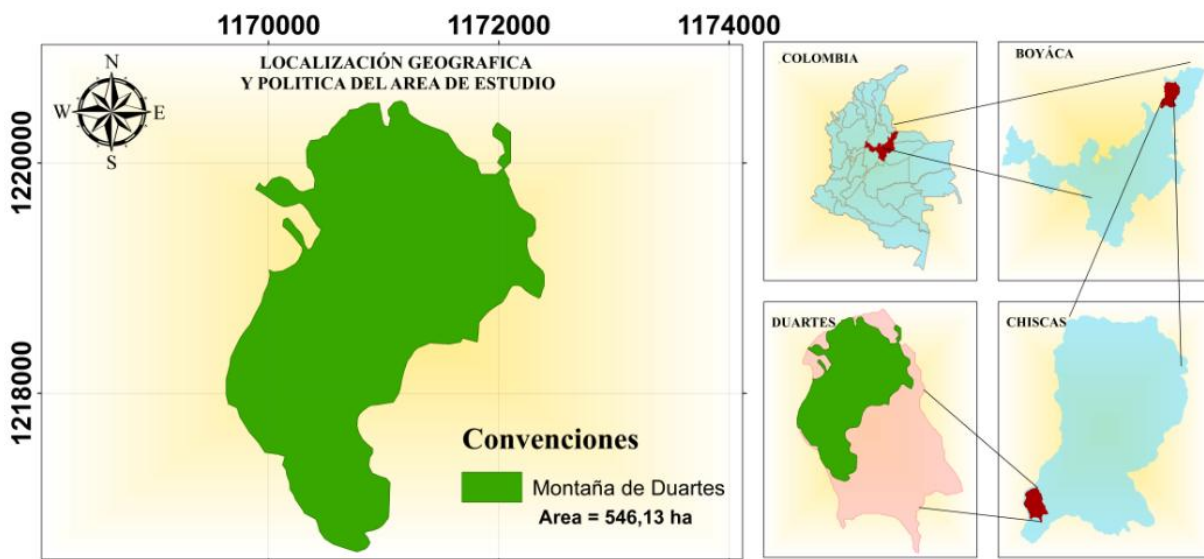


Figura 8 Localización política del bosque Andino montaña de Duartes.

### 3.2. Calidad de sitio

**3.2.1. Precipitación.** La Figura 9 muestra un pico máximo de lluvia en el año 2011 con valor de 1793.10 mm siendo el año 2002 el registro más bajo de precipitación con 764.23 mm de lluvia. La precipitación promedio registrada en este periodo de tiempo es de 1305 mm anuales.

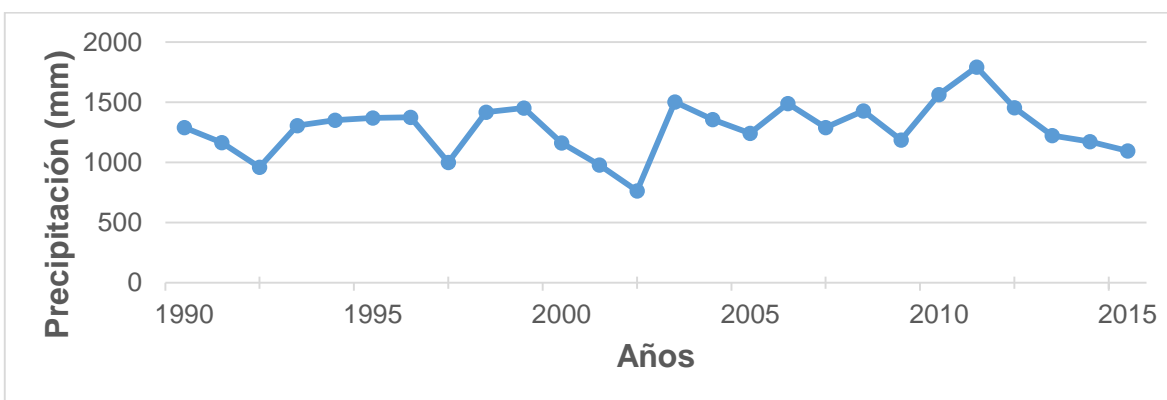


Figura 9. Valores totales anuales de precipitación en el periodo de 1990-2015.

**3.2.2. Temperatura.** La figura 10, muestra el pico máximo de temperatura registrado en el año 2015 (17.74 °C) y el mínimo registrado en el año 1996 (16.03 °C) siendo la temperatura promedio de este periodo de tiempo de 17 °C, debido a que el área de estudio se encuentra a 756 metros por arriba de la estación meteorológica, se aplicó el método de gradiente de temperatura propuesto por (Lamprecht, 1990), el cual considera una disminución o aumento de temperatura de 0.7°C por cada 100 metros de altitud, por lo tanto, la temperatura promedio del bosque es de 11.5°C.

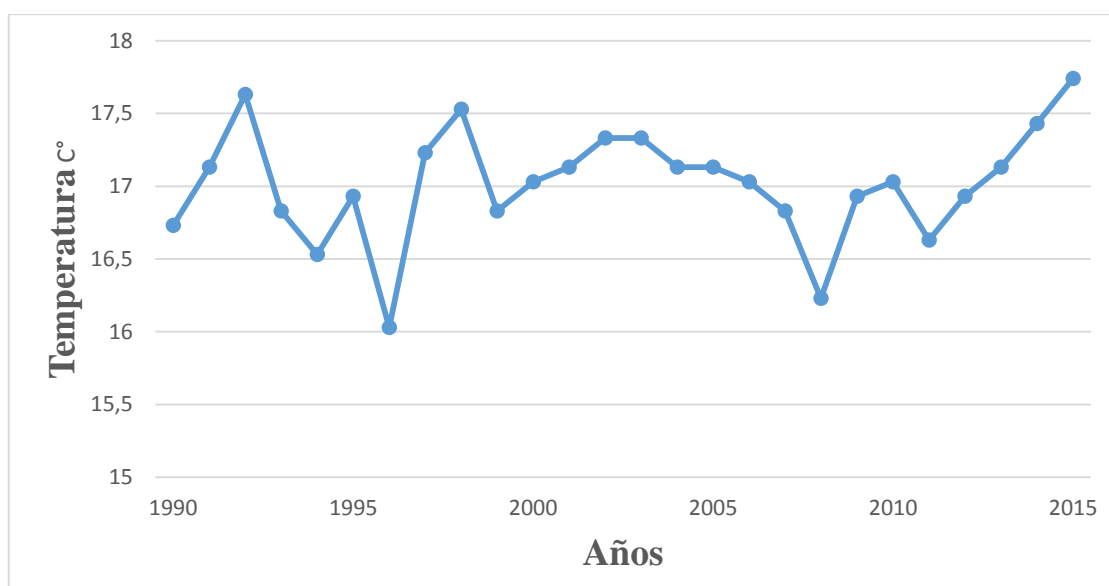


Figura 10. Valores totales anuales de temperatura entre el periodo de 1990 y 2015.

**3.2.3. Altitud.** El bosque alto andino montaña de Duarte del municipio de Chiscas, en Boyacá presenta una altitud mínima de 2832 m.s.n.m y una máxima de 3457 m.s.n.m. Siendo su altitud promedio 3144 m.s.n.m.

**3.2.4. Suelos.** Los suelos del bosque son ácidos, con pH entre 3.8 y 4.0, de textura franco y franco arenosos, profundos con contenidos normales de materia orgánica, altas concentraciones de aluminio (Al) y deficiencias de fósforo (P).

Los suelos de los potreros adyacentes al bosque presentan diferentes niveles en cuanto a elementos como el Fosforo (P), Aluminio (Al) y Potasio (K) que aumentaron ya que antes de ser potreros fueron utilizados para el establecimiento de cultivos agrícolas (Papa, Frijol, Cebada y Arveja) y similitudes en Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Sodio (Na). En la actualidad son praderas de pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), utilizados para el pastoreo de bovinos.

Las Figura 11 y Figura 12 muestran los resultados de los análisis químicos de suelo obtenidos de la cobertura bosque y potrero.

Las posibles respuestas de las plantas a las altas concentraciones de aluminio y deficiencias de fosforo, se pueden ver reflejadas en el desarrollo de mecanismos y estrategias, como la simbiosis con micorrizas, exudados radiculares y modificaciones en la arquitectura del sistema radicular.

Las características edafológicas del suelo corresponden a suelos del orden de los inceptisoles.

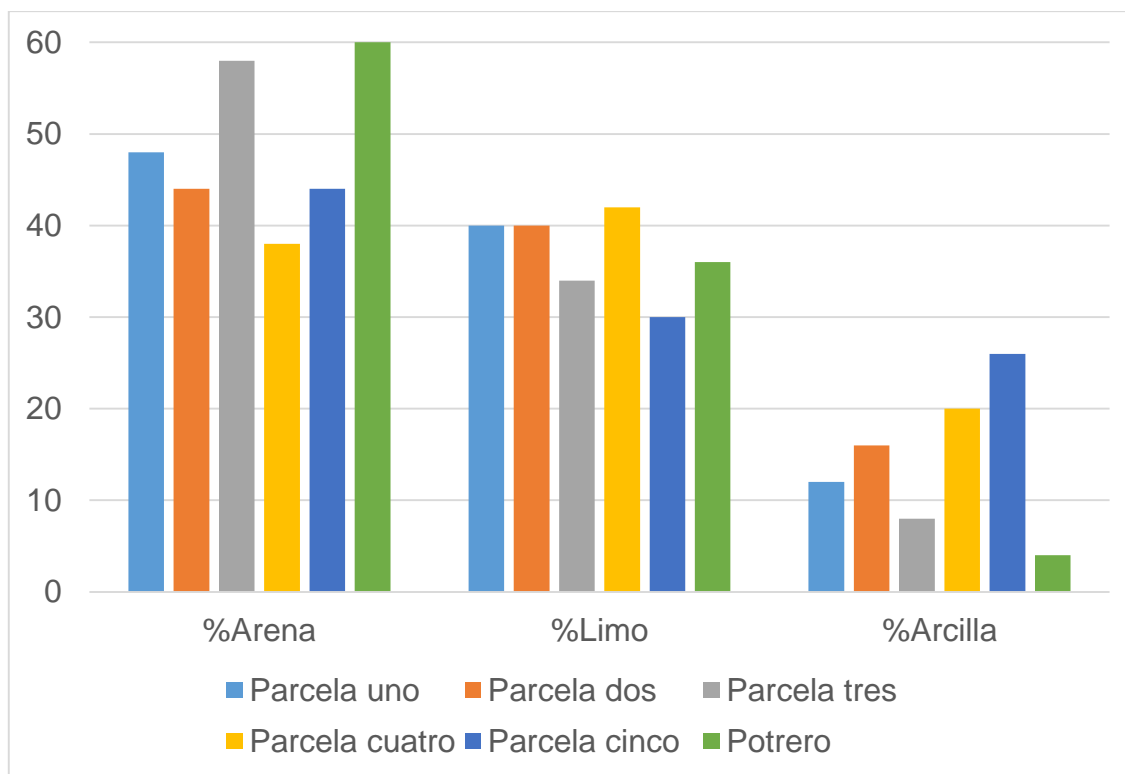


Figura 11. Resultado de análisis de texturas de suelo.

