



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 2

Neiva, \_\_27/05/2022\_\_

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad Neiva

El (Los) suscrito(s):

Danna Michel Salgado Salgado, con C.C. No. 1075310731,

Karen Viviana Duque Parra, con C.C. No. 1075314816,

Victor Camilo Murcia Rumique, con C.C. No. 1075291173,

Jhon Anderson Cortes Castro, con C.C. No. 1151950761,

Autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado titulado **CARACTERIZACIÓN DE LAS ESPECIES ARBÓREAS EN LOS RELICTOS DE BOSQUE SECO TROPICAL DEL SENDERO PARQUE BOSQUE PUERTO DE MOMICO (HOBO) Y SENDERO ECOLÓGICO DE YAGUARÁ (YAGUARÁ), HUILA, COLOMBIA**. Presentado y aprobado en el año \_\_2022\_\_ como requisito para optar al título de **LICENCIADO(A) EN CIENCIAS NATURALES: FÍSICA, QUÍMICA, BIOLOGÍA;**

Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales “open access” y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Vigilada Mineducación



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 2

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Danna Michel Salgado Salgado

*Danna Michel Salgado*

Firma: \_\_\_\_\_

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Karen Viviana Duque Parra

*Karen P*

Firma: \_\_\_\_\_

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Victor Camilo Murcia Rumique

*Victor Camilo Murcia Rumique*

Firma: \_\_\_\_\_

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Jhon Anderson Cortes Castro

*Jhon Anderson Cortes Castro*

Firma: \_\_\_\_\_



**TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: CARACTERIZACIÓN DE LAS ESPECIES ARBÓREAS EN LOS RELICTOS DE BOSQUE SECO TROPICAL DEL SENDERO PARQUE BOSQUE PUERTO DE MOMICO (HOBO) Y SENDERO ECOLÓGICO DE YAGUARÁ (YAGUARÁ), HUILA, COLOMBIA.**

**AUTOR O AUTORES:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
CORTES CASTRO	JHON ANDERSON
DUQUE PARRA	KAREN VIVIANA
MURCIA RUMIQUE	VICTOR CAMILO
SALGADO SALGADO	DANNA MICHEL

**DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
ARTEAGA OLIVEROS	JULIAN CAMILO

**ASESOR (ES):**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
DUEÑAS GÓMEZ	HILDA DEL CARMEN

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE: LICENCIADO(A) EN CIENCIAS NATURALES: FÍSICA, QUÍMICA, BIOLOGÍA.**

**FACULTAD: EDUCACIÓN.**

**PROGRAMA O POSGRADO: LICENCIATURA EN CIENCIAS NATURALES: FÍSICA, QUÍMICA, BIOLOGÍA**

**CIUDAD: Neiva**

**AÑO DE PRESENTACIÓN: 2022**

**NÚMERO DE PÁGINAS: 184**

**TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):**

Diagramas  Fotografías  Grabaciones en discos  Ilustraciones en general  Grabados   
Láminas  Litografías  Mapas  Música impresa  Planos  Retratos  Sin ilustraciones  Tablas  
o Cuadros

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional [www.usco.edu.co](http://www.usco.edu.co), link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



**SOFTWARE** requerido y/o especializado para la lectura del documento:

**MATERIAL ANEXO:**

Documentos de texto word y pdf

**PREMIO O DISTINCIÓN** (En caso de ser LAUREADAS o Meritoria):

MERITORIA

**PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:**

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>	<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. Relicto	Relict	6. _____	_____
2. Senderos	Trails	7. _____	_____
3. Bosque seco Tropical	Tropical dry forest	8. _____	_____
4. Caracterización	Characterization	9. _____	_____
5. Especies arbóreas	Tree species	10. _____	_____

**RESUMEN DEL CONTENIDO:** (Máximo 250 palabras)

El trabajo de investigación tuvo como objetivo caracterizar las especies arbóreas en los relictos de Bosque seco tropical del Sendero Parque Bosque Puerto de Momico (Hobo) y Sendero Ecológico de Yaguará. Surgió por la falta de estudios pertinentes sobre las especies arbóreas de las riberas del embalse de Betania en zonas de cobertura vegetal de Bosque seco Tropical y también el poco material bibliográfico de apoyo dentro del programa de educación ambiental de la Central Hidroeléctrica



Betania, por ello se consideró necesario la elaboración y divulgación de información científica referente al estado actual de los relictos de bosque de algunas riberas del embalse ya que es un ecosistema modificado el cual cuenta con especies endémicas y/o de importancia; a nivel estructural se conoció la composición de estos relictos de bosque permitiendo estimar la madurez del mismo en distintas zonas de los senderos. La metodología se dividió en cuatro fases: planeación y reconocimiento, campo, laboratorio y análisis, y por último resultados. Se obtuvo la elaboración de un libro guía de las especies arbóreas donde se hizo referencia a su estado actual de conservación, un informe técnico de las zonas de muestreo con la estimación de su estructura y riqueza de especies. Fue pertinente el desarrollo de este trabajo de investigación porque contribuye a la ampliación de registro biológico de las especies florísticas arbóreas de los relictos, permitiendo articular a futuro estudios enfocados en la conservación y/o preservación de este tipo de hábitats tan fragmentados dentro de la región y el país.

**ABSTRACT:** (Máximo 250 palabras)

The objective of the research work was to characterize the tree species in the relicts of the Tropical Dry Forest of the Puerto de Momico Forest Park Trail (Hobo) and the Yaguará Ecological Trail. It arose due to the lack of relevant studies on the tree species on the banks of the Betania reservoir in areas of tropical dry forest



vegetation cover and also the little bibliographic material within the support of the environmental education program of the Betania Hydroelectric Power Plant, for this reason it was The preparation and dissemination of scientific information regarding the current state of the relict forest on some banks of the reservoir is necessary, since it is a modified ecosystem which has endemic and/or important species; At a structural level, the composition of these forest remnants was known, allowing it to estimate its maturity in different areas of the trails. The methodology was divided into four phases: planning and reconnaissance, field, laboratory and analysis, and final results. The elaboration of a guide book of tree species was obtained where reference was made to their current state of conservation, a technical report of the test areas with the estimation of their structure and species richness. The development of this research work was pertinent because it contributed to the expansion of the biological record of the relict tree floristic species, allowing the articulation of future studies focused on conservation and/or there were such fragmented habitats within the region. and the country.

#### APROBACION DE LA TESIS

Nombre Presidente Jurado: Jhon Fredy Castañeda Gómez

Firma:

Nombre Jurado: María Natalia Montañez Velasquez

Firma:

Vigilada Mineducación



**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS**



**DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO**

<b>CÓDIGO</b>	<b>AP-BIB-FO-07</b>	<b>VERSIÓN</b>	<b>1</b>	<b>VIGENCIA</b>	<b>2014</b>	<b>PÁGINA</b>	<b>5 de 5</b>
---------------	---------------------	----------------	----------	-----------------	-------------	---------------	---------------

Nombre Jurado:

Firma:

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional [www.usco.edu.co](http://www.usco.edu.co), link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



UNIVERSIDAD  
**SURCOLOMBIANA**

**CARACTERIZACIÓN DE LAS ESPECIES ARBÓREAS EN LOS RELICTOS DE  
BOSQUE SECO TROPICAL DEL SENDERO PARQUE BOSQUE PUERTO DE  
MOMICO (HOB0) Y SENDERO ECOLÓGICO DE YAGUARÁ (YAGUARÁ), HUILA,  
COLOMBIA.**

**AUTORES**

**KAREN VIVIANA DUQUE PARRA  
VÍCTOR CAMILO MURCIA RUMIQUE  
DANNA MICHEL SALGADO SALGADO  
JHON ANDERSON CORTÉS CASTRO**

**ASESOR:**

**LIC. JULIAN CAMILO ARTEAGA OLIVEROS**

**CO-ASESORA:**

**MSC. HILDA DEL CARMEN DUEÑAS GÓMEZ**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN**

**LICENCIATURA EN CIENCIAS NATURALES: FÍSICA, QUÍMICA Y BIOLOGÍA**

**NEIVA – HUILA, COLOMBIA**

**ABRIL, 2022**



UNIVERSIDAD  
**SURCOLOMBIANA**

**CARACTERIZACIÓN DE LAS ESPECIES ARBÓREAS EN LOS RELICTOS DE  
BOSQUE SECO TROPICAL DEL SENDERO PARQUE BOSQUE PUERTO DE  
MOMICO (HOBO) Y SENDERO ECOLÓGICO DE YAGUARÁ (YAGUARÁ), HUILA,  
COLOMBIA**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADO EN CIENCIAS  
NATURALES: FÍSICA, QUÍMICA Y BIOLOGÍA**

**GRUPO SEMILLERO MAMAKIWE**

**GRUPO DE INVESTIGACIÓN Y PEDAGOGÍA EN BIODIVERSIDAD “GIPB”**

**AUTORES**

**KAREN VIVIANA DUQUE PARRA**

**VÍCTOR CAMILO MURCIA RUMIQUE**

**DANNA MICHEL SALGADO SALGADO**

**JHON ANDERSON CORTÉS CASTRO**

**ASESOR:**

**LIC. JULIAN CAMILO ARTEAGA OLIVEROS**

**CO-ASESORA:**

**MSC. HILDA DEL CARMEN DUEÑAS GÓMEZ**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN**

**LICENCIATURA EN CIENCIAS NATURALES: FÍSICA, QUÍMICA Y BIOLOGÍA**

**NEIVA – HUILA, COLOMBIA**

**ABRIL, 2022.**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

---

---

---

---

**JEFE DE PROGRAMA**

*Mónica Natalia Montañez J.*

**JURADO**

**NEIVA, 22 DE ABRIL 2022**

---

**JURADO**

## DEDICATORIA

En primera instancia dedico este logro y trabajo a Dios, quien habilitó mis condiciones humanas y naturales en la viabilidad, proyección y materialización de esta investigación.

En segunda instancia a mi madre Nubia Murcia Rumique, quien con sacrificio me transmitió los valores más importantes para mi desarrollo personal e interpersonal, inculcándome la voluntad de servir.

Por último, a mis tíos Jose Farith Murcia Rumique, Daniel Murcia Rumique y Jaime Murcia Rumique quienes me adoptaron como a un hijo y me brindaron su consejo y guía a lo largo de mi vida personal y de mi formación académica, al resto de mi familia, amigos y compañeros que han contribuido de múltiples formas en este trabajo.

*Víctor Murcia*

Dedico en primer lugar este trabajo a Dios por bendecirme, guiarme y concederme la sabiduría para culminar mis estudios y por poner en mi camino a mis compañeros de tesis.

A mis padres, Juan Carlos Duque, María Elena Parra a mi abuelita Elena Valenzuela y a mis hermanos Luciana, Natalia y Antony; por ser los seres más importantes en mi vida, gracias a su amor, paciencia y esfuerzo me ha impulsado a cumplir mis metas y a convertirme en la mujer que hoy soy; por ello este logro también es de ustedes.

*Karen V. Duque*

Gracias a Dios y a la Virgen María, por bendecirme y permitirme obtener mi título profesional, por darme la voluntad y sabiduría todos los días, por poner en mi camino a todas las personas que fueron esenciales durante todo mi proceso académico y personal.

A mi familia, en especial a mis padres, Luz Dary Salgado e Israel Salgado, por ser lo más importante en mi vida, por su amor y apoyo incondicional durante esta etapa. A mi mamá, que gracias a sus esfuerzos y sus sabios consejos me han hecho crecer personalmente, por ser mi ejemplo a seguir. A mis hermanos, Johana, Karla, Jorge, Marlon y Brenda por brindarme su cariño, motivación y apoyo para lograr esta meta tan importante.

*Danna Salgado*

Dedico este trabajo a la memoria de mis abuelos Efraín Cortés Murcia y Januario de Jesús Castro Araque quienes iluminan mi senda con todo lo que en vida me compartieron.

A mi madre Sandra Maritza Castro Osorio por haberme educado integralmente con valores, ética y su amor por la naturaleza, a mi padre Jhon Henry Cortés Vásquez por apoyarme incondicionalmente en todas mis decisiones y demostrarme que con perseverancia, dedicación y esfuerzo todo es posible.

También hago especial dedicación a Doña María Yanei Perdomo Guzmán por brindarme su mano amiga y haberme recibido en su hogar como uno más de su familia; a Laura Camila Lara Perdomo por estar presente incondicionalmente y manifestarme su amor a diario.

*Jhon A. Cortés*

## **AGRADECIMIENTOS ESPECIALES**

Agradecemos especialmente a Dios, como autor principal de esta investigación, quien obra sin ser visto o tangible en este mundo de materialidad, pero que actúa a través de las acciones del hombre.

## **AMIGOS Y COLABORADORES**

Quienes nos aportaron de sus conocimientos y su apoyo incondicional en este proceso junto al resto de nuestras familias, amigos y compañeros que siempre estuvieron en las buenas y malas circunstancias.

De manera especial hacemos un reconocimiento a los siguientes pilares fundamentales en este proceso, reconociéndose como: amigos, colegas y compañeros; sin su apoyo, este trabajo no hubiera sido posible.

A Julián Cuy, gracias a su apoyo incondicional y recurso fotográfico, fue posible capturar la majestuosidad arbórea y natural, de los mencionados relictos de Bosque Seco Tropical en nuestro territorio y que en consecuencia la comunidad y sociedad se apropien de ellos.

A Rosnayra Cerón, Lina María Páez, Jeison Rosero y Gerardo Castro, gracias a sus asesorías y tiempo disponible para brindarnos acceso al Herbario de la Universidad.

A Floralba Tacumá, auxiliar del herbario, por su apoyo necesario en el ingreso de las muestras al herbario e ingresos y permisos para laborar en el Herbario. Y sin duda alguna a quienes se nos puedan quedar por fuera, pero que han aportado de manera directa o indirecta en este proceso, infinitas gracias.

## **UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA**

Agradecemos profundamente a nuestra Alma Máter, nuestra segunda casa, nuestro segundo hogar, que nos acogió en el momento más oportuno de nuestras vidas para crecer en experiencia y conocimientos; y que de múltiples maneras contribuyó a nuestro desarrollo personal, emocional, intelectual e integral, en sociedad y compañerismo, y nos despertó del sueño de la ignorancia prematura, a nuestros maestros y guías como pilares de nuestra casa, en contexto aportando y construyendo crítica colectiva, desde el diálogo de saberes y la retroalimentación social.

Reconocemos y agradecemos a cada uno de los órganos que lo integran, constituyen y la defiende, desde la manipuladora de alimentos y el jardinero, hasta el rector y decano, junto a los pasillos y espacios significativos, que han marcado y han contribuido sin duda alguna en nuestras vidas, a todos ustedes infinitas gracias.

## **FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS**

Por otro lado, agradecemos de manera ferviente a la Facultad de Ciencias Exactas, que bajo la dirección del Decano Dr. Rubén Darío Valbuena nos apoyó incondicionalmente con autorización del uso y los permisos de las instalaciones e instrumentos del área práctico y experimental de biología y química, piezas fundamentales para llevar a cabo el proceso de secado del material vegetal y la observación microscópica de este.

## **FUNDACIÓN HUMEDALES**

Agradecemos de manera especial a Enel y a la Fundación Humedales, en especial al coordinador general Jairo Valderrama y a la coordinadora local Mileiby Rojas por su apoyo logístico y económico para la realización de este proyecto de grado, gracias por su dedicación, disponibilidad y generosidad al compartir sus experiencias y conocimientos sobre las dos áreas de estudios.

Agradecemos por brindarnos la posibilidad de escribir el libro sobre las especies arbóreas registradas en los dos senderos y por la producción del libro guía; extendemos este agradecimiento especial a la diseñadora Marlén Montenegro por dedicarle tiempo y brindar las mejores estrategias para darle estructura estética al libro.

## **ASESORES Y COORDINADORES LABORATORIO**

Agradecemos a nuestros asesores la Magíster Hilda del Carmen Dueñas y el Licenciado Julián Camilo Arteaga por el apoyo incondicional en todo el proyecto, por brindarnos sus amplios conocimientos científicos y guiarnos con paciencia y dedicación a través del desarrollo de nuestro trabajo investigativo. Por ser parte fundamental de nuestra formación académica, gracias a sus consejos y sugerencias que enriquecen nuestros conocimientos tanto profesionales como personales.

De manera especial agradecemos a los coordinadores de los laboratorios de Ciencias Básicas, de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad, Licenciada Yeimis Yoana Montealegre, del laboratorio de Química y Licenciado Wilson Rodrigo Cruz, del laboratorio de Biología, por brindarnos los espacios y herramientas necesarias para la identificación y secado de nuestras especies colectadas.

## LISTA DE TABLAS

- Tabla 1.** *Riqueza de géneros y especies de plantas arbóreas por familia en cada uno de los sitios de muestreo, en los municipios de Yaguará y Hobo* 75
- Tabla 2.** *Número de Especies de plantas arbóreas por Género, total (T) y presentes en los dos sitios de muestreo, en los municipios de Yaguará (Y) y Hobo (H)* 77
- Tabla 3.** *Especies pioneras intermedias claves para los procesos de restauración ecológica en el Bosque seco Tropical, evaluadas por Vargas (2015), presentes en el Sendero Parque Bosque Puerto Momico y Sendero Ecológico de Yaguará.* 80
- Tabla 4.** *Coefficiente de mezcla de las áreas estudiadas en el Sendero Ecológico de Yaguará y Sendero Parque Bosque Puerto de Momico, Hobo* 84

## LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1. Localización del municipio de Hobo en el Huila. Tomado del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2011)</i>	35
<i>Figura 2. Ubicación del Sendero Parque Bosque Puerto de Momico, municipio de Hobo</i>	36
<i>Figura 3. Localización del municipio de Hobo en el Huila. Tomado del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2011)</i>	38
<i>Figura 4. Ubicación del Sendero Ecológico de Yaguará. Elaborado por Marlén Montenegro para el proyecto.</i>	39
<i>Figura 5. División por zonas longitudinales del subembalse del Magdalena. Adaptado de Thornton et al. (1990).</i> .....	41
<i>Figura 6. Distribución potencial de bosques secos en Colombia. Tomado de: Banda et al., (2015)</i>	46
<i>Figura 7. Niveles de organización jerárquica de la biodiversidad y atributos de composición, estructura y función (Noss 1990)</i>	48
<i>Figura 8. Esquema general de la manera como se definieron las Áreas de muestreo y ubicación de los transectos.</i> .....	62
<i>Figura 9. Representación del método de muestreo de la vegetación propuesto por Gentry (1995).</i>	63
<i>Figura 10. Transectos localizados en el Área Uno del Sendero Ecológico de Yaguará, los puntos azules que se observa en la imagen es la localización de los árboles identificados en los transectos. Adaptada de Google maps</i>	82
<i>Figura 11. Índice de valor de importancia en el Área Uno del Sendero Ecológico de Yaguará</i>	83
<i>Figura 12. Relación Diámetro-Altura para los individuos del Área Uno del Sendero Ecológico de Yaguará</i>	85
<i>Figura 13. Categoría diamétrica del Área Uno del Sendero Ecológico de Yaguará</i>	86
<i>Figura 14. Transectos localizados en el Área Dos del Sendero Ecológico de Yaguará, los puntos azules representan la localización de los árboles identificados en los transectos. Adaptada de Google maps</i>	87

<b>Figura 15.</b> Índice de valor de importancia en el Área Dos del Sendero Ecológico de Yaguará	89
<b>Figura 16.</b> Relación Diámetro-Altura para los individuos del Área Dos del Sendero Ecológico de Yaguará. .....	90
<b>Figura 17.</b> Categoría diamétrica del Área Dos del Sendero Ecológico de Yaguará	91
<b>Figura 18.</b> Transectos localizados en el área 3 del Sendero Ecológico de Yaguará, los puntos azules representan la localización de los árboles identificados en los transectos. Adaptada de Google maps	92
<b>Figura 19.</b> Índice de valor de importancia en el área tres del Sendero Ecológico de Yaguará	93
<b>Figura 20.</b> Relación Diámetro-Altura para los individuos del Área Tres del Sendero Ecológico de Yaguará. .....	94
<b>Figura 21.</b> Categoría diamétrica del Área Tres del Sendero Ecológico de Yaguará	95
<b>Figura 22.</b> Transectos localizados en el Área Cuatro del Sendero Ecológico de Yaguará, los puntos azules representan la localización de los árboles identificados en los transectos. Adaptada de Google maps	96
<b>Figura 23.</b> Índice de valor de importancia en el Área Cuatro del Sendero Ecológico de Yaguará	97
<b>Figura 24.</b> Relación Diámetro-Altura para los individuos del Área Cuatro del Sendero Ecológico de Yaguará. .....	98
<b>Figura 25.</b> Relación Diámetro-Altura para los individuos del Área Cuatro del Sendero Ecológico de Yaguará. .....	99
<b>Figura 26.</b> Transectos localizados en el Área Cinco del Sendero Ecológico de Yaguará, los puntos azules representan la localización de los árboles identificados en los transectos. Adaptada de Google maps	100

<b>Figura 27.</b> Índice de valor de importancia en el Área Cinco del sendero ecológico de Yaguará, Huila	101
<b>Figura 28.</b> Relación Diámetro-Altura para los individuos del Área Cinco en el Sendero Ecológico de Yaguará. .....	102
<b>Figura 29.</b> Categoría diamétrica del Área Cinco del Sendero Ecológico de Yaguará	102
<b>Figura 30.</b> Transectos localizados en el área 6 del Sendero Parque Bosque Puerto de Momico, los puntos azules representan la localización de los árboles identificados en los transectos. Adaptada de Google maps	104
<b>Figura 31.</b> Índice de valor de importancia en el Área Seis, ubicada en el Sendero Parque Bosque Puerto Momico, Hobo	105
<b>Figura 32.</b> Relación Diámetro-Altura para los individuos del Área Seis en el Sendero Parque Bosque Puerto Momico, Hobo	106
<b>Figura 33</b> Categoría diamétrica del Área Seis del Sendero Parque Bosque Puerto de Momico	107
<b>Figura 34.</b> Dendrograma con base en el Coeficiente de similitud de Jaccard de las áreas del Sendero Ecológico de Yaguará (Área 1, Área 2, Área 3, Área 4 y Área 5) y la del Sendero Parque Bosque Puerto de Momico, Hobo (Área 6)	115
<b>Figura 35.</b> Índice de diversidad de Simpson de las áreas del Sendero Ecológico de Yaguará (Área 1, Área 2, Área 3, Área 4 y Área 5) y la del Sendero Parque Bosque Puerto de Momico, Hobo (Área 6)	116
<b>Figura 36.</b> Índice de diversidad de Shannon de los senderos Parque Bosque Puerto de Momico y el Sendero Ecológico de Yaguará	118

## LISTA DE ANEXOS

*Anexo 1. Listado de especies arbóreas presentes en el Sendero Ecológico de Yaguará (Y) y Sendero Parque Bosque Puerto de Momico, Hobo (H), Huila, Colombia, con información del Estado de conservación y origen* 149

*Anexo 2. Datos análisis estructural de las especies registradas en el Sendero Ecológico de Yaguará (Y) y Sendero Parque Bosque Puerto de Momico, Hobo (H), Huila, Colombia* 160

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. RESUMEN</b> .....	<b>17</b>
<b>2. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>19</b>
<b>3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>21</b>
<b>3.1 ANTECEDENTES</b> .....	<b>21</b>
<b>3.2 JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>26</b>
<b>3.3 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>29</b>
<b>4. ÁREA DE ESTUDIO</b> .....	<b>34</b>
<b>4.1 LOCALIZACIÓN DEL MUNICIPIO DE HOBO</b> .....	<b>34</b>
<b>4.2 LOCALIZACIÓN DEL MUNICIPIO DE YAGUARÁ</b> .....	<b>37</b>
<b>4.3 EMBALSE DE BETANIA</b> .....	<b>40</b>
<b>5. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>44</b>
<b>5.1 BOSQUE SECO TROPICAL</b> .....	<b>44</b>
<b>5.2 ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN</b> .....	<b>47</b>
<b>5.2.1 Análisis Estructural</b> .....	<b>47</b>
<b>5.3 GUÍA DE FLORA</b> .....	<b>52</b>
<b>5.4 MARCO CONCEPTUAL</b> .....	<b>52</b>
<b>5.5 MARCO LEGAL</b> .....	<b>57</b>

<b>6. OBJETIVOS .....</b>	<b>60</b>
<b>6.1 OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>60</b>
<b>6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>60</b>
<b>7. METODOLOGÍA .....</b>	<b>61</b>
<b>7.1 FASE DE PLANEACIÓN Y RECONOCIMIENTO.....</b>	<b>61</b>
<b>7.2 FASE DE CAMPO.....</b>	<b>63</b>
<b>7.2.1 Caracterización de la Vegetación .....</b>	<b>63</b>
<b>7.2.2 Colecta y prensado de Muestras Botánicas.....</b>	<b>64</b>
<b>7.3 FASE DE LABORATORIO Y ANÁLISIS .....</b>	<b>66</b>
<b>7.3.1 Proceso de secado .....</b>	<b>66</b>
<b>7.3.2 Identificación de las especies .....</b>	<b>66</b>
<b>7.3.3 Montaje y etiquetado de las muestras .....</b>	<b>67</b>
<b>7.3.4 Elaboración y diseño del libro guía de flora.....</b>	<b>72</b>
<b>8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>74</b>
<b>8.2 CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA.....</b>	<b>74</b>
<b>8.2 CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL.....</b>	<b>81</b>
<b>8.2.1 SENDERO ECOLÓGICO DE YAGUARÁ.....</b>	<b>81</b>
<b>8.2.2 SENDERO PARQUE BOSQUE PUERTO DE MOMICO, HOBO.....</b>	<b>103</b>

<b>8.3 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LA ESTRUCTURA VEGETAL.....</b>	<b>108</b>
<b>8.4 ANÁLISIS COMPARADO DE LAS ÁREAS.....</b>	<b>114</b>
<b>8.4.1 Dendograma De Similaridad de Jaccard .....</b>	<b>114</b>
<b>8.4.2. Índice De Diversidad Simpson.....</b>	<b>116</b>
<b>8.4.3 Índice de Diversidad de Shannon .....</b>	<b>117</b>
<b>9. CONCLUSIONES.....</b>	<b>119</b>
<b>10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>121</b>

## 1. RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo caracterizar las especies arbóreas en los relictos de Bosque seco tropical del Sendero Parque Bosque Puerto de Momico (Hobo) y Sendero Ecológico de Yaguará. El trabajo surgió debido a la falta de estudios pertinentes sobre las especies arbóreas de las riberas del embalse en zonas de cobertura vegetal de Bosque seco Tropical y también por el poco material bibliográfico de apoyo dentro del programa de educación ambiental de la Central Hidroeléctrica Betania, por ello se consideró necesario la elaboración y divulgación de información científica referente al estado actual de los relictos de Bosque seco Tropical de algunas riberas del embalse de Betania ya que es un ecosistema modificado el cual cuenta con especies endémicas y/o de importancia; también fue relevante conocer a nivel estructural la composición de estos relictos de bosque ya que permitió conocer la madurez del mismo en distintas zonas de los senderos. La metodología para este trabajo se dividió en cuatro fases: planeación y reconocimiento, de campo subdividida en caracterización florística, colecta y prensado de muestras botánicas, de laboratorio y análisis, y por último resultados. Se obtuvo la elaboración de un libro guía de las especies arbóreas donde se hizo referencia a su estado actual de conservación, un informe técnico de las zonas de muestreo, con la estimación de su estructura y la riqueza de especies. Fue pertinente el desarrollo de este trabajo de investigación puesto que contribuye a la ampliación de registro biológico de las especies florísticas arbóreas de los relictos de bosque, además de permitir articular a futuro estudios enfocados en la conservación y/o preservación de este tipo de hábitats tan fragmentados dentro de la región y el país.