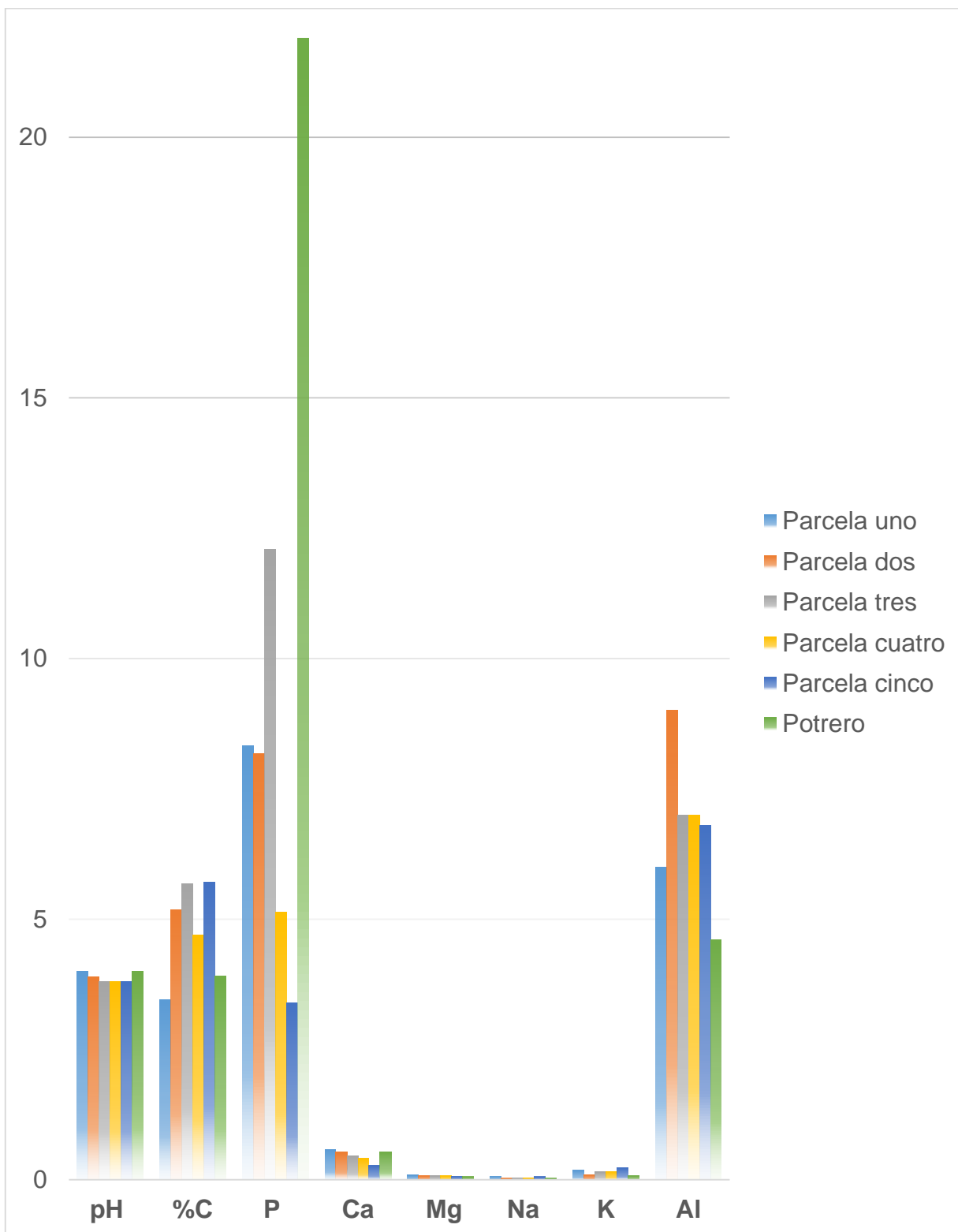
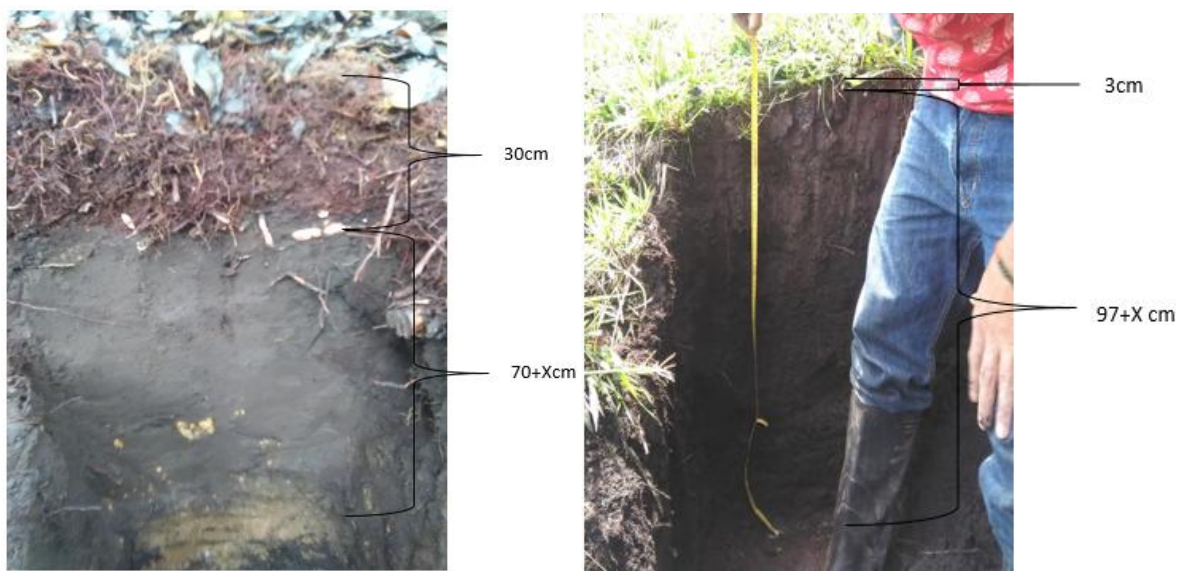


Figura 12. Resultados de análisis químico de nutrientes, pH y carbono

La Figura 13 muestra el perfil del suelo del bosque alto andino montaña de Duartes y el potrero adyacente a este, evidenciando el cambio en el horizonte O el cual es de mayor proporción en el bosque.



*Figura 13. Perfil de suelo del bosque alto andino montaña de Duartes y el potrero adyacente a este en el municipio de Chiscas.*

**3.2.5. Zona de vida.** La zona de vida correspondiente al bosque alto andino montaña de Duartes del municipio de Chiscas en Boyacá, es Bosque muy húmedo Montano (bmh-M), ya que presenta precipitación promedio anual de 1305mm, un rango altitudinal de 2832 a 3457 m.s.n.m. y una temperatura promedio anual de 11.5°C.

### 3.3. Muestreo.

Se muestrearon un total de 50 subparcelas Figura 14, de las cuales la subparcela 5 en la parcela 1 presento los mayores rendimientos en áreas basales (85,68 m<sup>2</sup>), debido a que en esta área se encuentran arboles con mayores diámetros, DAP entre (11 y 66cm), la subparcela 6 en la parcela 2 presenta los segundos valores más altos de áreas basales (62,99 m<sup>2</sup>) ya que hay gran cantidad de individuos en esta, cerca de 20 en relación al promedio de las subparcelas que es de 10 árboles.

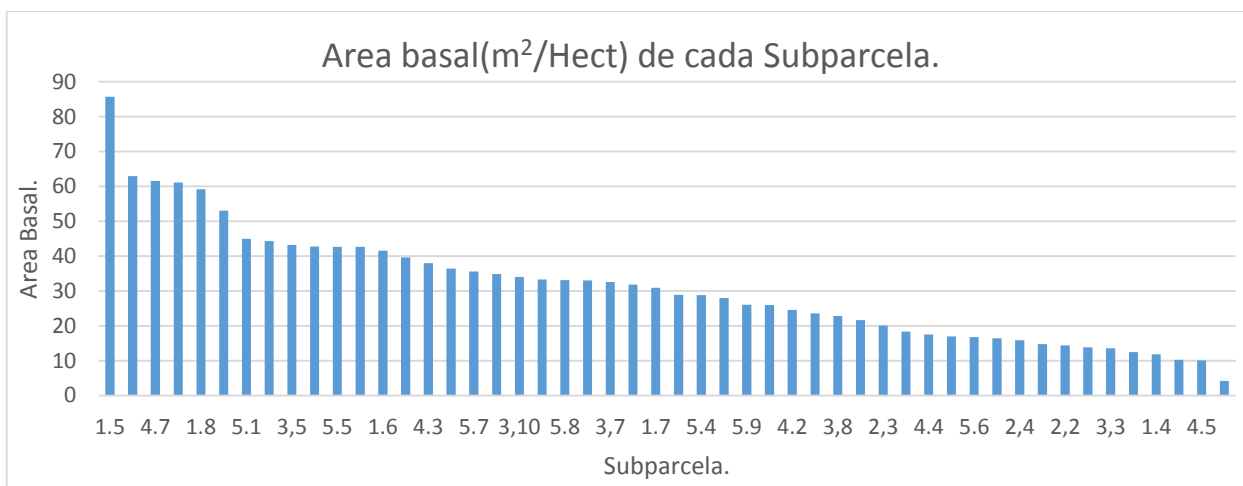


Figura 14. Áreas basales en  $m^2/Hect$  de las subparcelas de muestreo.

La Tabla 1 muestra el valor de los estadígrafos estadísticos utilizados para calcular el tamaño de la muestra.

Tabla 1. Valores de estadígrafos del pre-muestreo.

Estadígrafos	Valor
Media ( $m^2/ha$ )	31.15
Desviación estándar ( $m^2/ha$ )	16.56
Coefficiente de variación	0.53
Error de muestreo	15%
Tamaño de la muestra.	35

Ya calculado el tamaño de la muestra se determinó la realización de 50 subparcelas, las cuales fueron distribuidas al azar en el área del bosque como se muestra en la Figura 15, siguiendo la metodología propuesta por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (2013), estas unidades

de muestreo serán las que nos proporcione la información de la composición florística y estructura del bosque.



Figura 15. Localización de unidades de muestreo utilizadas para el inventario.

### 3.4. Clasificación de las especies

Se obtuvieron fotografías de las especies presentes en el bosque alto andino montaña de Duartes, en las cuales se logra observar en su forma natural las hojas, fuste, corteza, duramen, exudados y en algunas de ellas, sus flores y frutos, como se puede ver en la Figura 16.



*Figura 16. Registro fotográfico de especies (Tuno: Miconia sp).*

La Tabla 2 y

Tabla 3 muestran la composición florística del bosque montaña de Duartes del municipio de Chiscas, Boyacá.