**Palabras clave:** Relictos, senderos, bosque seco tropical, caracterización, especies arbóreas.

## **ABSTRACT**

The goal of the present research work was to characterize the tree species in the remnants of the tropical dry forest of the Puerto de Momico Forest Park Trail (Hobo) and the Yaguará Ecological Trail. This work arose due to the lack of pertinent studies on the arboreal species of the banks of the reservoir in zones of vegetal cover of Tropical Dry Forest and also due to the little bibliographic material of support within the environmental education program of the Betania Hydroelectric Power Plant, for It was considered necessary to prepare and disseminate scientific information regarding the current state of the remnants of the Tropical Dry Forest on some banks of the Betania reservoir, since it is a modified ecosystem which has endemic and / or important species; It was also relevant to know at a structural level the composition of these forest remnants since it allowed to know the maturity of the same in different areas of the trails. The methodology for this work was divided into four phases: planning and recognition, field, subdivided into floristic characterization, collection and pressing of botanical samples, laboratory and analysis, and finally the results. It was obtained the elaboration of a guide book of the tree species where reference was made to their current state of conservation, a technical report of the sampling areas, with the estimation of their structure and species richness. The development of this research work was pertinent since it contributes to the expansion of the biological record of the arboreal floristic species of the forest relict, in addition to allowing the articulation of future studies focused on the conservation and / or preservation of this type of habitats as fragmented within the region and country

**Key Words:** Relicts, trails, tropical dry forest, characterization, tree species.

## 2. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación es un producto de la colaboración académica, empresarial e institucional entre la Fundación Humedales, la Empresa Enel-Emgesa y la Universidad Surcolombiana dentro del programa de Educación Ambiental de la Central Hidroeléctrica de Betania, que tiene como propósito hacer pública la diversidad vegetal arbórea que allí se manifiesta y brindar un análisis estructural de su vegetación.

Desde la antigüedad la humanidad ha abordado el estudio de las especies vegetales teniendo en cuenta diferentes puntos de vista y atendiendo intereses particulares, que han permitido emplearlas como fuentes medicinales hasta explotarlas excesivamente como recurso maderable, ahora es posible guiar en conocimiento a las futuras generaciones, respecto a la conservación y preservación de estos organismos, reconociendo con el paso del tiempo el papel e importancia de las plantas para los demás seres vivos, los ecosistemas y el equilibrio natural del que depende el planeta tierra.

Los árboles, constituyentes fundamentales de los ecosistemas son la principal fuente de oxígeno para la vida del planeta y participa en varios procesos que conducen a beneficios ambientales significativos; En nuestra vida cotidiana, los árboles y las plantas representan una parte importante de nuestro entorno. Este proyecto expone la caracterización arbórea de dos relictos de Bosque seco Tropical, este identificado como uno de los ecosistemas más afectados en Colombia debido a la reducción del 8 % de más de nueve millones de hectáreas, debido a las acciones humanas como la producción y manutención de ganado, junto al cultivo de alimentos, el El desarrollo urbanístico y turístico son actividades que intervienen y alteran por completo el entorno y por ende la estructura vegetal y florística presente en la zona.

En el departamento del Huila, los estudios florísticos sobre el Bosque Seco Tropical han incrementado con el tiempo debido a la preocupación por la pérdida de estos ecosistemas en pro a su reconocimiento, conservación y preservación, sin embargo, muchas veces estos estudios no suelen ser de carácter científico, teniendo en cuenta lo anterior se busca brindar con esta trabajo un insumo de carácter científico y académico de lenguaje sencillo y comprensible para la mayor parte de la comunidad en ambos municipios, en ello repercute el hecho de investigar la diversidad vegetal arbórea de las áreas geográficas mencionadas, con el fin de brindar la información necesaria y pertinente para crear planes de conservación y uso sostenible de estos ecosistemas y sus partes, para conseguir una visión más general de especies arbóreas del territorio, que permitan generar su divulgación y aprovechamiento ecológico.

En este trabajo se da a conocer, la diversidad florística arbórea, junto a un análisis estructural de su vegetación, de dos relictos de Bosque Seco Tropical; Sendero Parque Bosque Puerto de Momicó y el Sendero Ecológico de Yaguará. Pretendemos que este material de carácter investigativo y divulgativo, este orientado a la socialización del conocimiento, sobre aspectos académicos, culturales y biológicos de las plantas arbóreas del territorio, llegue a las comunidades de la región, así como a la comunidad científica especializada en el estudio del bosque seco tropical, a los interesados en el estudio de la flora colombiana y sea un insumo para fortalecer el programa de educación ambiental de la Fundación Humedales, con el cual se pretende que la comunidad local y visitante valore, admire y cuide las plantas y el medio ambiente en general.

Se espera que el conocimiento generado, derivado del proceso de investigación, genere la divulgación, reconocimiento, aprovechamiento y conservación de los recursos naturales. Una vez la información se publique, divulgue y transmita de manera adecuada se creará conciencia a partir de su reconocimiento, mejorando significativamente nuestra relación y respeto por el entorno.

### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 3.1 ANTECEDENTES

Es necesario hacer énfasis en los trabajos e investigaciones llevados a cabo en Colombia y específicamente en los municipios de Hobo y Yaguará, en relación con la flora allí presente, por ello a continuación se presentan los resultados de dichos trabajos investigativos.

En el año 1999, se desarrolló un estudio en la Region Caribe y el Valle del Río Magdalena, donde se analizó la estructura, la riqueza y la composición florística de siete remanentes de bosque seco tropical, obteniendo como resultado el registro de 308 especies, 141 géneros, 70 familias y una riqueza promedio por localidad de 78 especies con  $DAP \geq 1$  cm en 0,1 ha (Mendoza, 1999).

De igual forma, en el año 2007 en el Parque Nacional Natural Tayrona se realizaron inventarios que permitieron conocer el estado actual de la riqueza y la estructura de la vegetación en la ensenada de Neguanje, donde para cada uno de los sitios de muestreo se encontró un total de 29 especies (15 familias), 49 (21 familias) y 55 (24 familias) con un gran valor ecológico en la zona (Carbonó y García, 2010).

En el año 2003, Marulanda et al., estudiaron la composición de plantas vasculares de un fragmento de bosque seco tropical logrando la identificación de 155 especies de plantas vasculares representadas en 42 familias, de las cuales Leguminosae, Bignoniaceae, Rubiaceae, Malpighiaceae, Capparidaceae, Hippocrateaceae y Sapindaceae son las que más especies presentan.

Así mismo, Serrano, Andrade y Mora (2014) realizaron un estudio cuyo objetivo fue caracterizar la vegetación leñosa perenne de un potrero arbolado del Magdalena tolimense en Colombia, donde se encontraron 21 especies leñosas perennes con gran importancia en la diversidad de especies que son introducidas en pasturas, sin perjudicar la producción de materia seca comestible para el ganado.

En un trabajo realizado por Alvarado y Otero (2015) se enfocaron en el reconocimiento de la distribución espacial de formaciones vegetales de Bosque seco Tropical en el departamento del Valle del Cauca; donde se determinó que la distribución espacial de bosque seco y de otras coberturas naturales y seminaturales, también está relacionada con ecosistemas localizados en biomas de montaña que presentan condiciones ambientales similares.

Un estudio realizado por Herazo et al. (2017) llevó a cabo la caracterización de la estructura y composición de los fragmentos de bosque seco tropical ubicado en los Montes de María (Sucre-Colombia), registrando 363 especies en 196 géneros y 65 familias. Las familias con mayor importancia ecológica fueron Capparaceae, Fabaceae y Rubiaceae.

A nivel regional, se han realizado varios estudios a la flora del Bosque Seco Tropical del departamento del Huila, a continuación, se dan a conocer dichas investigaciones.

En el municipio de Aipe, Diaz (2014) llevó a cabo un proyecto donde caracterizó fisonómico-estructuralmente el componente vegetal de seis parcelas, a partir del análisis de la estructura vertical, obteniendo como resultado la identificación de 59 especies vegetales, pertenecientes a 53 géneros, 24 familias botánicas de las cuales 47 (61.03%) especies son arbóreas, 11 (14.2%) especies arbustivas, 10 (12.9%) arvenses, 1 (1.2%) palma y 8 (10.3%) trepadoras.

En La Tribuna (área rural de Neiva) en el año 2014, se realizó un estudio florístico de un relicto de bosque seco, donde se recolectaron muestras botánicas de tres grupos de plantas, obteniendo un registro de angiospermas con 224 especies de 178 géneros y 69 familias, de helechos con 37 especies, de 25 géneros y 16 familias) y finalmente de Briófitos con la identificación de 24 especies (18 especies de musgos y 6 especies de hepáticas). (Dueñas, 2014). Posteriormente, en el año 2019 se realizó otro estudio de flora y estado de conservación de la misma en la vereda San Francisco en la Ecoreserva La Tribuna, estudios donde Dueñas y Rosero (2019) obtuvieron como resultado 115 especies agrupadas en 100 géneros y 52 familias, donde predominaron las familias como la Leguminosae, Asteraceae, Malvaceae, Euphorbiaceae y Sapindaceae; en cuanto a su estado de conservación encontraron una especie en peligro *Eucharis bonplandii* y 37 especies es estado de preocupación menor.

En el año 2015, Vargas publica una descripción de la vegetación, con especial énfasis en pioneras intermedias de los bosques secos del Centro poblado La Jagua, municipio de Garzón, en la cuenca alta del río Magdalena en el Huila. En esta investigación fueron identificadas 203 especies pioneras intermedias distribuidas en 123 géneros y 45 familias botánicas, entre las que sobresalen Leguminosae, Rubiaceae, Euphorbiaceae, Malvaceae, Melastomataceae y Moraceae. Se expuso el listado de especies pioneras intermedias con los tributos más importantes para ser usadas en procesos de conservación y la restauración de los ecosistemas secos de la región.

En la vereda El Doche (Villavieja-Huila), Rosero et al. (2018) desarrollaron un trabajo cuyo objetivo fue evaluar la importancia cultural y la riqueza del conocimiento de las plantas entre los habitantes locales, probando la hipótesis de que la importancia cultural de las plantas se correlaciona positivamente con el número de sus usos, obteniendo como resultado el registro de 100 especies en cultivos y bosques. Las categorías más abundantes fueron medicinales (45

especies), leña (30) y forraje (28). Las especies culturalmente más significativas según la frecuencia de mención fueron *Pseudosamanea guachapele*, *Guazuma ulmifolia*, *Manihot esculenta* y *Musa balbisiana*, además encontraron una correlación entre la importancia cultural y el número de usos por categoría etnobotánica, pero no una diferencia significativa entre géneros con respecto al conocimiento etnobotánico.

Con la participación del anterior autor y Romero et al. (2019), realizaron la descripción de Árboles y arbustos en parches de bosque seco tropical de la cuenca alta del río Magdalena (Colombia). El conjunto de datos resultante incluyó 48 familias, 137 géneros y 211 taxones, 156 de ellos identificados a nivel de especie, siendo las familias más ricas y abundantes en especies Fabaceae y Rubiaceae y la especie más abundante fue *Talisia stricta* (Sapindaceae). Igualmente, encontraron diferencias en la diversidad entre las zonas norte y sur del área de estudio, además, 29 especies y 4 géneros registrados en su estudio no habían sido reportados en revisiones previas de la región, por lo que sugieren la fuerte necesidad de desarrollar inventarios adicionales de plantas que contribuyan al conocimiento de la diversidad vegetal de este ecosistema en la región y estudios de su estado de conservación.

Así mismo, Figueroa y Galeano (2007) realizaron un inventario florístico del enclave seco interandino de La Tatacoa en el valle de la parte alta del río Magdalena, Huila, Colombia, encontrando 223 especies, distribuidas en 170 géneros y 60 familias. A nivel florístico, la familia Leguminosae es la más diversificada con 36 especies y 28 géneros, seguida por Poaceae, Euphorbiaceae, Asteraceae y Cactaceae, de igual manera registraron cuatro hallazgos corológicos interesantes, incluyendo el primer registro de *Senna uniflora* para Colombia.

Recientemente, Mora (2017a, 2017b) realizó un trabajo investigativo en los senderos ecológicos cercanos a la Represa de Betania de los municipios de Hobo y Yaguará, donde su

objetivo fue identificar las especies vegetales y realizar el levantamiento de la cartografía ambiental de estas zonas, en el sendero del municipio de Hobo (Mora, 2017a) se identificaron 52 especies, agrupadas en 44 géneros y estos agrupados en 26 familias, las familias más representativas fueron Mimosaceae, Fabaceae, Bignoniaceae, Caesalpiniaceae, Bombacaceae y Euphorbiaceae, estas familias agrupan a 29 especies que equivalieron al 55.8% de estas, las 23 especies que restan se distribuyeron en 20 familias. Por otro lado, en el sendero del municipio de Yaguará (Mora, 2017b) se llegó a identificar 76 especies agrupadas en 65 géneros, y estos agrupados en 35 familias, las familias más representativas fueron Mimosaceae, Fabaceae, Moraceae, Euphorbiaceae, Caesalpiniaceae y Bignoniaceae, estas familias agrupan 39 especies que equivalieron al 51.31% de estas, las 37 especies que restan se distribuyeron en 29 familias.

### 3.2 JUSTIFICACIÓN

Originalmente en Colombia, el Bosque seco tropical cubría más de 9 millones de hectáreas, de las cuales quedan en la actualidad apenas un 8%, por lo cual es uno de los ecosistemas más amenazados en el país, esto se debe a que este ecosistema existe en zonas con suelos relativamente fértiles, que han sido altamente intervenidos para la producción agrícola, ganadera, minera, y en el desarrollo urbano y turístico (Pizano et al., 2014).