Tabla 2 Composición florística de fustales del bosque alto andino Montaña de Duartes en el municipio de Chiscas en Boyacá.

ID	N Común	N Científico	Familia
1	Garrocho	<i>Viburnum triphyllum Benth</i>	Adoxáceae
2	Higuerón	<i>Oreopanax floribundum Kunth</i>	Araliáceae
3	Trementino	<i>Paragynoxys sp Cuatrec.</i>	Asteráceae
4	Escubillo	<i>Brunellia trygina Cuatrec.</i>	Brunelliaceae
5	Granizo	<i>Hedyosmum bonplandianum H. B. K</i>	Chloranthaceae
6	Cacao	<i>Clethra lanata M Martens &amp; Galeotti</i>	Cletráceae
7	Gaque	<i>Clusia multiflora Kunth</i>	Clusiaceae
8	Encenillo	<i>Weinmannia tomentosa L.f.</i>	Cunoniaceae
9	Palma boba	<i>Cyathea andina (H.Karst.) Domin.</i>	Cyatheaceae
10	Raco	<i>Vallea stipularis L. f.</i>	Elaeocarpaceae
11	Coronito	<i>Bejaria aestuans Mutis ex L.</i>	Ericáceae
12	Pepo	<i>Hieronyma sp Cuatrec</i>	Euphorbiaceae
13	Hojarasco	<i>Ocotea calophylla Mez.</i>	Lauráceae
14	Tuno	<i>Miconia sp Ruiz &amp; Pav.</i>	Melastomataceae
15	Acerito	<i>Myrsine sp L.</i>	Myrsinaceae
16	Cucharo	<i>Myrsine guianensis (Aubl.) Kuntze</i>	Myrsinaceae
17	Arrayan	<i>Myrcianthes sp (Ortega) McVaugh</i>	Myrtaceae
18	Pata de vaca	<i>Piper virginense L.</i>	Piperaceae
19	Colorado	<i>Tibouchina sp Aubl.</i>	Rosaceae
20	Tunebo	<i>Prunus buxifolia Koehne.</i>	Rosaceae
21	Niguito	<i>Palicourea sp Aubl.</i>	Rubiaceae
22	Huesito	<i>Palicourea lineariflora Aubl.</i>	Rubiaceae
23	Huyamo	<i>Symplocos mucronata Bonpl.</i>	Symplocaceae
24	Huche	<i>Lyppia schlimii Turcz.</i>	Verbenaceae

Tabla 3. *Composición florística de latizales del bosque Montaña de Duartes en el municipio de Chiscas en Boyacá.*

ID	N Común	N Científico	Familia
1	Garrocho	<i>Viburnum trypillum Benth</i>	Adoxaceae
2	Higuerón	<i>Oreopanax floribundus Kunth.</i>	Araliaceae
3	Chilca	<i>Baccharis sp</i> (Ruiz y Pavón) Pers.	Asteraceae
4	Escubillo	<i>Brunellia trygina Cuatrec</i>	Brunelliaceae
5	Granizo	<i>Hedyosmum bonplandianum H. B. K</i>	Chloranthaceae
6	Gaque	<i>Clusia multiflora Kunth.</i>	Clusiaceae
7	Encenillo	<i>Weinmannia tomentosa L.f.</i>	Cunoniaceae
8	Hojarasco	<i>Ocotea calophylla Mez.</i>	Lauraceae
9	Tuno	<i>Miconia sp Ruiz &amp; Pav.</i>	Melastomataceae
10	Acerito	<i>Myrsine sp L.</i>	Myrsinaceae
11	Cucharero	<i>Myrsine guianensis (Aubl.) Kuntze</i>	Myrsinaceae
12	Colorado	<i>Tibouchina sp Aubl.</i>	Rosaceae
13	Tunebo	<i>Prunus buxifolia Koehne</i>	Rosaceae
14	Huesito	<i>Palicourea lineariflora Aubl.</i>	Rubiaceae
15	Niguito	<i>Palicourea sp Aubl.</i>	Rubiaceae

Se muestrearon un total de 5 parcelas equivalentes a 5000m<sup>2</sup>, evaluando la categoría de fustales y 250m<sup>2</sup> para evaluar la categoría de latizales, registrando un total de 486 individuos en la categoría de fustales y 57 individuos en la categoría de latizales, para un total de 543 individuos.

En el inventario florístico se encontraron 25 especies de las cuales se identificaron 17 pertenecientes a 22 familias y 23 géneros, las familias más representativas en el bosque son Myrsinaceae, Rosaceae y Rubiaceae, siendo notorio el no encontrar Roble (*Quercus humboldtii*), especie representativa de bosque andino.

### 3.5. Usos

Los usos zonales y potenciales de las especies encontradas en el bosque alto andino montaña de Duartes en el municipio de Chiscas en Boyacá, se presentan en el Apéndice A. Siendo notorio que la forma más común de aprovechar el bosque por la comunidad es la extracción de leña para la preparación de alimentos y madera rustica, para cabos de herramientas y pequeñas construcciones. A su vez se evidencia, el desconocimiento por parte de la comunidad de otros usos o los usos apropiados de las maderas existentes en el bosque y el desconocimiento de los usos de algunas especies, los cuales pueden generar ingresos a la comunidad, como es la reproducción y venta de especies para usos ornamentales y medicinales.

### 3.6. Composición florística.

**3.6.1. Índice de valor de importancia (IVI).** Fustal: La Figura 17 muestra la abundancia, frecuencia y dominancia de las especies más representativas del bosque, de la categoría de fustales. Siendo el *Myrsine guianensis* y el *Hedyosmum bonplandianum* las especies con mayor IVI, con el 59,067% y 39,015% respectivamente.

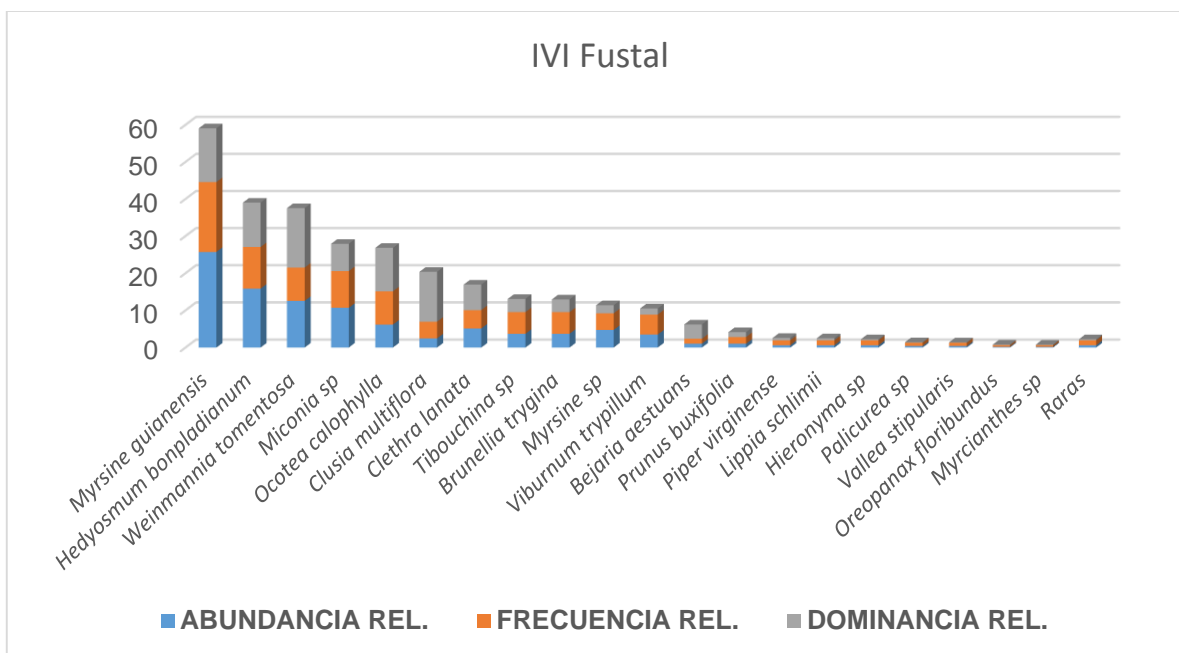


Figura 17. Índice de valor de importancia IVI de las especies del bosque montaña de Duarte para la categoría de Fustales.

*Myrsine guianensis* y *Hedyosmum bonplandianum* son las especies más representativas del IVI con valores de (59,067%) y (39,015%) respectivamente debido a su alta abundancia y frecuencia. *Weinmannia tomentosa* es la especie con el tercer valor más alto de IVI (37,530) debido a que es la especie con mayor dominancia.

*Clusia multiflora*, es la especie que ocupa el quinto lugar en IVI (20.373%), debido a su segundo lugar en dominancia (13.141%), a pesar de no poseer alta abundancia (2.469%) y frecuencia (4.484%).

*Myrsine guianensis*, *Hedyosmum bonplandianum* y *Weinmannia tomentosa* son las especies con mayor valor de abundancia, frecuencia y dominancia, estas características hacen que estas especies sean reinantes en el bosque. *Paragynoxys sp*, *Symplocos mucronata*, *Vallea stipularis*, *Myrcianthes sp*, *Oreopanax floribundus*, *Cyathea andina*, *Palicourea sp*, *Piper virginense*,

Hieronyma sp con valores bajos de abundancia, frecuencia y dominancia representan menor importancia económica y ecológica, las cuales adoptan la categoría de especies acompañantes.

**Abundancia:** La especie más abundante en el bosque es el *Myrsine guianensis* (25,72%) seguido de *Hedyosmum bonplandianum* (15,84%) y *Weinmannia tomentosa* (12,55%).

**Frecuencia:** Las especies más frecuente en el estudio son: *Myrsine guianensis*, *Hedyosmum bonplandianum* y *Miconia sp*, con 18,83%, 11,21% y 9,86% respectivamente.

**Dominancia:** En el bosque montaña de Duartes la especie que presentó mayor dominancia es *Weinmannia tomentosa* (16,01%) seguido de *Myrsine guianensis* (14,513%) y *Clusia multiflora* (13,41%).

**Latizal:** La Figura 18 muestra la abundancia, frecuencia y dominancia de las especies del bosque, en la categoría de latizales. Siendo el *Palicourea sp* la especie con mayor IVI (59,44 %) debido a su alta dominancia y abundancia, seguido de *Myrsine guianensis* con un (59,39 %) por su alta abundancia y frecuencia.

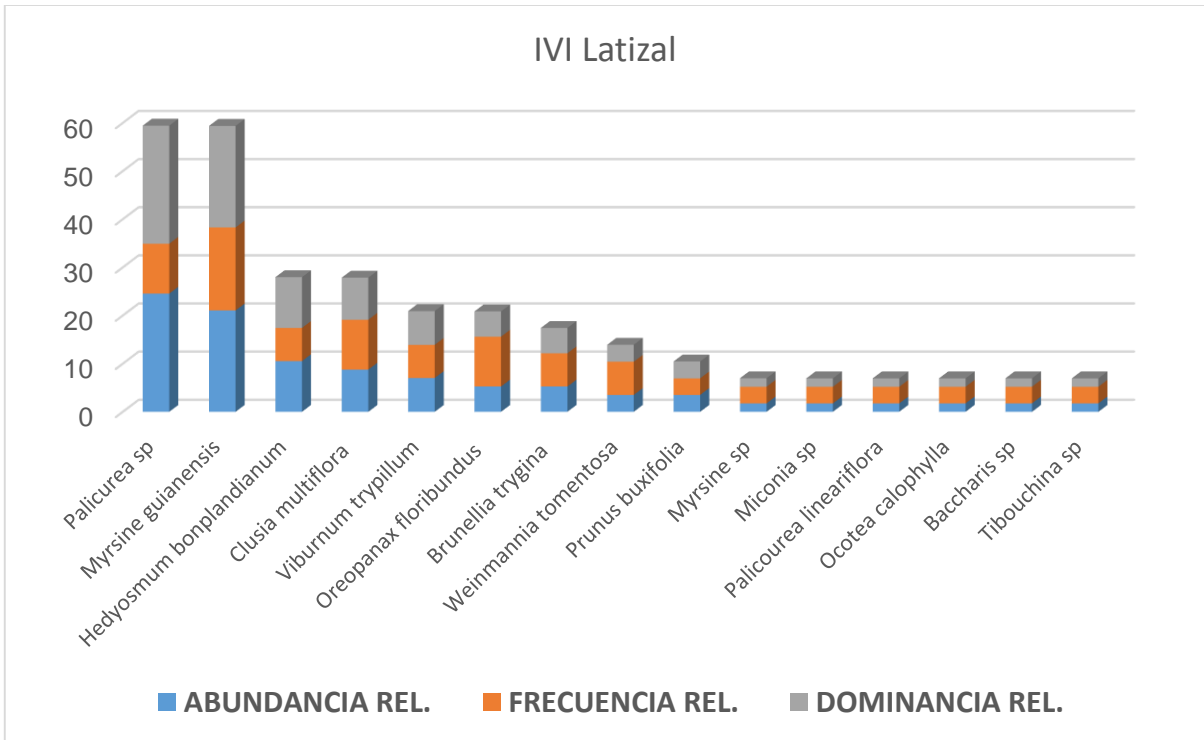


Figura 18. Índice de valor de importancia IVI de las especies del bosque montaña de Duarte para la categoría de Latizales.

**Abundancia:** Las especies más abundantes son *Palicourea sp* (24,56%), *Myrsine guianensis* (21,05%) y *Hedyosmum bonplandianum* (10,52%).

**Frecuencia:** *Myrsine guianensis* (17,24%), *Palicourea sp* (10,34%), *Clusia multiflora* (10,34%) e *Oreopanax floribundus* (10,34%) son las especies más frecuentes en el bosque.

**Dominancia:** En la categoría de latizal las especies más dominantes son *Palicourea sp* (24,53%), *Myrsine guianensis* (21,09%) y *Hedyosmum bonplandianum* (10,54%).

Las especies más importantes en la regeneración natural del bosque son *Myrsine guianensis*, *Palicourea sp* y *Hedyosmum bonplandianum*, las cuales presentan la mayor abundancia, frecuencia y dominancia es decir que pueden llegar a ocupar los estratos superiores.

**3.6.2. Índice de importancia ampliado (IIA).** La Figura 19 muestra el índice de importancia ampliado del bosque alto andino de la montaña de Duarte mostrando claramente la jerarquía de las especies, siendo *Myrsine guianensis* (97.36%), *Hedyosmun bonplandianum*

(56.46%), *Weinmannia tomentosa* (47,93%), *Clusia multiflora* (39.48%) las especies más importantes de este bosque, ya que se encuentran presentes en las dos categorías, fustal y latizal, es decir que sus poblaciones presentan mejores posibilidades de ocupar el dosel.

*Palicourea sp* (36.34%), y *Oreopanax floribundum* (16.41%) presentan alta abundancia y frecuencia en latizal, lo que indica que tienen alta regeneración y con el tiempo podrían llegar a ocupar un lugar en los estratos superiores.

*Baccharis sp* (5.20%), es la única especie que no está representada en la categoría de fustales, debido a que por ser un arbusto, solo se encuentra en latizal.

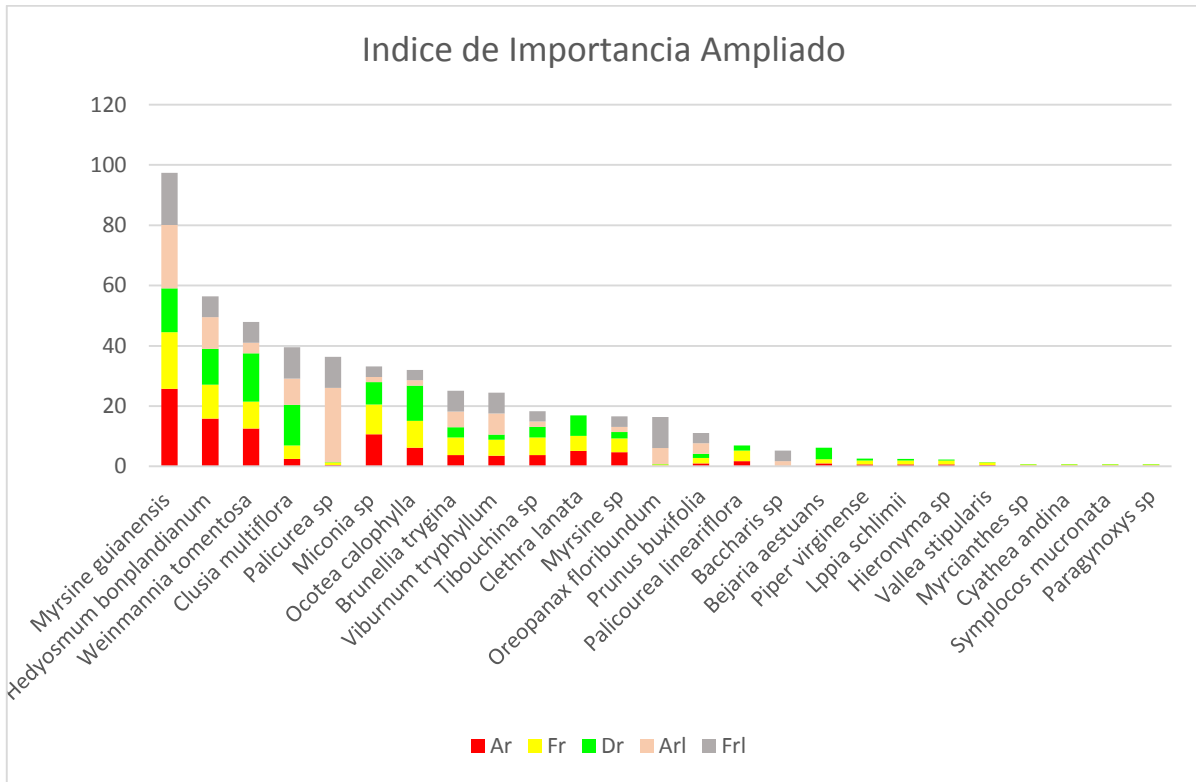


Figura 19. Índice de importancia ampliado IIA, para el bosque alto andino, montaña de Duartes.

### 3.7. Estructura horizontal.

**3.7.1. Índice de predominio fisionómico (IPF).** La Figura 20 muestra el Índice de Predominio Fisionómico de las especies en la categoría de fustales, siendo el *Myrsine guianensis* el de mayor valor (50,99%), seguido por *Weinmannia tomentosa* (48,12%), debido a su alta dominancia y densidad relativa. *Clusia multiflora* (41,39%), ocupa el tercer lugar por su alta cobertura relativa a pesar de su baja dominancia y densidad relativa.

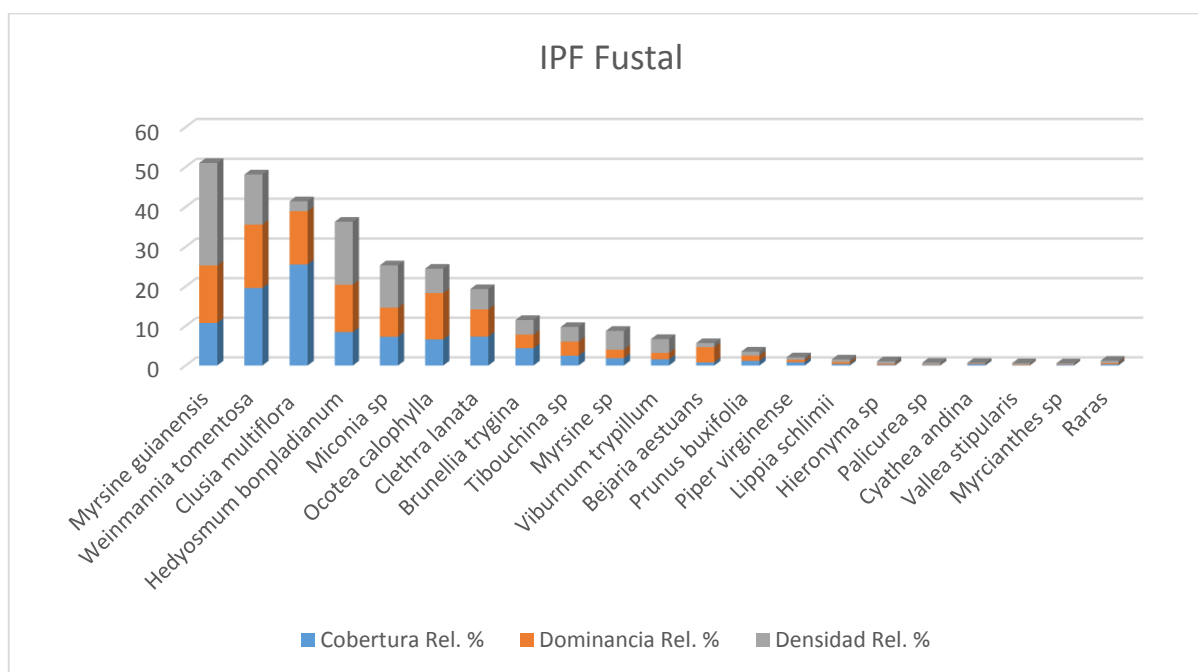


Figura 20. Índice de Predominio Fisionómico de las especies en la categoría de fustales, del bosque alto andino montaña de Duarte en el municipio de Chiscas, Boyacá.

La Figura 21 muestra el Índice de Predominio Fisionómico de las especies en la categoría de latizales. *Myrsine guianensis* es la especie con mayor IPF (81,705%), seguido de *Palicourea sp* (59,85%), en tercer y cuarto lugar se encuentran *Hedyosmum bonpladianum* (32,42%) y *Clusia multiflora* (32,39%) respectivamente.