Este estudio es pertinente, debido a la pérdida generalizada de los bosques secos tropicales y a que su distribución geográfica ha experimentado cambios significativos. La tendencia general ha sido la disminución de sus áreas, alcanzando proporciones alarmantes (Díaz, 2006). La causa de los sucesos mencionados se atribuye principalmente a la acción del hombre en la naturaleza, que ha generado grandes pérdidas en este tipo de ecosistema, alterando por completo su estado natural. Teniendo en cuenta que Torres et al. (2012) afirman que la fragmentación y pérdida de hábitat son los principales causantes de la disminución de la diversidad a nivel global. Estos procesos ocasionan la reducción de la cantidad de hábitat y el incremento en el número de relictos en los bosques secos. (Fahrig, 2003). Por esta razón es de gran importancia estudiar y monitorear los fragmentos de Bosque Seco Tropical que aún quedan, para conocer sus dinámicas y lograr la conservación de la diversidad que mantienen.

Para Barrance et al. (2009), existen pocos ecosistemas en todo el mundo donde haya más necesidad de plantear objetivos de conservación como por ejemplo el bosque seco tropical mesoamericano (BSTM), ya que este ecosistema es de gran importancia mundial para la conservación, contiene muchas especies con áreas naturales de distribución restringidas y es un ecosistema único al ser una reserva de variabilidad genética; por lo que se considera su conservación como una prioridad internacional (Gordon et al. 2004). Muchas especies de árboles

que tienen su origen en estos bosques secos han demostrado poseer un gran potencial para contribuir al desarrollo rural en distintas partes del mundo.

La región donde se ubica el departamento del Huila cuenta con una amplia diversidad en vegetación, ya que está en una posición geográfica estratégica, encontrando zonas que van desde los bosques secos, bosques de niebla, páramos y picos nevados (Díaz, 2006), siendo importante para el desarrollo de estrategias de conservación y uso sostenible de los ecosistemas, por lo que es fundamental conocer, cuantificar y analizar las especies vegetales.

La zona de estudio se caracteriza por tener relictos de Bosque seco tropical; con presencia en este tipo de ecosistema, de especies vegetales que se han adaptado a situaciones extremas dadas a la temperatura y a la escasa disponibilidad del agua, lo que pone de manifiesto la adaptabilidad que presentan las especies al enfrentar las difíciles condiciones que ofrece el medio en el que se desarrollan, presentando altos niveles de endemismo, es decir, que contiene especies que no se dan en ningún otro tipo de ecosistema. En el Bosque seco tropical la vegetación es el componente biótico más notable y permanente con el que pueden caracterizarse los ecosistemas terrestres; sus características y composición son reflejo de los procesos tanto naturales como culturales, en este sentido, el conocimiento de la vegetación es indispensable para determinar el grado de conservación y puntualizar las acciones que se deban ejercer en la zona, como lo indica Páramo, 2003. Lo anterior resalta la importancia de realizar estudios como estos y confirma la necesidad de caracterizar las especies vegetales, enfocados en determinar la diversidad que existe, donde se encuentra y cómo es su distribución en el territorio. (Durán, 2016)

La importancia de este tipo de ecosistemas, con respecto a su funcionalidad y diversidad es indiscutible, así como lo es el hecho de que sobre él se conciben grandes amenazas; como el alto grado de intervención y transformación. El futuro de los bosques tropicales depende de que se

realicen estudios de caracterización de sus componentes, que se tome conciencia de su importancia, se adopten las medidas necesarias para impedir su extinción y se generen estrategias que fomenten la ampliación de las pocas áreas que conservan este tipo de bosque.

El bosque seco tropical es uno de los ecosistemas más complejos e interesantes de la naturaleza, esta complejidad permite identificar el impacto que tiene el hecho de conocer esta vegetación para su conservación, ya que es posible tener una visión más amplia de los mecanismos biológicos que allí se desarrollan y a partir de esto, se puede obtener información útil para comprender procesos como la propagación de las especies encontradas y/o procesos para preservar las condiciones ecológicas que permitan su existencia (Pizano et al., 2014).; la información obtenida con este estudio es esencial para entender este ecosistema, que está siendo sometido a cambios inducidos por la actividad humana.

Actualmente, en el departamento del Huila existen zonas de relictos de bosque seco tropical, de los que no se tiene suficiente información y en los que no se ha desarrollado trabajos de carácter científico y académico para dar soporte y respaldo sobre la presencia y abundancia de especies florísticas de importancia, como es el caso de los relictos ubicados en el Sendero Parque Bosque Puerto de Momico del municipio de Hobo y en el Sendero Ecológico de Yaguará del municipio de Yaguará, en base a esto surge la necesidad de caracterizar a nivel taxonómico y estructural de las especies arbóreas presentes en los dos relictos, determinar su estado de conservación y comparar la diversidad de estas dos zonas, ya que pueden estar en riesgo de desaparecer, por diferentes causas originadas por las actividades humanas, como por ejemplo, la presencia de ganado en la ribera del embalse.

Al cumplir con el desarrollo de esta investigación se contribuye con la ampliación del registro biológico de especies florísticas arbóreas permitiendo la posibilidad de articular en la

posteridad otros estudios enfocados a la conservación de especies de importancia y obtener conocimiento de especies que tengan mayor riesgo de amenaza, para así conservar o preservar este tipo de hábitat y que sea una herramienta idónea que sirva para trabajos futuros relacionados con el manejo y planificación territorial; así como elaborar planes estratégicos de restauración del bosque seco tropical.

Por otro lado, la investigación de este tipo de bosque genera un espacio de visibilidad de la riqueza vegetal con la que cuentan los municipios, con proyecciones ecoturísticas, que generen el diálogo de saberes, la reivindicación de los valores ecosistémicos, su conservación y aprovechamiento cultural, social y académico.

En este orden de ideas, la información recopilada de este estudio, permitió obtener como producto un libro guía donde se describen las especies arbóreas significativas y de importancia para ambos municipios presentes en estos relictos de bosque, con el fin de contar con una herramienta para las actividades educativas y de divulgación enmarcadas en el Programa de Educación Ambiental de la Central Hidroeléctrica Betania que enfoca su trabajo a la comunidad del área de influencia, con el objetivo de dar a conocer la riqueza arbórea con la que cuentan sus municipios.

### **3.3 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

Las formaciones boscosas y en especial las de Bosque seco Tropical han estado desapareciendo de forma alarmante, además la tendencia general de los últimos 500 años ha sido la disminución de las áreas boscosas, y a partir de la segunda mitad del siglo XX, este proceso se aceleró hasta alcanzar proporciones alarmantes y desde 1960 los bosques de las regiones tropicales,

especialmente los secos, son los más afectados (Díaz, 2006). De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), entre 1980 y 2000, la deforestación en los países en vías de desarrollo llegó a ser de 14,000,000 de hectáreas por año. También Miles et al. (2006), Hoekstra et al., (2005) y Romero et al. (2015) plantean que las condiciones climáticas en este tipo de ecosistema favorecen la agricultura y ganadería, así mismo, actividades de extracción de madera y leña que como lo refieren Portillo-Quintero y Sánchez-Azofeifa (2010), han provocado pérdida de cobertura vegetal y aumentado drásticamente los procesos erosivos de dicho ecosistema, amenazándolo gravemente a nivel mundial, siendo este el más deforestado e intervenido para el aprovechamiento y explotación de sus recursos.

Debido a las particularidades biogeográficas de Colombia, Sarmiento (1975) menciona que la vegetación de Bosque seco Tropical en el país surge a partir de las comunidades florísticas de Centroamérica, pero también presenta influencias de Sudamérica, también Pizano et al. (2014) indican que en Colombia se encuentran elementos biológicos del Bosque seco Tropical del Caribe y México en el norte, y del Bosque seco Tropical de Ecuador; Brasil y Bolivia en el sur del país, lo cual sugiere un gran valor biológico, ecológico y de interés académico e investigativo.

De acuerdo con el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAVH, 1998) y Pizano et al., (2014) en Colombia el Bosque seco Tropical se distribuía y extendía originalmente entre las zonas de llanuras del Caribe y valles interandinos de los ríos del Magdalena y Cauca, ubicando este tipo de ecosistema en seis regiones biogeográficas: el valle del río Patía en el sur del valle geográfico del Cauca, el valle del río Cauca, el alto y medio valle del río Magdalena, Santander y norte de Santander, la costa Caribe y la Orinoquia. IAvH (2019), Pizano et al., (2014) y Romero et al. (2015) referencian que originariamente el Bosque seco

Tropical era uno de los bosques más extensos de nuestro país con más de 9,000,000 de hectáreas, de las cuales a la fecha queda alrededor de un 8%, lo que corresponde a unas 720,000 hectáreas. El Bosque seco Tropical en Colombia está en peligro de desaparecer por ser altamente intervenido a causa de distintas actividades humanas como la producción agrícola, la ganadería, la minería, la producción energética como los embalses, entre otras.

Entre tanto, con relación a lo descrito por Llanos (2010) las zonas de vida correspondientes al Bosque seco Tropical están escasamente estudiadas y sometidas a degradación dentro del departamento del Huila. Entre 1987 y 2000, argumentan Romero et al. (2015), el 59% de los Bosques secos Tropicales de la cuenca alta del valle del río Magdalena, se transformaron en pastizales debido a políticas del orden nacional que fomentaban el sector ganadero y agropecuario.

Hacia el año 1996 el Bosque seco Tropical del departamento del Huila fue considerado el segundo más importante en relación al área de ocupación dentro del departamento abarcando el 17.44% del área total, a finales de esta década desaparecieron en gran medida distintas especies forestales en zonas de vida que caracterizaban a dicho ecosistema, poniendo en alerta roja al departamento, en los municipios de Hobo se asoció la pérdida de estas especies a actividades como extracción de recursos maderables deforestando gran parte del bosque, en el municipio de Yaguará el abuso de la quema como actividad asociada a la producción agropecuaria tradicional ha reducido considerablemente las zonas de este tipo de ecosistema (Contraloría departamental del Huila, 1996), lo cual indica la pertinencia para el desarrollo de trabajos académicos que permitan conocer y fomentar la conservación de las especies vegetales en los relictos de Bosque seco Tropical que aún se encuentran presentes en estos dos municipios del departamento del Huila.

Ahora bien, como mencionan Romero et al. (2015) el riesgo del cambio en los ecosistemas naturales hacia ecosistemas manejados como es el caso de los embalses en el departamento del Huila, es la posible pérdida de distintos recursos biológicos a mediano o largo plazo, dentro de los

que destacan algunas especies vegetales endémicas de Bosque seco Tropical,(Durán, 2016), distribuidas en algunos de los relictos de este ecosistema que se encuentran donde hoy se ubica el embalse de Betania y sus riberas.

Vanegas Galindo (2018) afirma que la Central hidroeléctrica de Betania inundó las zonas más fértiles del departamento del Huila donde se desarrollaban actividades ganaderas y agrícolas como cultivos de café, cacao y arroz, que ya suponían un riesgo latente a la gran cobertura de Bosque seco Tropical el cual quedó parcialmente sumergido por el agua represada de los ríos Magdalena y Yaguará. Debido a la construcción de la Central Hidroeléctrica Betania desde 1976 y la culminación del proyecto hacia el año 1987, se generó una problemática ambiental, que como lo menciona el Observatorio de Conflictos Ambientales (OCA, 2019) con la supresión de coberturas boscosas, ocasionando la fragmentación del Bosque seco Tropical en Hobo y Yaguará.

Según Mora (2017a, 2017b) el sendero ecológico del municipio de Yaguará y el sendero ecológico Puerto Momico del municipio de Hobo son considerados como reservas ecológicas de las riberas del embalse de Betania. Dichos senderos se han convertido en lugares de importancia para académicos, ambientalistas y distintos sectores de la sociedad en general, puesto que cuenta con diversidad de especies vegetales asociadas al Bosque seco Tropical que yacen bajo la zona de inundación del embalse.

La población afectada hoy en día es consciente del gran cambio que ha sufrido este ecosistema y en especial su cobertura vegetal, pero desconocen las especies que habitan estas zonas, asegura Mora (2017b) que conocer el componente florístico es fundamental para adquirir y fomentar valores de pertenencia frente a procesos de prevención y resolución de problemática ambientales actuales y a futuro. Actualmente, en marco del programa de educación ambiental de la Central Hidroeléctrica Betania, se vienen desarrollando diferentes actividades que promueven

el conocimiento de los ecosistemas y su biodiversidad, dentro del área de influencia. En este orden de ideas es importante estudiar estos ecosistemas y divulgar la información sobre el estado actual de las especies, en especial las de vegetación arbórea asociadas al Bosque seco tropical de las riberas del embalse de Betania, debido a que no existen datos suficientes, y son necesarios para promover la conservación de estos relictos, así como también contribuir a la generación de nuevo conocimiento y generar herramientas de utilidad para las actividades del marco programa de educación ambiental, que ayuden, como lo menciona Chaparro (2001), a la formación de la sociedad para que aplique conocimiento para la solución de problemáticas con capacidades para responder armónicamente con nuevos entornos y la construcción de un futuro acorde a las dinámicas expuestas.

## **4. ÁREA DE ESTUDIO**

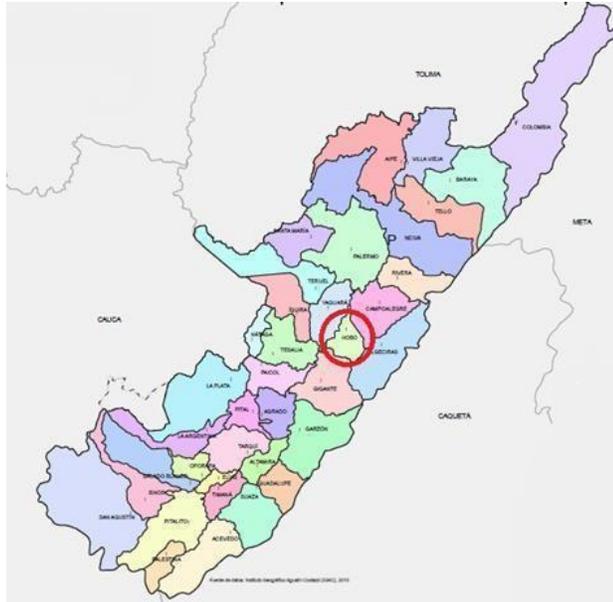
Los municipios de Hobo y Yaguará se encuentran localizados en la región central del departamento del Huila, al sur de su capital, el municipio de Neiva, entre las cordilleras oriental y central de los andes colombianos, en el valle del río Magdalena; presentan un clima tropical con temperaturas en promedio de 26.5 °C.

### **4.1 LOCALIZACIÓN DEL MUNICIPIO DE HOBO**

El municipio de Hobo limita al norte con el municipio de Campoalegre, al oriente con el municipio de Algeciras y Campoalegre, en la zona sur limita con el municipio de Gigante y su región occidental limita con los municipios de Tesalia y Yaguará, está localizado en la región norte del departamento, flanco occidental de la cordillera Oriental (Figura 1). Su superficie es de 2,700 hectáreas, su cabecera municipal presenta una altitud de 596 m (CAM, 1997).

Hobo cuenta con aproximadamente 7,000 habitantes, formado básicamente por la cabecera municipal con un 73% de la población y el área rural con el 27% donde se ubican actualmente las ocho (8) veredas: El Batán, Estoracal, Bajo Estoracal, Aguafría, El Porvenir, El Centro, Las Vueltas y Vilaco. Su cabecera municipal se localiza sobre las coordenadas 02°35'07" N y 75°27'13" W. (Alcaldía Municipal de Hobo, 2018).

Este municipio comprende dos pisos térmicos, el piso térmico cálido que incluye alturas entre 600 a 1,000 m.s.n.m y temperaturas mayores de 25°C y el piso térmico templado, el cual incluye alturas entre 1,000 a 1,800 m.s.n.m con temperatura de 21°C. (CAM, 1997).



**Figura 1.** Localización del municipio de Hobo en el Huila. Tomado del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2011)

La precipitación promedio anual es de 1,270 mm, presentando dos períodos de lluvias y un periodo seco. Según el balance hídrico el primer periodo lluvioso corresponde a los meses de febrero a abril y el segundo de octubre a diciembre. El periodo seco se presenta entre junio y septiembre. Con precipitaciones máximas mensuales de 441.5 mm y mínimas de 2.6 mm. Así mismo, el municipio de Hobo presenta una temperatura promedio de 26.5°C, con un máximo de 29.7°C y un valor mínimo de 24.6°C. (Alcaldía Municipal de Hobo, 2018)

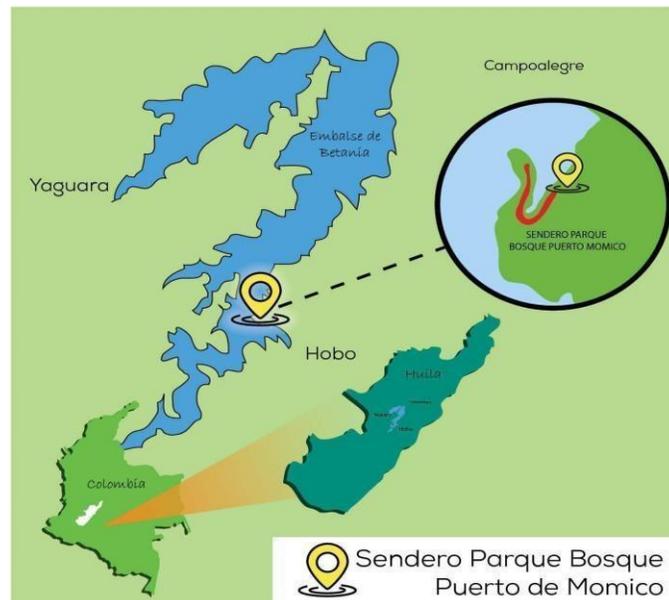
En la actualidad cuenta con el Embalse de la Represa de Betania, riqueza económica, cultural y turística, espejo de agua donde se puede gozar de la pesca, paseando en canoa o en lancha y disfrutando a sus alrededores de sitios turísticos (Sánchez, 2011).

### **Sendero Parque Bosque Puerto de Momico**

Está ubicado a la orilla de las aguas del embalse de Betania (Figura 2) y sirve de vía de

comunicación con el municipio de Yaguará (Sánchez, 2011). Localizado en la vereda Vilaco, ésta lindera con el sector urbano, al suroriente con las veredas Centro, Batán y Aguafria, al norte con el municipio de Campoalegre y al oriente con el embalse de la represa de Betania. Este sendero limita al sur este con la finca el Mediterráneo, al norte con la finca Mediodía al sur y nororiente con el embalse de la represa de Betania a  $2^{\circ}36'2,12''$  N;  $75^{\circ}28'7,90''$  W, entre los 560 y 650 m.s.n.m. La temperatura promedio anual comúnmente es superior a los 28 °C, la zona se caracteriza por presentar un régimen climático bimodal, con una época lluviosa entre los meses de marzo–mayo y noviembre–diciembre. (Mora, 2017a).

Puerto del Momico se caracteriza por ser el lugar de embarque de pescadores artesanales que salen en pequeñas embarcaciones tipo canoa con atarrayas y chinchorros. A pesar de que, actualmente la actividad del puerto se ha visto afectada por la sedimentación y el bajo nivel de las aguas, en su alrededor se mantienen buenas condiciones ecosistémicas; se conservan relictos de bosque con árboles con considerable altura y con buena cobertura vegetal. (Arteaga, 2019)



**Figura 2.** Ubicación del Sendero Parque Bosque Puerto de Momico, municipio de Hobo.

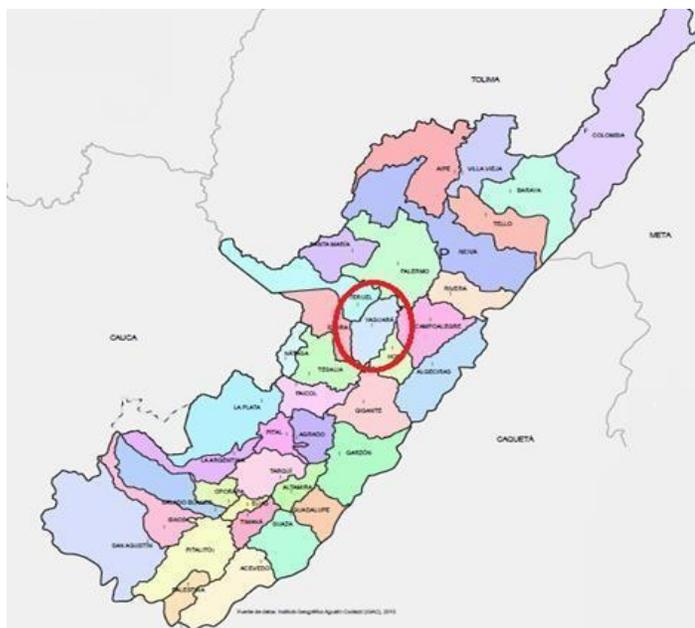
*Elaborado por Marlén Montenegro para el proyecto.*

Este terreno ha venido cobrando importancia para la comunidad, ya que es atractivo por la diversidad de especies en flora y fauna, y es un espacio tranquilo que brinda momento de ocio a las familias que gustan de la naturaleza.

A raíz de su importancia, este uno de los espacios idóneos para la conservación de este tipo de ecosistemas, junto a la preservación de las especies que lo habitan y conforman, hecho ligado a los estudios que han realizado de su composición, y que genere a su vez conciencia de su importancia, para que se adopten las medidas necesarias para impedir su deterioro y se generen estrategias departamentales, municipales y gubernamentales que fomenten la ampliación de las pocas áreas que conservan bosque seco tropical.

#### **4.2 LOCALIZACIÓN DEL MUNICIPIO DE YAGUARÁ**

El municipio de Yaguará, ubicado en el departamento del Huila, limita al norte con el municipio de Palermo, al oeste con los municipios de Teruel e Iquirá, en su zona sur con el municipio de Tesalia y al este con el municipio de Hobo (Figura 3). Su territorio está situado sobre los valles del río del mismo nombre y el Magdalena, en la parte centro del departamento del Huila, en la vertiente oriental de la Cordillera Central. Su superficie es de 34,900 hectáreas, su cabecera municipal presenta una altitud de 572 m. (Municipios de Colombia, 2018)



**Figura 3.** Localización del municipio de Hobo en el Huila. Tomado del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2011).

El municipio de Yaguará comprende una extensión de 32,900 hectáreas, de las cuales 105.7 hectáreas corresponden al casco urbano y las 32,794.3 hectáreas restantes al área rural. Esta conformado por 10 veredas: Flandes, El Viso, Upar, Letrán, El Jagual, Arenoso, Vilú, La Floresta, La Paz, Bajo Mirador. El casco urbano se encuentra sobre las coordenadas 2°39'53" N y 75°31'06" W. (Alcaldía Municipal de Yaguará, 2012).

Este municipio tiene un clima tropical. La temperatura media anual en Yaguará se encuentra a 26.5 °C. La precipitación promedio anual es de 1,543 mm. La temporada de lluvia empieza en febrero y se prolonga hasta mayo con valores mensuales que oscilan entre 111.7 mm y 267 mm, luego se reanuda en octubre hasta diciembre con registros que oscilan entre 189 mm y 291 mm, este último periodo es más intenso que el primero. El periodo seco (junio - septiembre) varía entre 15.4 mm y 45.9 mm mensuales. (Alcaldía Municipal Yaguará, 2012).

## Sendero Ecológico de Yaguará

Se encuentra localizado en la vereda Jagual, que limita al norte con la vereda La Paz, al sur con el área urbana, al occidente con la vereda El Viso y al sur oriente con el embalse de la represa de Betania (Figura 4). Tiene como coordenadas 2°39'52,03'' N; 75°31'07,0''W, se encuentra entre 565 y 650 m.s.n.m. En el límite sur oriental del sendero ecológico se encuentran los predios Llano 3<sup>a</sup>, Llano 5<sup>a</sup>, el Caucho A, Lote 2 El Diomate, Lote 4 la Bomba y Lote el Campamento, destinados al cultivo de arroz principalmente y son continuos a la ruta del sendero ecológico. La temperatura promedio anual comúnmente es superior a los 28 °C, la zona se caracteriza por presentar un régimen climático bimodal, con una época lluviosa entre los meses de marzo–mayo y noviembre–diciembre y dos temporadas secas entre los meses de enero–febrero y julio–agosto. (Mora, 2017b)



**Figura 4.** Ubicación del Sendero Ecológico de Yaguará. Elaborado por Marlén Montenegro para el proyecto.

Este sendero ecológico está conectado directamente con el embalse de Betania, por lo que desde sus caminos se tienen espacios para observar el paisaje que se configura. La vegetación que

se mantiene en el sendero sirve de hábitat de diferentes especies de animales. (Arteaga, 2019)

Esta zona es ideal para desarrollar estrategias de conservación, desarrollo de proyectos de investigación que contribuyan al reconocimiento del lugar, esto permitiendo que sus habitantes conozcan la biodiversidad con la que cuentan y se puedan llevar a cabo planes para el mejoramiento de actividades turísticas, económicas, ecológicas y educativas.

### **4.3 EMBALSE DE BETANIA**

Los embalses son ecosistemas artificiales de agua dulce de gran importancia por su papel en la generación de energía eléctrica, y la producción piscícola, pero además por la interacción de una gran cantidad de especies, incluido el ser humano (Arteaga, 2019).

Mundialmente es reconocido el deterioro de este tipo de ecosistemas por ser receptores de sustancias tóxicas, contaminantes orgánicos e inorgánicos, los cuales contaminan las aguas y los sedimentos (Peralta y León, 2006). La dinámica de estos procesos termina alterando con el tiempo de manera temporal o espacial la calidad del agua, que es posible determinar mediante análisis de contaminantes junto a la presencia de algunas comunidades acuáticas asociadas. Sin embargo, pese a estos factores los embalses siguen siendo la principal fuente hídrica de los ecosistemas vegetales circundantes.

En la actualidad, los embalses ocupan aproximadamente 590,000 km<sup>2</sup> de superficie total de área construida en todo el planeta, ocupando un volumen de 5,900 km<sup>3</sup> (Straskraba et al, 1993). En Colombia, existen alrededor de 40 embalses con un volumen total embalsado de cerca de 10,724,500,000 m<sup>3</sup> (Márquez y Guillot, 2001), con lo cual no se alcanza ni el 1% del total mundial.

Grosso modo, estos ecosistemas son denominados y clasificados como cuerpos de agua

lénticos, ya que son ambientes ecológicamente complejos y heterogéneos, debido a su naturaleza ocupan una posición intermedia entre ríos y lagos naturales. Con respecto a esto Thornton et al (1990), plantearon una zonificación horizontal en la cual se distinguen tres zonas (Figura 5) que presentan características propias, en donde la cola de los embalses (zona fluvial) se parece más al río y la cabeza (zona de presa) se asemeja a un lago, con una amplia zona de transición. (Betancur, 2010).



*Figura 5. División por zonas longitudinales del subembalse del Magdalena. Adaptado de Thornton et al. (1990).*

El embalse de Betania está ubicado sobre el río Magdalena, a unos 40 km de Neiva, capital del departamento del Huila. Está construido en la desembocadura del río Yaguará, en el río Magdalena, en un área de más de 7,000 hectáreas que conforman el embalse. A esta área hacen parte los municipios de Yaguará, Campoalegre, Hobo y Gigante. El embalse se localiza a una altitud de 560 m.s.n.m, cuenta con un espejo de agua de 7,400 hectáreas, su volumen total es de 1.97 km<sup>3</sup>, cuenta con una profundidad máxima de 90 m, un caudal medio de 473 m<sup>3</sup> por segundo (Arteaga, 2019).