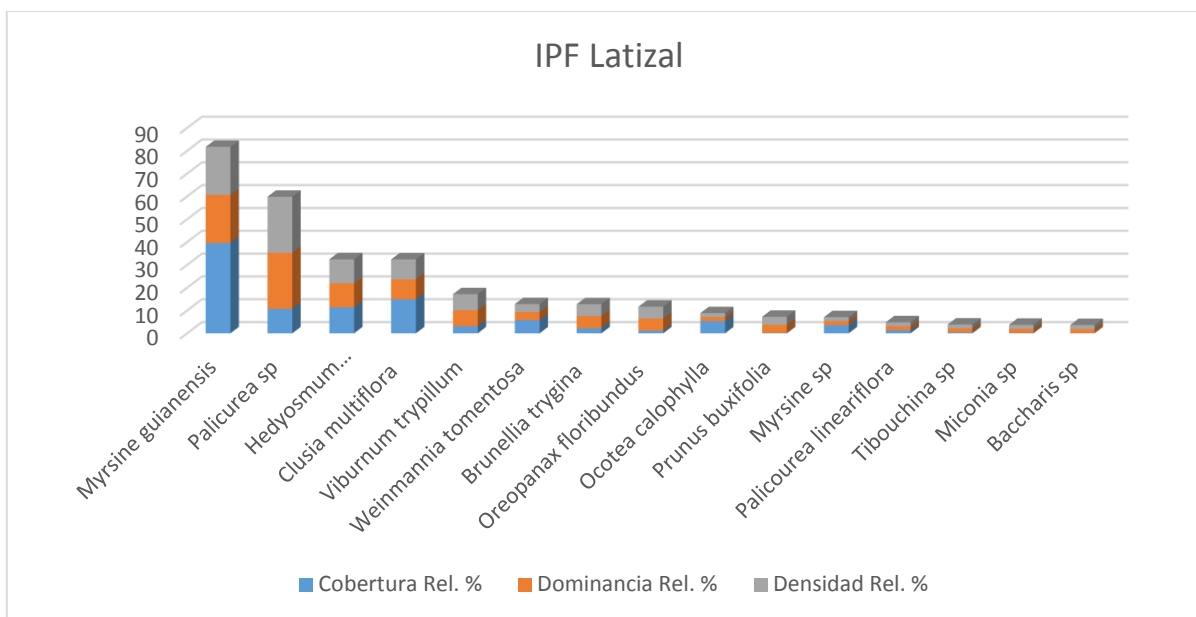


Figura 21. Índice de Predominio Fisionómico de las especies en la categoría de latizales, del bosque Montaña de Duarte en el municipio de Chiscas, Boyacá.

### 3.8. Estructura vertical

**3.8.1. Índice de posición sociológica.** La Figura 22 muestra las especies con mayor IPS las cuales son *Myrsine guianensis* (56,51%), *Hedyosmum bonplandianum* (36,65%), *Miconia sp* (23,76%), *Weinmannia tomentosa* (23,37%), *Ocotea calophylla* (11,38%), *Myrsine sp* (10,81%), *Tibouchina sp* (8,80%) y *Brunellia trygina* (8,23%), que por su presencia en los tres estratos tienen su supervivencia asegurada en el bosque.

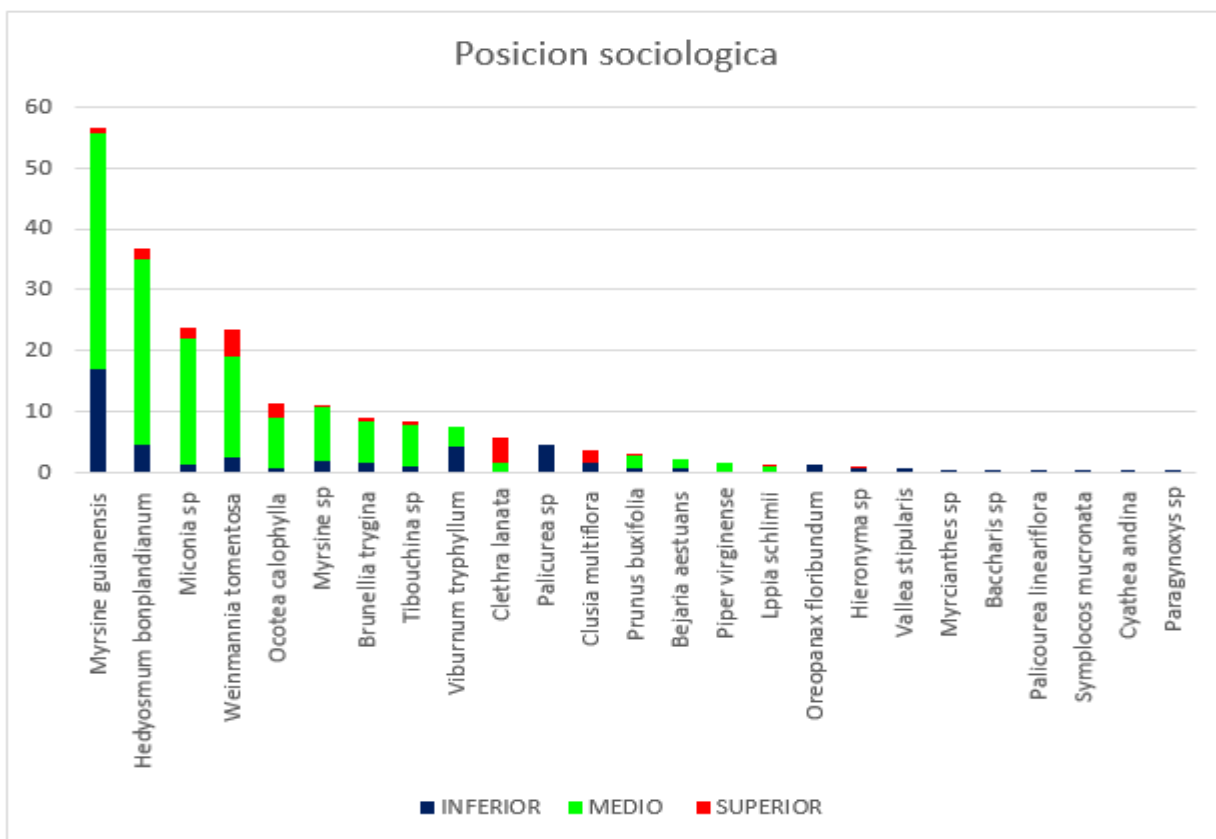


Figura 22. Índice de Posición Sociológica de las especies del bosque Montaña de Duarte en Chiscas, Boyacá.

Se lograron diferenciar tres estratos, inferior (alturas menores e iguales a 8m), medio (alturas mayores a 8m y menores e iguales de 15m), superior (alturas superiores a 15m), siendo el estrato medio el que presenta la mayor cantidad de individuos (284).

La altura promedio de los individuos medidos en la categoría de fustales del bosque es de 12,775 metros por lo cual se clasifica como bosque bajo con altura superior a 5 metros pero menor de 15 metros (IDEAM, 2010)