El clima de la región del Embalse está regido por la zona de convergencia intertropical (ZCIT), presentándose un clima con régimen bimodal, dos estaciones secas y dos estaciones húmedas alternadas, presenta una temperatura promedio anual de 27°C y la precipitación media anual de 1,680 mm (Betancur, 2010).

La Central Hidroeléctrica Betania fue puesta en marcha el 07 de septiembre de 1987. La construcción fue por Rica Calsoni, Franco Tossi y Ansaldo, y las obras civiles fueron construidas por Impregilo S.P.A., firmas italianas. Tiene una capacidad de 540 megavatios y cuenta con una capacidad efectiva de generación de 500 megavatios (Palacios-Sierra, 2013). De resaltar la edificación de la Casa de Máquinas, construida en concreto de 52 m de alto, 40 m de ancho y 100 m de largo, ubicada en la margen derecha del río Magdalena; allí se encuentran instaladas turbinas con un generador de eje vertical, sus equipos auxiliares y los transformadores, en un patio construido sobre los tubos de aspiración de las turbinas. En el extremo sur se localiza la sala de montaje y bajo ella las salas de control, comunicación, el taller y salones para oficinas y servicios auxiliares (Municipio de Yaguará, 1999).

Desde el punto de vista ecosistémico, los embalses representan un incremento en el número de hábitats para ecosistemas lenticos. Además, en ellos se han estructurado ecosistemas betaniaacuáticos bien definidos y funcionales. (Arteaga, 2019). De hecho, el embalse de Betania es uno de los cuerpos de agua lénticos más importantes de Colombia, no solo por su importancia como generador de energía eléctrica sino por su uso como fuente de productividad económica a través de la piscicultura. (Martínez, 2016)

Por otro lado, un factor a resaltar, en las riberas del embalse es una gran cobertura vegetal, donde reina las especies vegetales hidrófitas, que son aquellas capaces de vivir en zonas donde la concentración de humedad es alta, esta última se caracteriza por la forma de sus hojas, que son de un tamaño pequeño, que se caracterizan por la presencia de espinas en algunos árboles y la profundidad baja de las raíces. (Martínez, 2016)

Desde la perspectiva departamental, en el embalse de Betania se generan diferentes interacciones socioambientales, llevando a cabo importantes funciones: en primer lugar,

permitiendo la generación y distribución de energía, lo que representa contribución a la economía departamental. En segundo lugar, permite el desarrollo de actividades recreativas en lancha y la práctica de deportes náuticos entre ellos el esquí acuático, la natación y el buceo. En contraparte, en el embalse se desarrollan actividades de producción piscícola, así como programas de repoblamiento en las diferentes microcuencas, se desarrollan actividades que promueven la educación ambiental y se llevan a cabo programas de reforestación (Municipio de Yaguará, 1999).

Así, el Embalse de Betania constituye una de las principales fuentes del recurso pesquero en la región del Huila y por ende gran parte de la productividad económica del departamento depende del buen mantenimiento y funcionamiento de este cuerpo de agua. (Martínez, 2016)

## 5. MARCO TEÓRICO

### 5.1 BOSQUE SECO TROPICAL

Colombia es un país megadiverso, ocupa el segundo lugar en biodiversidad ya que por ser un país tropical cuenta con una gran variedad de especies, riquezas, bellezas geográficas y diversidad en sus ecosistemas: tanto acuáticos como terrestres, en estos últimos están los páramos, las sabanas, las zonas desérticas y los bosques tropicales (Minciencias, 2021). El Bosque seco Tropical es un bioma dado que representa un conjunto de ecosistemas muy similares entre sí por su fisionomía y vegetación (Hernández et al., 1992) Así mismo, Mooney define al Bosque seco Tropical como un ecosistema forestal que ocurre en tierras bajas de zonas tropicales y que se caracteriza por presentar una estacionalidad marcada de lluvias con varios meses de sequía, debido a esta variables climáticas se encuentran especies con importantes estrategias adaptativas, como respuesta principalmente a la estacionalidad climática, entre ellas la presencia de especies deciduas (Murphy, P. G., y Lugo, A. E., 1986).

En un sentido más estricto, autores como Portillo-Quintero y Sánchez-Azofeifa (2010) mencionan que el Bosque seco Tropical es un tipo de vegetación dominado por árboles deciduos en el cual al menos el 50% de las especies vegetales presentes son tolerantes a la sequía, la temperatura anual es igual o superior a 25° C y la precipitación anual total es de 700 a 2,000 mm.

En este ecosistema muchos de sus árboles pierden las hojas tornándose en varios tonos de café y durante las lluvias, el bosque se ve completamente verde de nuevo. De igual manera presenta suelos muy fértiles, lo que permite los cultivos de alimentos, y su flora y fauna posee increíbles adaptaciones para sobrevivir a la escasez de agua de la época seca (Banda et al., 2015).

El bosque seco posee altos grados de endemismo y especiación, (Pennington et al., 2006)

donde dominan principalmente especies de las familias Leguminosae, Bignoniaceae, Malvaceae, Apocynaceae y Capparaceae (Murphy, P. G., y Lugo, A. E. 1986).

El Bosque seco Tropical cubre alrededor de un 40% de todos los ecosistemas tropicales del mundo. Romero et al., (2015) indican que los bosques tropicales son aquellos localizados entre el trópico de Cáncer y el trópico de Capricornio, formando tipos de vegetación dentro de los que destaca según la clasificación de Holdridge (1982) el Bosque seco Tropical (Bs-T).

Según Sarmiento (1975) las formaciones vegetales de este tipo de bosque en Centroamérica y Sudamérica probablemente se originaron de cuatro grandes comunidades florísticas ubicadas en México, centro de Brasil, región del Chaco, y la cuarta en la región centro y sur de Chile, siendo considerado uno de los ecosistemas más complejos e interesantes de la naturaleza en el Neotrópico, producto de las adaptaciones que han sufrido sus especies a las altas temperaturas y escasa disponibilidad del agua. (Murphy, P. G., y Lugo, A. E. 1986).

En la actualidad el Bosque seco Tropical se encuentra distribuido en Suramérica, Centroamérica, Eurasia, Australasia, África y el Sudeste de Asia sobre la franja tropical, como lo indica Miles et al. (2006, como se citó en Alvarado y Otero, 2015). En América Latina se encuentran en secciones aisladas desde México hasta Argentina y en las islas del Caribe. (Banda et al., 2015). El Bosque seco Tropical se encuentra altamente fragmentado y deteriorado siendo reconocido como el ecosistema más perturbado y el menos conocido. (Fajardo et al., 2013).

En Colombia, el Bosque seco Tropical está distribuido en seis regiones: el Caribe, los valles interandinos de los ríos Cauca y Magdalena, la región NorAndina en Santander y Norte de Santander, el valle del Patía, Arauca y Vichada en los Llanos. (Pizano et al., 2014). En la región del río Magdalena abarca las llanuras de la franja adyacente a este afluente, en los departamentos del Huila, Cundinamarca y Tolima. (Figuroa y Galeano, 2007). Sin embargo, no se puede



## **5.2 ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN**

### **5.2.1 Análisis Estructural**

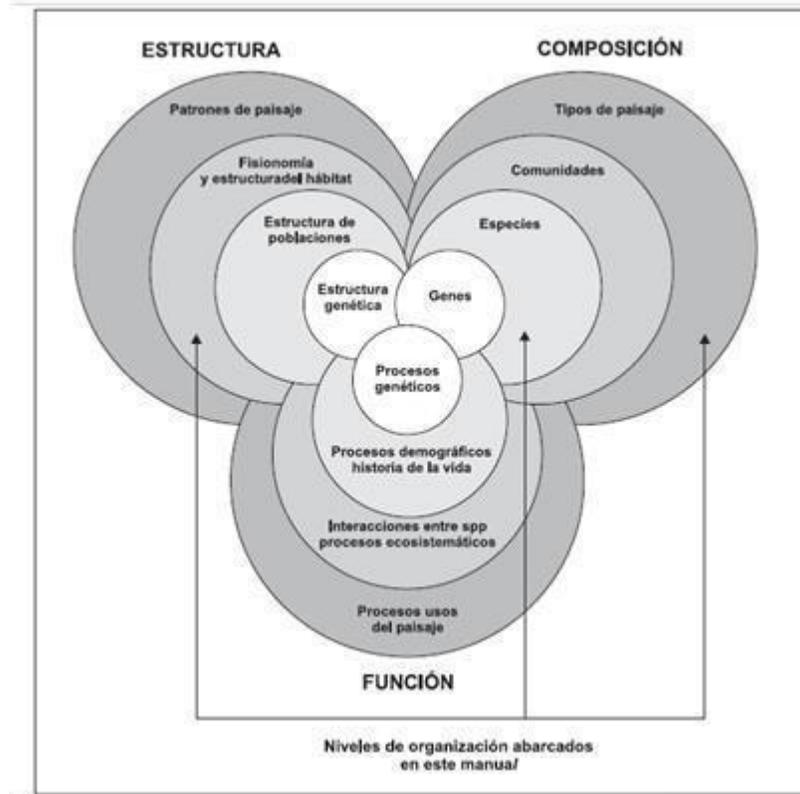
Los estudios de la vegetación son unos de los principales soportes para la planificación, manejo y conservación de los ecosistemas tropicales. En este sentido, la información proveniente de una caracterización o inventario florístico planificado debe suministrar información en tres niveles: 1) riqueza específica (diversidad alfa); 2) recambio de especies (diversidad beta); y 3) datos de la estructura que permitan determinar el estado de conservación de las áreas estudiadas. (Villareal et al. 2004)

De esta forma el conocimiento de la biodiversidad requiere considerar los diferentes niveles jerárquicos de organización de la vida (genes, especies, poblaciones, comunidades y ecosistemas), junto con sus atributos de composición, estructura y funcionalidad que planteamos en la presente investigación. (Villareal et al. 2004)

La figura 7 nos brinda una imagen general en la que se sitúa la estructura de la vegetación como eslabón en los niveles de organización de Biodiversidad, referenciando espacialmente la sinergia entre los componentes del estudio. (Noss, 1990)

Se define como estructura de la vegetación el patrón espacial de distribución que presentan las plantas de un determinado ecosistema (Barkman, 1979). El conocimiento de la distribución espacial de una agrupación vegetal se puede inferir bien a través de la definición de su ordenación horizontal, según los parámetros de abundancia, dominancia y/o frecuencia (Mueller-Dumbois y Ellenberg, 1974), sociabilidad (Braun Blanquet, 1979), número de individuos por unidad de superficie (Loetsch et al. 1973), distribución diamétrica (García, 1992), etc. o bien a través de la ordenación vertical, es decir, de la identificación de los estratos que presenta la formación vegetal

(Rangel y Velázquez, 1997).



*Figura 7. Niveles de organización jerárquica de la biodiversidad y atributos de composición, estructura y función (Noss, 1990)*

Por ello se evaluó:

### **Estructura Horizontal**

Según Zúñiga y Avelino (2016), el análisis de la estructura horizontal cuantifica la participación o registro de cada especie con relación a las demás en el área de estudio y muestra cómo se distribuyen espacialmente en la misma. Estos aspectos pueden ser determinados por los parámetros empleados en los índices de densidad, dominancia y frecuencia. Para determinaciones más objetivas, se necesitan mediciones y definir índices que expresan la cantidad de árboles, su presencia, ausencia, similitud, su tamaño y su distribución espacial.

## **Estructura Vertical**

Finol (1971, citado por Zúñiga y Avelino, 2016), propuso incluir el estudio de la estructura vertical, como una forma de describir el estado sucesional en que se encuentra cada especie. De este análisis surge una aproximación sobre cuáles son las especies más promisorias para conformar la estructura forestal en términos dinámicos.

La estructura de las formaciones vegetales está condicionada en gran medida por las propias características de las especies que vegetan en la zona, como el tipo biológico, tipo de crecimiento, estrategia de multiplicación, forma de colonización, etc., que proporcionan una imagen fisonómica definida y un aspecto concreto al paisaje vegetal. Asimismo, la estructura de la vegetación depende de los diferentes elementos que la componen y se encuentran en el ecosistema y de la mayor o menor presencia (abundancia relativa) de cada uno de ellos. Al analizar la estructura se debe tener en cuenta el papel que desempeñan estos elementos dentro la masa vegetal, que depende en parte de las características del medio físico, la historia de la vegetación, la intervención humana, etc.

Dentro de los elementos que componen la estructura vegetal de un ecosistema, por ejemplo, en formaciones forestales, los árboles suponen el elemento más relevante; las distintas especies presentan diferentes características morfológicas y dan lugar a diferentes estructuras (Del Rio et al. 2003), aunque otros componentes importantes de los rodales forestales es el sotobosque, que introduce estratificación y diferenciación entre las formaciones. En otras situaciones, es la vegetación herbácea o la arbustiva la que imprime el aspecto a la masa forestal.

La estructura de las formaciones vegetales es la forma en que las especies se organizan en el espacio. Según Von Gadow y Hui (1999) se puede describir la estructura de un rodal mediante la medida de ciertas características: posición o distribución espacial, diversidad y mezcla de

especies, diferenciación tanto horizontal como vertical, etc. Existen diferentes índices que describen cada una de las características de la estructura, entre ellos destacan por su utilidad aquellos de índole fitosociológica que calculan la abundancia-dominancia de las especies, la distribución espacial de los individuos, el modo de asociarse o sociabilidad, la diversidad y mezcla de especies, la densidad, la homogeneidad, la frecuencia, la estratificación, grado de vitalidad-fertilidad, etc. El cálculo de estos parámetros resulta muy útil en la evaluación del tipo de estructura que presenta una formación vegetal y en la identificación de aquellas especies que tienen un papel activo en la estructura de la formación, las cuales pasarán a formar parte de la fracción en el concepto de la base estructural de un hábitat.