### 3.8.2. Perfiles de vegetación.

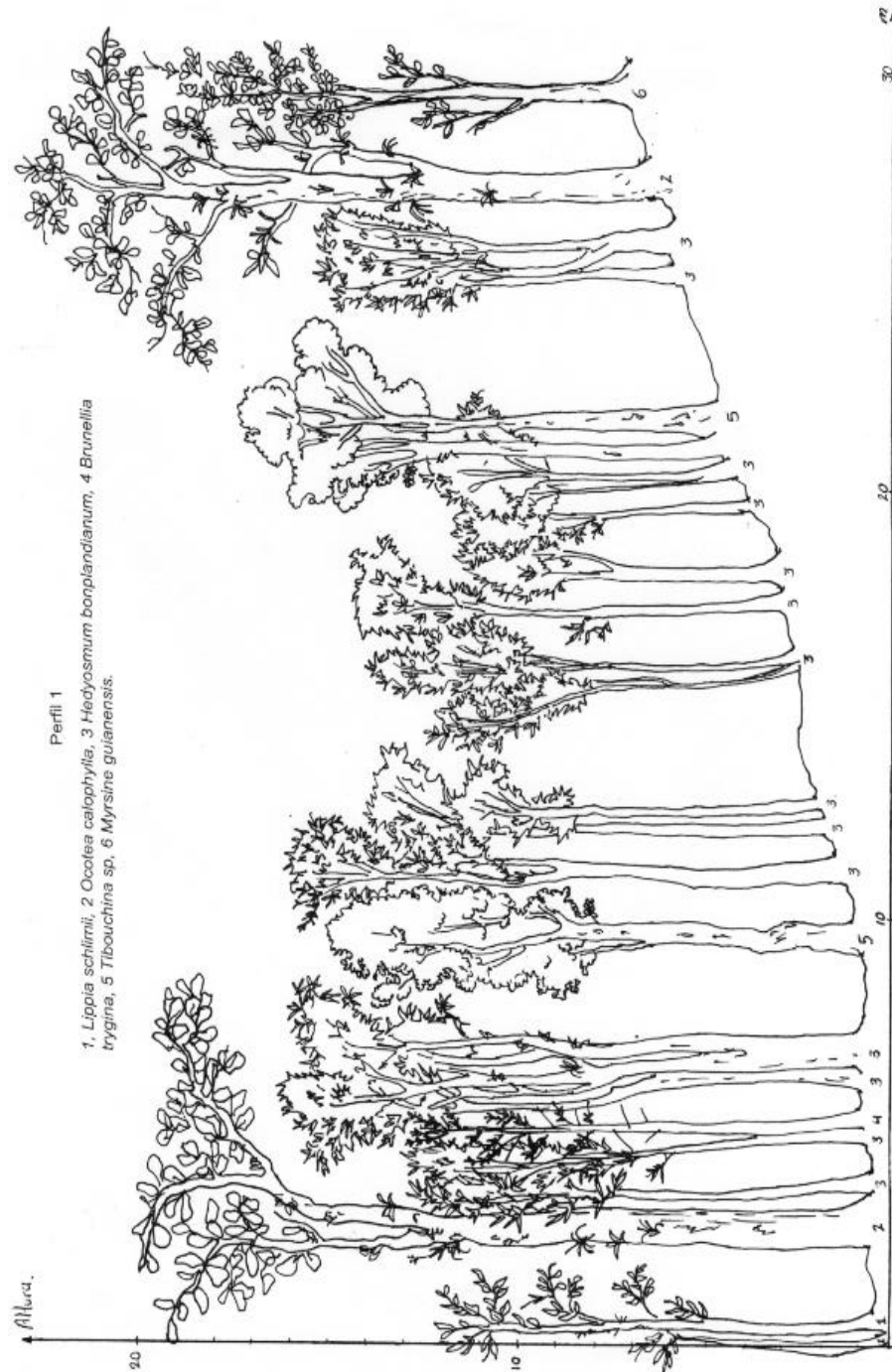


Figura 23. Perfil de vegetación parcela 1. Elaboró: Samuel Barrera Herrera

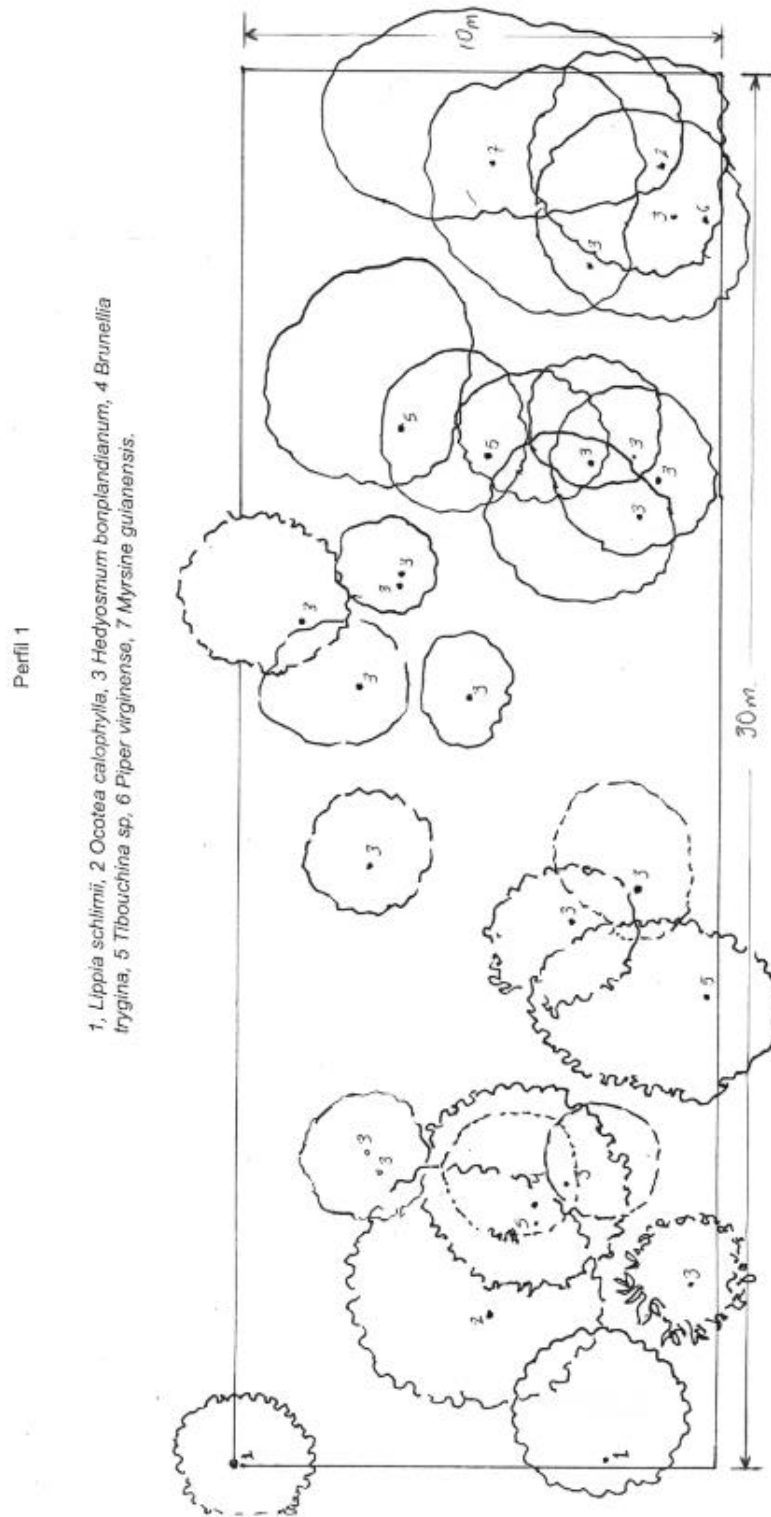


Figura 24. Perfil superior de copas parcela 1. Elaboró: Samuel Barrera Herrera.

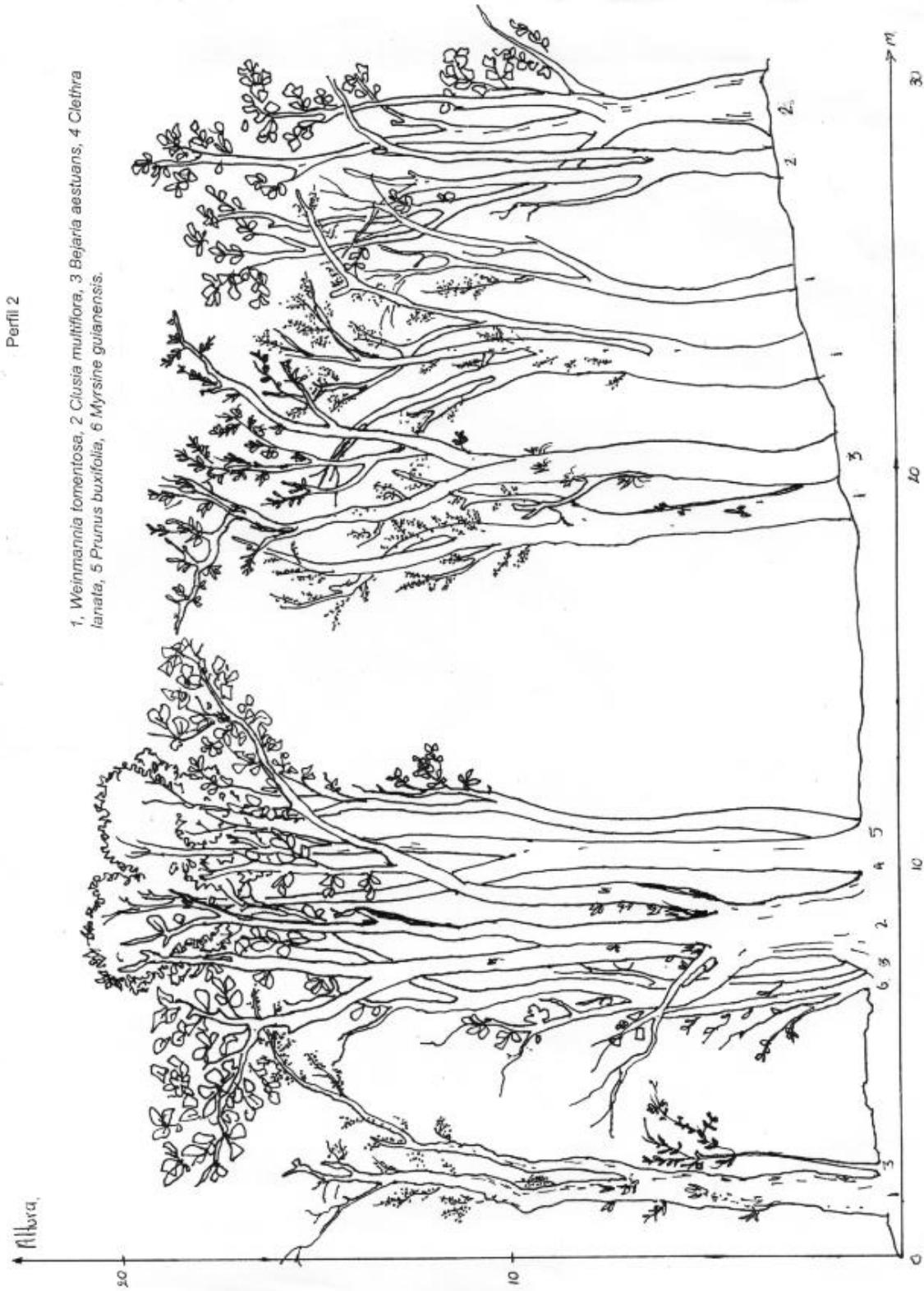


Figura 25. Perfil de vegetación parcela 2. Elaboró: Samuel Barrera Herrera

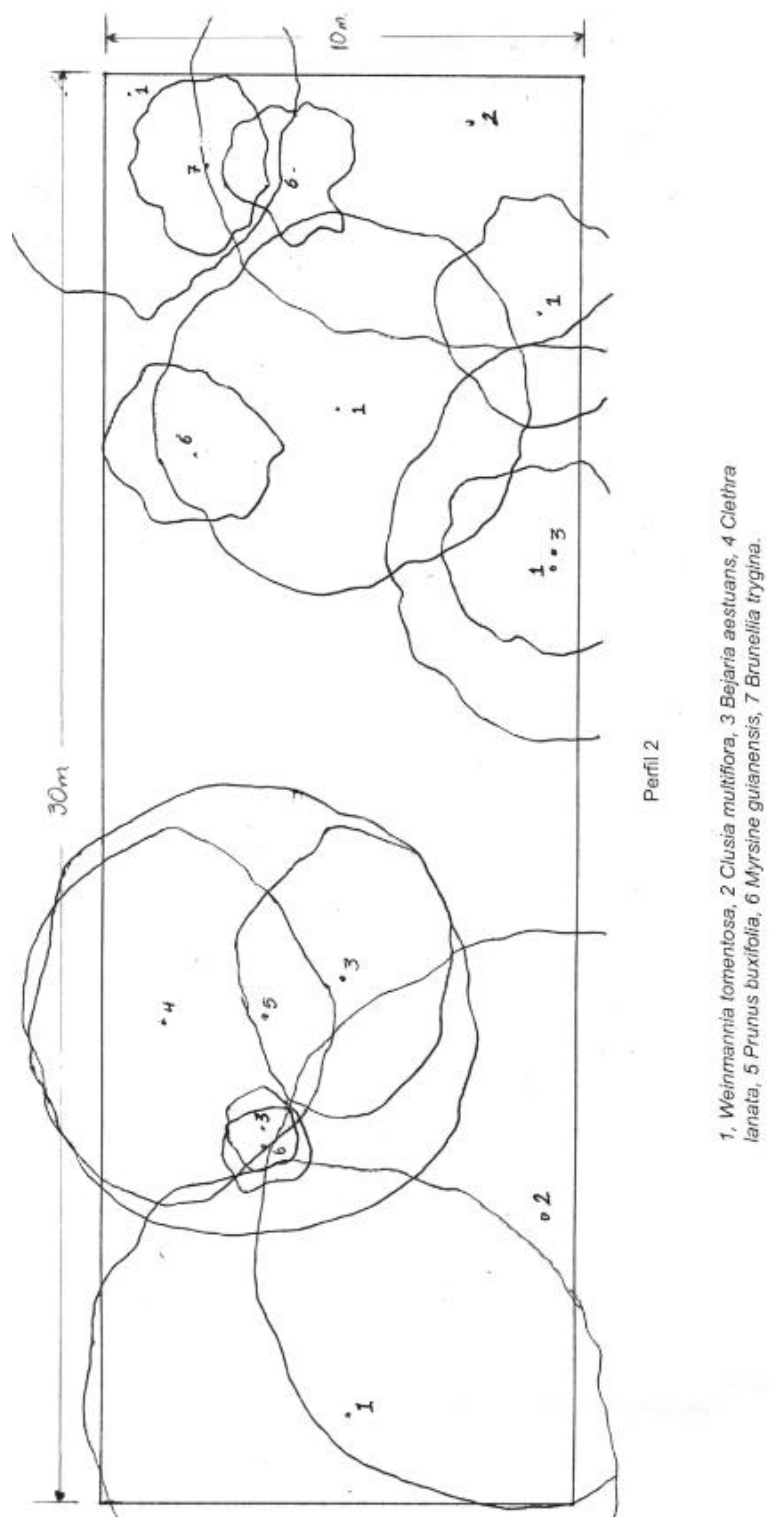


Figura 26. Perfil superior de copas parcela 2. Elaboró: Samuel Barrera Herrera

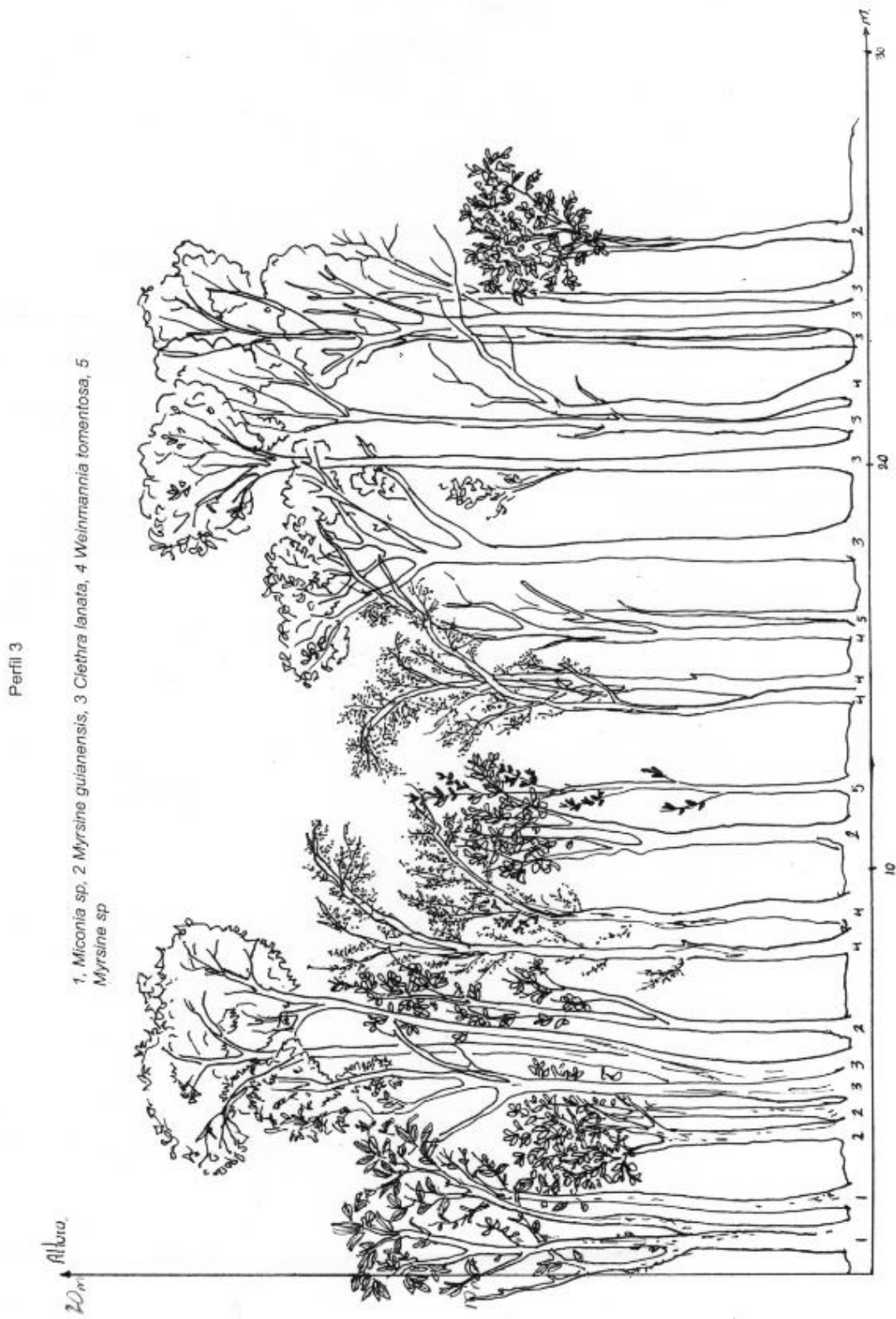
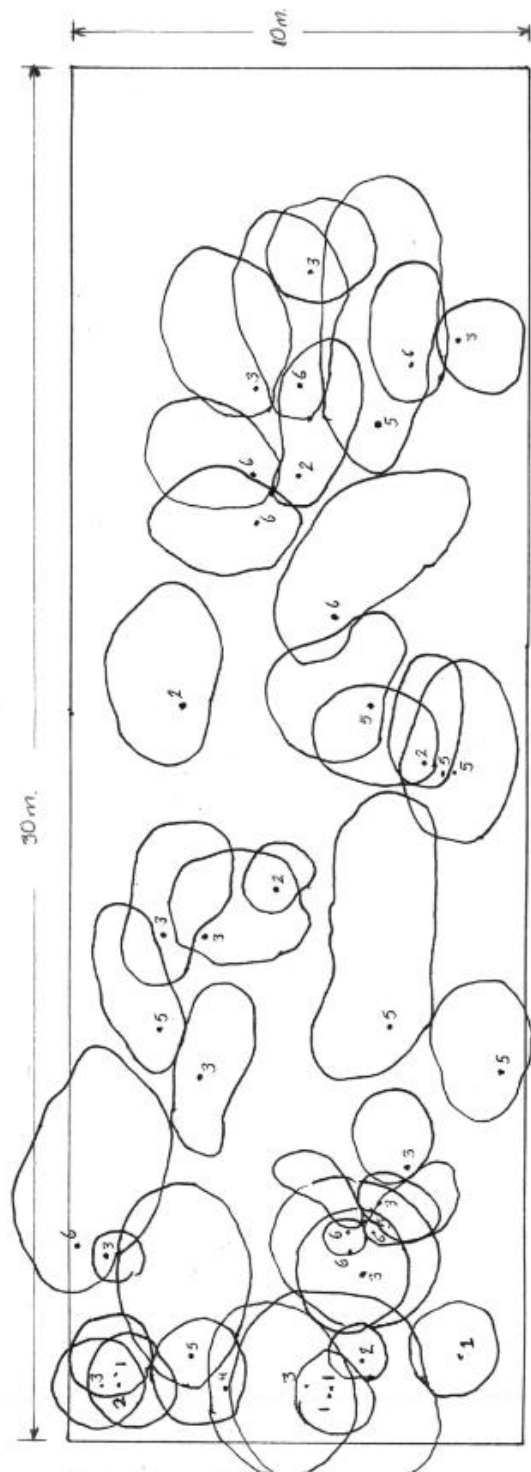


Figura 27. Perfil de vegetación parcela 3. Elaboró: Samuel Barrera Herrera



Perfil 3

1. *Miconia* sp., 2 *Myrsine* sp., 3 *Myrsine guianensis*, 4 *Ocotea calophylla*, 5 *Weinmannia tomentosa*, 6 *Clethra lanata*.

Figura 28. Perfil superior de copas parcela 3. Elaboró: Samuel Barrera Herrera

### 3.9. Diversidad alfa

El bosque montaña de Duartes presenta una riqueza de especies de 24 y 15 especies para fustal y latizal respectivamente, siendo la *Baccharis sp* la especies de regeneración natural no encontradas en la categoría de fustales.

De acuerdo al índice de Margalef y Menhinick que evalúan la riqueza específica, el bosque presenta alta diversidad, ya que su valor es mayor de 3 en las dos categorías, es decir que el bosque tiene alta regeneración natural en la mayor proporción de especies.

La dominancia, reflejada en el índice de Simpson muestra que el bosque tiene baja dominancia, con una heterogeneidad del 86% y una proporción de la especie más abundante determinado por el Índice de Berger-Parker de 0,2 tanto para fustal como para latizal.

La equidad evaluada por el índice de Shannon-Weiner arroja un valor superior a 2 para las dos categorías, lo que indica que el bosque posee una distribución uniforme de las especies.

La Tabla 4 muestra los resultados de los índices utilizados para evaluar la diversidad alfa del bosque.

Tabla 4 Valor de índices que representan el Alfa diversidad del bosque montaña de Duartes en el municipio de Chiscas en Boyacá.

ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD		Fustal	Latizal	
Bosque Montaña de Duartes		Riqueza de especies	24	15
Índices de riqueza específica		Índice de Margalef	3,556	3,462
		Índice de Menhinick	1,043	1,986
Estructura Índices de abundancia proporcional	Dominancia	Índice de Simpson ( $\Lambda$ )	0,138	0,132
		1- $\lambda$ (Heterogeneidad)	86,788%	86,180%
		Índice de Berger-Parker	0,257	0,245
	Equidad	Índice de Shannon-Wiener	2,3593	2,280

#### 4. Conclusiones

- El bosque alto andino se encuentra en un estado de sucesión de bosque secundario, puesto que años atrás fue altamente intervenido, debido a la extracción selectiva de madera, corteza y tala para el establecimiento de potreros por parte de los colonos. Una de las maneras de conocer su estado es por la abundancia y frecuencia de las especies reinantes en el bosque, *Myrsine guianensis*, *Hedyosmum bonplandianum* y *Weinmannia tomentosa*, las cuales son especies tardías debido a que son poco exigentes en condiciones de suelos, luminosidad y se preocupan más por extenderse que por competir.
- El bosque andino montaña de Duarte presenta una gran diversidad de especies vegetales representado por los índices de Margalef, Menhinick y su baja dominancia se ve reflejada por los índices de Simpson y Berger-Parker.
- La cobertura boscosa montaña de Duarte en el municipio de Chiscas, Boyacá, corresponde a Bosque denso bajo de tierra firme según la clasificación CORINE Land Cover adaptada para Colombia. Escala 1:100.000.
- El bosque montaña de Duarte presenta una cobertura heterogénea, con alta abundancia de individuos de las familias Myrcinaceae, Rosaceae y Rubiaceae, las cuales son típicas de los bosques andinos colombianos.
- El ecosistema investigado no presenta especies vedadas, raras o amenazadas, siendo notorio la ausencia del roble (*Quercus humboldtii*), especie representativa de los bosques andinos colombianos, el cual fue fuertemente aprovechado por la comunidad para la extracción de madera.

## 5. Recomendaciones

- Llevar a cabo otros estudios relacionados con la fauna y productos no maderables del bosque que complementen este estudio.
- Elaboración de una ruta que conlleve a la declaración de este ecosistema como área protegida ya que este es de gran valor ecológico, paisajístico y cultural de la región.
- Realizar estudios edáficos que determinen los mecanismos utilizados por la especies para desarrollarse en las condiciones de suelos actuales.
- Llevar a cabo otros estudios sobre servicios ecosistemicos brindados por el bosque, el cual puedan llegar a beneficiar a la comunidad aledaña a este.