### **Descripción de la vegetación**

El objetivo de este método es dar una idea general del tipo de vegetación en donde se desarrollaron los muestreos, lo cual no requiere de mucho detalle. La base principal de este punto es la descripción estructural de la vegetación y resaltar las especies más representativas de la estación donde se realizan los muestreos. Para esto debe considerarse el número de estratos de la vegetación (cada una de las zonas verticales donde las copas de los individuos de altura similar definen una capa horizontal), y la altura y cobertura de cada uno de ellos (Barkman, 1979). Adicionalmente, es importante llevar a cabo una serie de perfiles esquemáticos como se describe en los siguientes numerales. (Villareal et al. 2004)

### **Caracterización de los estratos de la vegetación**

El número de estratos, y su descripción ha sido utilizado ampliamente para caracterizar la distribución vertical de la vegetación. Para este fin se recomienda seguir la propuesta de Rangel y Lozano (1986) ajustada para ecosistemas andinos, la cual contempla los siguientes tipos de estratos: rasante <0.3 m; herbáceo 0.3-1.5 m; arbustivo 1.5-5 m; subarbóreo o de arbolitos 5-12 m;

arbóreo inferior 12-25 m y arbóreo superior >25 m. Con base en lo anterior se define: Altura aproximada de cada uno de los estratos: estimación visual de la altura promedio (también puede ser un rango de los individuos que hacen parte de cada estrato. Cobertura de los estratos: estimación visual de la proyección vertical sobre el suelo de las copas de los individuos de cada uno de los estratos, la cuantificación se realiza como el porcentaje del área de muestreo cubierto por cada uno de los estratos. Esta medida es una aproximación que pretende determinar la densidad de cada estrato. Especies más frecuentes en cada estrato. (Villareal et al. 2004)

Muchas de las observaciones para caracterizar los estratos requieren previa familiarización con el tipo de vegetación y las características generales del sitio estudiado, por lo que se recomienda realizar esta actividad al final de cada muestreo. (Villareal et al. 2004)

### **Perfil de la vegetación**

El perfil de la vegetación es el esquema de una franja de bosque que pretende ilustrar el número de estratos, su altura y cobertura. En nuestro caso, para la elaboración de los perfiles esquemáticos se emplea la información de uno de los transectos de 0,1 ha de los muestreos de plantas leñosas. Para este fin se recomienda utilizar siempre los datos del transecto número 5. La información se transfiere a una gráfica de barras, colocando en el eje X los individuos y en el eje Y su altura. Luego, con base en algunos bocetos de la forma de las copas elaborados en campo, se reemplazan las barras por dibujos de árboles, lianas o palmas. (Villareal et al. 2004)

Es importante que los dibujos por los que se reemplacen las barras correspondan a las características de los individuos, es decir, hay que considerar su hábito (palma, liana, árbol o arbusto, etc.). Eventualmente, si el dibujo no queda muy denso, en el eje X se pueden poner las identidades de los individuos. (Villareal et al. 2004)

### **5.3 GUÍA DE FLORA**

Los libros guías de flora son producto de la recopilación de información o caracterización florística de un área, que incluye fotografías ilustrativas, descripciones botánicas, nombres comunes, usos, etimologías, distribución y estado de conservación de especies de plantas.

Su objetivo es dar a conocer a los entes territoriales, comunidades locales, estudiantiles y científicas la riqueza biológica de nuestro país, que representa la gran biodiversidad de fauna y flora de los ecosistemas, con el fin de generar un pensamiento de valoración y protección entre la población hacia el medio ambiente y así mismo promover actitudes de conservación y preservación del patrimonio natural de las regiones locales. Por esta razón diferentes hidroeléctricas en el país han realizado guías de fauna y flora de las zonas de influencia de sus embalses para generar conciencia ambiental hacia nuestros ecosistemas.

### **5.4 MARCO CONCEPTUAL**

- **ÁRBOL**

Según (Argimon y Trigo, 2018) definen el árbol como un vegetal leñoso al menos de 5 m de altura, con el tallo simple, denominado tronco, en donde se ramifica y forma la copa. Tiene considerable crecimiento en grosor. Para este estudio se especifica como árbol aquella planta con tronco simple con una altura mayor a 5 m.

- **ÁREA BASAL**

El área basal es la superficie de una sección transversal del tallo o tronco del árbol, palmera y demás formas vegetales de porte arborescente, a determinada altura del suelo. (Ministerio de Ambiente, 2015)

- **CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA**

La caracterización florística es determinar y conocer la flora presente en un área a partir de las características exclusivas de su familia o especie, teniendo en cuenta parámetros ecológicos como la abundancia y la diversidad.

- **DENDOGRAMA DE SIMILITUD**

Expresa el grado en que las dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas. Utilizado para datos cualitativos. (Ministerio de Ambiente, 2015)

- **DAP Y CAP**

Diámetro a la altura del pecho (DAP) o circunferencia a la altura del pecho (CAP) son métodos estándar para expresar el diámetro del tronco de un árbol. El tronco se mide en la altura del pecho de un adulto midiendo la circunferencia a 1.3 m sobre la tierra. (Ramírez, 2012)

- **DENSIDAD**

La densidad es el número de individuos que existe en un área determinada y que debe estar referida en una unidad de superficie como la hectárea. Es aplicado a cada tipo de bosque y tipo de matorral inventariado. (Ministerio de Ambiente, 2015)

- **DESCRIPCIÓN BOTÁNICA**

La descripción botánica es el registro de los aspectos generales de la planta, como su hábito de crecimiento (diámetro y altura en metros), el color de sus hojas, flores y frutos, olor, presencia de espinas o aguijones, color y consistencia de cualquier tipo de exudado. (Agostini y Blanco, 1974) Estos datos se toman en el momento de la recolección de los especímenes y es tan importante como el ejemplar mismo (Herbario de la Universidad del Quindío, 2018)

- **DIVERSIDAD ALFA**

La diversidad alfa ( $\alpha$ ) se expresa a través del número total de especies presentes en un determinado lugar, sin tomar en cuenta el valor de importancia o abundancia de las mismas, teniendo en cuenta la lista de especies reportadas a partir del inventario de todas las unidades muestrales levantadas en campo. (Ministerio de Ambiente, 2015)

- **DIVERSIDAD BETA**

La diversidad beta es la variación en el número de especies que existe entre los hábitats de un mismo ecosistema. Para medir este tipo de diversidad, se utilizan índices de similitud y disimilitud entre muestras. (Ministerio de Ambiente, 2015)

- **DIVERSIDAD FLORÍSTICA**

La diversidad florística son atributos de las comunidades vegetales que permiten su comprensión y comparación. El concepto de diversidad tiene dos componentes principales: la riqueza de especies y la equitatividad. El primero se refiere al número de especies en una comunidad y el segundo a las proporciones relativas de cada especie, teniendo en cuenta que puede haber especies dominantes y especies raras en una comunidad. (Cano y Stevenson, 2019). Por otro lado, entre dos ecosistemas hipotéticos formados por especies demográficamente idénticas (el mismo número de individuos de cada una, algo que nunca aparece en la realidad) consideraríamos más diverso al que presentara un número de especies mayor, como se cita en Santana (2017).

- **ESTADO DE CONSERVACIÓN**

Para el presente trabajo se definió el estado de conservación como una medida para conocer el grado de peligro de extinción de las especies teniendo en cuenta la cantidad de individuos presentes en el mundo, empleando la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN con las

categorías de Bajo Riesgo (preocupación menor, casi amenazada), Amenazada (vulnerable, en peligro, en peligro crítico), Extinta (extinta en estado silvestre, extinta). (UICN, 2012)

- **ESTRUCTURA HORIZONTAL**

El análisis de la estructura horizontal cuantifica la participación de cada especie con relación a las demás y muestra cómo se distribuyen espacialmente. Este aspecto puede ser determinado por los índices de densidad, dominancia y frecuencia. Para una determinación más objetiva se necesitan mediciones y definir índices que expresan la cantidad de árboles, su tamaño y su distribución espacial, como lo indican Zúñiga y Avelino (2016) y Pastrana, Lezcano y Muskuz (2017).

- **FRECUENCIA**

La frecuencia de un atributo es la probabilidad de encontrarlo en una unidad muestral. (Ministerio de Ambiente, 2015)

- **ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (IVI)**

El índice de valor de importancia (IVI) mide el peso ecológico de cada especie en una comunidad vegetal; es decir, se pueden identificar las especies más importantes presentes en un tipo de bosque en relación a su densidad poblacional, al dominio espacial horizontal y a la amplitud de su distribución geográfica. (Ministerio de Ambiente, 2015)

- **MUESTRA BOTÁNICA**

De acuerdo con Agostini y Blanco (1974), una muestra botánica está representada por una planta o por una rama de cualquier planta, de unos 30 a 35 cm de largo, que contenga hojas, flores y/o frutos.

- **MUESTRA DE HERBARIO**

Una muestra de herbario es aquella muestra botánica que fue sometida a procesos de secado, prensado, montaje y debida identificación contemplada en su respectiva etiqueta con información relevante de la planta, ubicación, numeración de ejemplar y es incluida en una colección biológica.

- **RELICTO**

Ecosistema boscoso que persiste, es decir que es un remanente, después de una intervención antrópica sobre él. (Restrepo, 2006)

- **SENDERO**

Los senderos se definen como infraestructuras organizadas que se encuentran en el medio natural, rural o urbano para facilitar y favorecer al visitante la realización y recreación con el entorno natural o área protegida donde se encuentra. Están dirigidos a racionalizar y reducir al mínimo el impacto humano en zonas naturales; como ejes de recuperación del patrimonio cultural e histórico. (Flórez y Chinome, 2018).

- **TRANSECTOS**

Un transecto es un rectángulo situado en un lugar para medir ciertos parámetros de un determinado tipo de vegetación. El tamaño de los transectos puede ser variable y depende del grupo de plantas a medir. En los transectos, generalmente se miden parámetros como altura de la planta, abundancia, DAP y frecuencia. (Mostacedo y Fredericksen, 2000)

## 5.5 MARCO LEGAL

La normatividad en que se apoya la ejecución de este trabajo investigativo es la siguiente:

- **Ley 99 de 1993:** Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la Gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA.
- **Ley 165 de 1994:** Por medio de la cual se aprueba el "Convenio sobre la Diversidad Biológica", establecido en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992.
- **Ley 388 de 1997:** Ordenamiento Territorial Municipal y Distrital y Planes de Ordenamiento Territorial.
- **Decreto-Ley 2811 de 1974:** Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
- **Decreto 1768 de 1994:** Por el cual se desarrolla parcialmente el literal h) del artículo 116 en lo relacionado con el establecimiento, organización o reforma de las Corporaciones Autónomas Regionales y de las Corporaciones de régimen especial, creadas o transformadas por la Ley 99 de 1993.
- **Decreto 1865 de 1994:** Por el cual se regulan los planes regionales ambientales de las Corporaciones Autónomas Regionales y de las de Desarrollo Sostenible y su armonización con la gestión ambiental territorial.
- **Decreto 1933 de 1994:** Por el cual se reglamenta el artículo 45 de la Ley 99 de 1993.
- **Decreto 1791 de 1996:** Por medio de la cual se establece el régimen de aprovechamiento forestal.

- **Resolución 848 de 1996:** Por la cual se reglamenta el Numeral 28 del Artículo 5, el Artículo 106 de la Ley 99 de 1993 y se dictan otras disposiciones.
- **Resolución 97 de 2017:** “Por la cual se crea el Registro Único de Ecosistemas y Áreas Ambientales y se adoptan otras disposiciones”
- **Resolución 0470 de 2017:** Por la cual se crea el Programa “Bosques de Paz” y se adoptan otras disposiciones.
- **Resolución 1051 de 2017:** Por la cual se reglamenta los Bancos de Hábitat consagrados en el Título 9, Parte 2, Libro 2, Capítulo 3 del Decreto 1076 de 2015, se adoptan otras disposiciones
- **Política Nacional de Biodiversidad (1996):** “Propender por la conservación, el conocimiento y el uso sostenible de la biodiversidad, así como, la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de la utilización de los conocimientos, innovaciones y prácticas asociadas a ella, por parte de la comunidad científica, la industria y las comunidades locales”

Por otro lado, cabe resaltar el reconocimiento legal por parte de los municipios (Hobo y Yaguará) al Sendero Parque Bosque Puerto de Momico y Sendero Ecológico de Yaguará.

- **Plan de Desarrollo Territorial de Hobo (2016 - 2019):** Donde en la División del Suelo Rural, sección Sub-suelo Urbano, clasifican a Puerto del Momico en la categoría de función piscícola, estableciendo allí los usos del suelo y las formas de vida del campo y la ciudad, este puerto pertenece al “brazo” del embalse de Betania frente urbano nor-occidental, se identifica como un sector de pequeña producción artesanal con influencia turística y recreativa.

- **Plan Estratégico de Desarrollo de Yaguará (2017):** Se proyecta la adecuación de este sendero para fomentar la participación de la ciudadanía, aumentar el turismo mediante el avistamiento de aves, la construcción de un puente ecológico y actividades piscícolas.

## **6. OBJETIVOS**

### **6.1 OBJETIVO GENERAL**

- Caracterizar las especies arbóreas en dos relictos de Bosque seco tropical del Sendero Parque Bosque Puerto de Momico (Municipio de Hobo) y Sendero Ecológico de Yaguará (Municipio de Yaguará), Huila.

### **6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar la composición florística de las especies arbóreas en los dos relictos de Bosque Seco Tropical.
- Establecer la estructura de la vegetación arbórea en los dos relictos.
- Aportar a la consolidación del Programa de Educación Ambiental de la Central Hidroeléctrica de Betania, a través de la elaboración de un libro guía de las especies arbóreas de importancia registradas en los relictos de Bosque del embalse de Betania.