### Referencias Bibliográficas

- Alvis Gordo, José F. (2009). Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayán. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 7(1), 115-122. doi: <http://revistabiotecnologia.unicauca.edu.co/revista/index.php/biotecnologia/article/view/114>
- Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. (2013). Por la cual se modifica el permiso de Investigacion científica en diversidad biologica. Resolucion 1332 del 26 de Diciembre de 2013.
- Congedo, Luca. (2017). Semi-automatic classification plugin for QGIS doi: 10.13140/RG.2.2.29474.02242/1.
- Finol Urdaneta, H. (1971). Nuevos parámetros a considerarse en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales. . *Revista Forestal Venezolana (Venezuela)* v. 14 (21) p. 29-42 Recuperado de: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/31645/1/articulo5.pdf>.
- Holdridge, Leslie R. (1987). *Ecología basada en zonas de vida*: Agroamérica Recuperado de: [https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=m3Vm2TCjM\\_MC&oi=fnd&pg=PR9&dq=Ecolog%C3%ADa+basada+en+zonas+de+vida.&ots=oMhDZy2ICN&sig=oOnEDHXBaXiUVzLsieUncZUC2VA&redir\\_esc=y#v=onepage&q=Ecolog%C3%ADa%20basada%20en%20zonas%20de%20vida.&f=false](https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=m3Vm2TCjM_MC&oi=fnd&pg=PR9&dq=Ecolog%C3%ADa+basada+en+zonas+de+vida.&ots=oMhDZy2ICN&sig=oOnEDHXBaXiUVzLsieUncZUC2VA&redir_esc=y#v=onepage&q=Ecolog%C3%ADa%20basada%20en%20zonas%20de%20vida.&f=false).
- Hosokawa, R, Hosokawa, R, Machado, S, Silva, R, daBranco, E, Vieira, G, . . . Machado, F. (1986). Manejo e economia de florestas, Roma, Italia: FAO.
- Instituto de Investigacion de Recursos Biologicos Alexander Von Humboldt. (1998). Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad en Colombia. Bogota, Colombia: IAvH.
- Instituto de Investigacion de Recursos Biologicos Alexander Von Humboldt. (2006). *Manuel de Metodos para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad*. Bogota, Colombia: IAvH.
- Instituto de Hidrologia Metereologia y Estudios Ambientales. (2010). *Leyenda nacional de coberturas de la tierrametodología CORINE land cover adaptada para Colombia escala 1: 000.000*. Bogota, Colombia, IDEAM.

- Lamprecht, Hans. (1990). *Silvicultura en los trópicos: los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas, posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido*: Berlin, Alemania: GTZ.
- Lozada, J. (2008). Sucesión vegetal en bosques aprovechados de la Reserva Forestal Caparo y Reserva Forestal Imataca, Venezuela. *Revista Forestal Venezolana* 2(53) 216-228 Recuperado de: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/31152/1/tesis2.pdf>.
- Magurran, P. (1998). *Diversidad ecológica y su medición*. Barcelona, España: Ediciones Vedral.
- Ministerio del Medio Ambiente.(2002). *Guías técnicas para la ordenación y el manejo sostenible de los bosques naturales*, Bogotá, Colombia: Ministerio del Medio Ambiente:ACR:OIMT.
- Moreno, Claudia. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T-Manuales y Tesis SEA. Zaragoza, España: Gorfi S.A.
- Orozco, Lorena, & Brumer, Cecilia. (2002). *Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central*, Turrialba, Costa Rica: CATIE.
- Peet, Robert K. (1974).The measurement of species diversity. *Annual review of ecology and systematics*, 5(1), 285-307 Recuperado de: <http://www.annualreviews.org/doi/pdf/210.1146/annurev.es.1105.110174.001441>
- Rangel, JO, Lowy, P, & Aguilar, M. (1997). *Colombia diversidad biótica II: tipos de vegetación en Colombia Bogotá, Colombia: Universidad Nacional*.
- Richards, P. (1996). *The tropical rain forest*. Londres, Inglaterra: Cambridge University Press.
- Rodríguez Becerra, Manuel, & Becerra, Manuel Rodríguez. (2003). *Los múltiples servicios de los bosques y el desarrollo sostenible en Colombia*. Conferencia Internacional de Bosques. Colombia: país de bosques y vida. Santa Marta, Colombia.

## Apéndices

Apéndice A. Usos zonales y potenciales de las especies encontradas en el bosque alto andino montaña de Duartes en el municipio de Chiscas en Boyacá.

<b>N Científico</b>	<b>Uso Zonal</b>	<b>Uso Potencial</b>
<i>Viburnum trypillum</i>	Leña	Ornamental, cercas vivas y construcciones.
<i>Oreopanax floribundum</i>	Leña	Ornamental, ebanistería y artesanías.
<i>Paragynoxys sp.</i>	Leña	Desconocido
<i>Brunellia trygina.</i>	Leña y camas de arado	Desconocido
<i>Hedyosmum bonplandianum</i>	Leña y medicinal y construcciones	Infusiones medicinales y construcciones.
<i>Clethra lanata.</i>	Leña y construcción.	Desconocido
<i>Clusia multiflora.</i>	Leña	Resina utilizada para curar heridas, elaborar purgas e inciensos.
<i>Weinmannia tomentosa.</i>	Construcción, leña y curtiembre.	Leña, carbón, postes de cerca, construcción,(vigas y tablas) y curtiembre
<i>Cyathea andina.</i>	Construcción.	Desconocido.
<i>Vallea stipularis.</i>	Leña	Especie melífera, cercas vivas y carbón vegetal.
<i>Bejaria aestuans.</i>	Leña	Desconocido.

Continuación de Apéndice A.

<b><i>N Científico</i></b>	<b>Uso Zonal</b>	<b>Uso Potencial</b>
<i>Hieronyma sp.</i>	Alimento para aves.	Desconocido.
<i>Ocotea calophylla.</i>	Construcción y yugos de arado.	Ornamental, carbón vegetal.
<i>Miconia sp.</i>	Leña y construcción	Construcción, postes, leña y carbón
<i>Myrsine sp.</i>	Leña y cabos de herramienta.	Desconocido.
<i>Myrsine guianensis.</i>	Construcción y leña.	Ornamental, postes para cerca.
<i>Myrcianthes sp.</i>	Horcones de cerca y leña.	Elaboración de arados, piezas torneadas, ornamental.
<i>Piper virginense.</i>	Leña	Desconocido.
<i>Tibouchina sp.</i>	Horcones de cerca.	Ornamental.
<i>Prunus buxifolia.</i>	Cabos de herramientas.	Desconocido.
<i>Palicourea sp.</i>	Leña.	Desconocido.
<i>Palicourea lineariflora.</i>	No tiene uso.	Medicinal
<i>Symplocos mucronata.</i>	No tiene uso.	Desconocido.
<i>Lippia schlimii.</i>	Leña, construcción.	Desconocido.

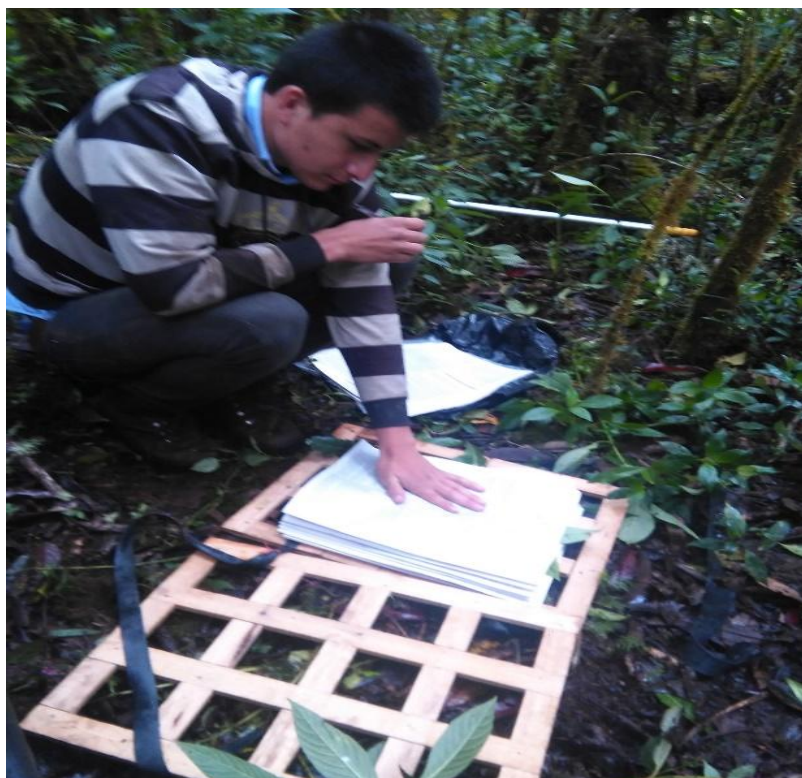
Apéndice B. *Fotografías de establecimiento de parcelas.*



Apéndice C. *Toma de diámetros y altura de los árboles.*



Apéndice D. Recolección de muestras botánicas.



Apéndice E. *Realización de calicatas y toma de muestras de suelo.*



Apéndice F. *Bosque alto andino montaña de Duarte.*



Apéndice G. Colecta de especies en campo para su clasificación taxonómica.



Apéndice G. 1. *Tibouchina sp Aubl.* (Colorado).



Apéndice G. 2. *Ocotea calophylla* Mez. (Hojarasco).



Apéndice G. 3. *Hedyosmum bonplandianum* H. B. K, (Granizo o silbo silbo).



Apéndice G. 4. *Myrsine guianensis* (Aubl.) Kuntze, (Cucharo).



Apéndice G. 5. *Brunellia trygina* Cuatrec, (Escubillo).



Apéndice G. 6. *Oreopanax floribundum* Kunth, (Higueron o Mano de oso).



Apéndice G. 7. *Clusia multiflora* Kunth, (Gaque).



Apéndice G. 8. *Clethra lanata* M Martens & Galeotti, (Cacao).



Apéndice G. 9. *Myrcianthes* sp (Ortega) McVaugh, (Arrayan).



Apéndice G. 10. *Weinmannia tomentosa* L.f, (Encenillo).



Apéndice G. 11. *Viburnum triphyllum* Benth, (Garrocho).



Apéndice G. 12. *Symplocos mucronata* Bonpl, (Huyamo).



Apéndice G. 13. *Palicourea lineariflora* Aubl (Huesito).



Apéndice G. 14. *Palicourea sp Aubl*, (Niguito).



Apéndice G. 15. *Prunus buxifolia* Koehne, (Tunebo).



Apéndice G. 16. *Bejaria aestuans* Mutis ex L, (Coronito).



Apéndice G. 17. *Cyathea andina* (H.Karst.) Domin, (Palma boba).



Apéndice G. 18. *Myrsine sp L*, (Acerito).



Apéndice G. 19. *Miconia sp Ruiz & Pav*, (Tuno).



Apéndice G. 20. *Vallea stipularis* L. f., (Raco).