## **7. METODOLOGÍA**

El estudio se desarrolló desde un enfoque metodológico descriptivo, en un proceso de caracterización botánica, donde las poblaciones de referencia estudiadas fueron dos (2) relictos de bosque seco tropical ubicados en los municipios de Hobo y Yaguará en el departamento del Huila. Desde este enfoque, el tipo de investigación que se realizó fue mixta, comparando las dos áreas de estudio, con un enfoque cualitativo en términos de descripción de especies y de carácter cuantitativo en la determinación de la diversidad, riqueza y abundancia de las mismas.

El proyecto de investigación se ejecutó en cuatro (4) fases divididas así: planeación y reconocimiento, campo, laboratorio y análisis, por último, resultados. Las actividades de campo se desarrollaron en un tiempo de 13 meses. A continuación, se especifican las fases contempladas:

### **7.1 FASE DE PLANEACIÓN Y RECONOCIMIENTO**

En esta fase se realizó la debida revisión de antecedentes para la elaboración de la propuesta de investigación, con el fin de llevar a cabo la selección específica y propicia de las herramientas y técnicas metodológicas a aplicar, esta actividad se desarrolló durante todo el proyecto, con el fin de obtener información para el análisis y discusión de resultados.

Igualmente, en esta fase se realizó el reconocimiento de las zonas de estudio, haciendo una inspección visual de las zonas de vegetación asociada a los senderos, en especial de tipo arbóreo, a través de un recorrido libre en cada sendero, con el objetivo de dimensionar la magnitud de la investigación y delimitar el área de estudio. También se realizó una visualización de las zonas de estudio usando mapas satelitales del software online Google Earth, para establecer los puntos estratégicos de muestreo, donde se evidenció la cobertura vegetal arbórea más densa.

Para la selección de los puntos de muestreo, se tuvo en cuenta la diferencia en tamaño de

las áreas y la cobertura arbórea en las dos zonas de estudio, estableciendo así 6 áreas de muestreo de aproximadamente 1 Km en línea recta, cada una: cinco (5) en el Sendero Ecológico de Yaguará y una (1) en el Sendero Parque Bosque Puerto de Momico; cada una de estas áreas se subdividió a su vez en 10 sub-áreas, de las cuales, empleando el método de muestreo aleatorio estratificado, se seleccionaron cinco (5), en las que se trazaron los respectivos transectos, para obtener un total de treinta (30) transectos, como se muestra en la figura 8, se marcaron cinco transectos en el Sendero Parque Bosque Puerto de Momico y veinticinco transectos en el Sendero Ecológico de Yaguará.



**Figura 8.** Esquema general de la manera como se definieron las Áreas de muestreo y ubicación de los transectos.

El método de muestreo seleccionado fue aleatorio estratificado, que permite dividir en estratos o áreas las muestras de estudio, teniendo en cuenta la heterogeneidad de la vegetación arbórea. Como lo menciona Porras - Velázquez (2017), las unidades incluidas en cada estrato deben ser relativamente heterogéneas con respecto a las características a estudiar. Otros aspectos que se tuvieron en cuenta fueron, establecimiento del conjunto de datos de los ejemplares vegetales como las muestras, y como la unidad de muestreo, las unidades de medida empleadas en la recopilación de datos de los ejemplares y el esfuerzo de muestreo empleado en cierto periodo de tiempo. (Villareal et al., 2004)

Las variables que se midieron durante el trabajo permitieron establecer la diversidad a nivel

de especies de las dos zonas de estudio, en la escala geográfica; local y regional, asociadas a las medidas de diversidad: alfa ( $\alpha$ ) y beta ( $\beta$ ). (Villareal et al., 2004)

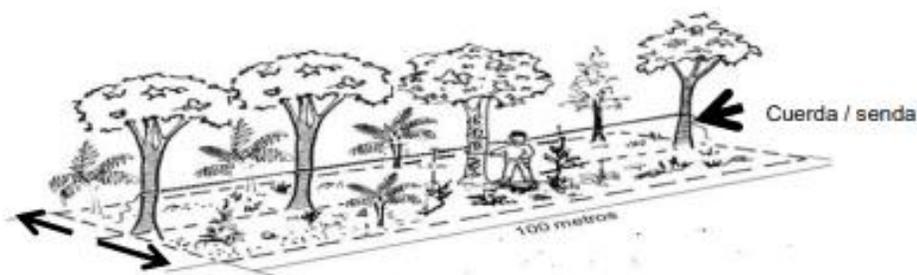
## 7.2 FASE DE CAMPO

Teniendo en cuenta lo antes mencionado, se desarrollaron 4 salidas de campo, cada una con una duración de dos días, debido a las particularidades de cada uno de los senderos se realizaron 3 salidas de campo al Sendero Ecológico de Yaguará y una al Sendero Parque Bosque Puerto de Momico, esto con el fin de tener homogeneidad en esfuerzo de muestreo entre los dos sitios.

Esta fase se encuentra dividida en dos procesos importantes:

### 7.2.1 Caracterización de la Vegetación

Cada uno de los 30 transectos seleccionados tuvo un área de 100 m<sup>2</sup> (50 x 2), para un total de 0.30 hectáreas, en las 30 sub-áreas trazadas, siguiendo la propuesta de “inventario rápido” de Gentry (1982). Para trazar cada uno de ellos, se tomó como referencia un árbol, en el cual se amarró una cuerda, a lo largo de la cual, con una vara de 1 m se estableció la distancia a cada lado, hasta llegar a 100 m, formando de esta manera la figura rectangular de cada transecto. (figura 9)



**Figura 9.** Representación del método de muestreo de la vegetación propuesto por

Gentry (1995).

Dentro de cada transecto se registraron todos los individuos cuyo diámetro a la altura del pecho (DAP) es mayor o igual a 2.5 cm y mayor a 3 m de altura. A cada individuo se le midió la circunferencia de su tronco, medida a 1.3 m desde la superficie del suelo, la cual posteriormente fueron transformados a DAP. Los datos tomados en cada transecto fueron utilizados para el análisis estructural de la vegetación, lo cual incluye abundancia, frecuencia, cobertura, Índice de valor de importancia (IVI) y distribución diamétrica.

Por otro lado, se estimó la diversidad alfa ( $\alpha$ ) y beta ( $\beta$ ), teniendo en cuenta los índices para medir biodiversidad planteados por Villarreal et al. (2004) Dendograma de Similitud de Jaccard e Índice de Sorensen Cuantitativo.

### **7.2.2 Colecta y prensado de Muestras Botánicas**

De cada una de las especies registradas en los transectos se le realizó colecta botánica, siguiendo las recomendaciones de la guía práctica para campo y laboratorio por Dueñas (2017). Además, para establecer la composición florística de cada sendero, se realizó un recorrido libre por toda la zona, recolectando ejemplares de especies diferentes a las identificadas en los transectos.

La colecta botánica consistió en la recolección, reconocimiento y determinación de las especies de plantas arbóreas que se encontraron en las zonas de estudio, así como la toma inicial de datos llevado a cabo en campo.

Los datos tomados en campo fueron, geográficos: ubicación exacta de la planta, altitud, coordenadas geográficas; características morfológicas de la planta: detalladas a simple vista y que se pierden al procesar el material (colores, presencia de aromas, exudados, entre otras), también se tuvo en cuenta nombre de los colectores, fecha, sitio y número de colección. Adicionalmente,

de cada especie diferente se le tomó registro fotográfico de calidad, donde se mostró el hábito general de la planta, detalle de las ramas, distribución de las hojas, ubicación de inflorescencias, y, sobre todo, detalle de las flores y frutos; estas fotografías se enumeraron para llevar registro en el formato de descripción del ejemplar en campo, que facilitó su posterior identificación.

Se colectaron las muestras botánicas en estado fértil; estas fueron almacenadas temporalmente en bolsas plásticas debidamente etiquetadas o en su efecto prensadas en campo, guardando las muestras vegetales en papel periódico y preservándolas con alcohol al 70%. Cada muestra se marcó con el nombre de los colectores, fecha, sitio y un número para identificar cada ejemplar. Adicionalmente, se recogieron flores y/o frutos de cada especie para ser almacenados en frascos con una solución de alcohol etílico al 70% y glicerina (980 y 20 mililitros, respectivamente, para obtener 1,000 mililitros de solución).

De cada planta se colectaron dos ejemplares lo más completos posible, es decir, ramas completas que incluían hojas, flores, y frutos del árbol, y que estuvieron presentes en el momento de recolección. De lo contrario, se realizó el censo de las mismas en otras visitas a los sitios de estudio y que viabilizaron la colecta de los atributos restantes.

El tamaño del ejemplar debió ser adecuado para que ocupara el tamaño de una hoja de papel periódico doblada a la mitad (aproximadamente de 40 x 30 cm). Al prensarlo, se tuvo cuidado en dejar visible la disposición de las hojas, flores y frutos recolectados, ya que estas características, propias de cada ejemplar, dieron una idea de la planta completa. Sobre un borde del papel periódico se incluyeron las iniciales del colector, número de colección, fecha y sitio de recolección, los cuales coincidieron con los datos de campo para la elaboración de etiquetas. Para la organización del material colectado al finalizar las jornadas en campo, se elaboró un arrume de varias muestras, se prensó en cartones y se almacenó en bolsas de basura plásticas, al ser empaquetadas se empaparon con alcohol al 70% y se sellaron, para luego ser transportadas a las

instalaciones de la Universidad Surcolombiana para llevar a cabo su proceso de secado, contemplado en la siguiente fase.

### **7.3 FASE DE LABORATORIO Y ANÁLISIS**

Esta fase se llevó a cabo con el fin de realizar la identificación de los ejemplares colectados en campo, teniendo en cuenta la guía práctica para campo y laboratorio elaborada por Dueñas (2017); se subdividió en las siguientes sub-fases:

#### **7.3.1 Proceso de secado**

Para organizar el material colectado en campo, el arrume previamente prensado en campo, se cambió por un prensado en lámina de aluminio de aproximadamente de 40 x 30 cm, posteriormente fue secado en horno a una temperatura entre 70 a 80 °C, por un periodo de 2 días o más dependiendo del grosor del ejemplar colectado.

#### **7.3.2 Identificación de las especies**

Para la identificación de los ejemplares se contó con las muestras previamente secadas, las muestras que fueron conservadas en líquido junto a los datos y registros fotográficos tomados en campo.

Haciendo uso de microscopios y estereoscopios se realizó el estudio morfológico del material vegetal recolectado, generando los datos necesarios para la descripción e identificación a especie de los ejemplares, la cual se llevó a cabo por medio de claves taxonómicas, bibliografía especializada, comparación con colecciones de referencia y consulta con especialistas.

La información referente a especies y su descripción se organizó teniendo en cuenta la

clasificación APG IV. (Chase et al., 2016)

### **7.3.3 Montaje y etiquetado de las muestras**

En esta sub-fase se realizó el montaje de los ejemplares ya determinados, sobre papel propalcote y se etiquetó, siguiendo los estándares mundiales, y lo establecido por el herbario SURCO.

El material colectado, montado, etiquetado e identificado fue ingresado a la colección del Herbario de la Universidad Surcolombiana, SURCO, bajo el estándar de colecciones biológicas establecido por el mismo.

## **7.4 ANÁLISIS DE DATOS**

A la par que se identificaron todas las muestras vegetales, se realizó la sistematización de los datos y para facilitar el análisis de los resultados se diseñó una matriz en Excel versión 19.0, donde se almacenó toda la información recolectada tanto en campo como en el laboratorio.

Los análisis que se realizaron fueron los siguientes:

### **Distribución Diamétrica:**

Se determinaron clases diamétricas para cada una de las áreas muestreadas entre intervalos de 10 cm de acuerdo a la existencia de una amplia muestra de clases diamétricas, estableciendo un total de 14 categorías diamétricas, desde valores mayores o iguales a 10 cm que contemplaran la categoría de menor diámetro establecida para su consideración de colecta en campo de 2.5 cm, se establecieron categorías de 1 a 9,99 cm de 10 a 19,99 de 20 a 29,99 de 30 a 39,99 cm, así sucesivamente hasta llegar a la categoría 130 a 139,99 cm y a mayor e igual a 130 cm, de esta forma contemplando cada uno de los diámetros registrados en los eventos de muestreo.

Posteriormente a la organización de los datos registrados en cada una de las categorías

determinadas graficamos en Excel la información organizada correspondiente a cada uno de los individuos agrupados en cada área y su respectiva categoría diamétrica.

**Cociente de mezcla (CM):** Es el indicador de la homogeneidad o heterogeneidad del bosque, relacionando el número de especies y el número de individuos totales ( $s/n$  ó  $s/n$ ). (Gordo, 2009)

Según Alvis Gordo (2009) el cociente de mezcla describe la distribución de los individuos de las diferentes especies dentro del bosque, por ello para comparar ecosistemas, deben tener igual intensidad de muestreos.

$$C.M.=S/N$$

donde:

$s$  = número total de especies en el muestreo

$n$  = número total de individuos en el muestreo

Con base en lo anterior, es posible establecer las siguientes premisas: a menor C.M., existe una mayor homogeneidad de especies en el terreno, en contraparte, a mayor C.M., una menor homogeneidad de especies en el terreno.

En cuanto a la determinación de la estructura vegetal, se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros:

**DAP:** Diámetro a la altura del pecho (m)

$$DAP = \frac{C}{\pi}$$

Donde

C = valor de la circunferencia (m)

$$\pi = 3.1416$$

**Abundancia relativa (A.R.):** Es la densidad de una especie dividida todas entre la sumatoria de las densidades de todas las especies.

$$A.R. = \frac{D \text{ sp} A}{D \text{ total}}$$

**Frecuencia (F):** es el porcentaje de transectos donde se registra una especie, y se determina según la fórmula:

$$F. \text{ sp } A = \frac{T \text{ sp } A}{T} 100$$

T sp A = número de transectos donde se registra la especie A.

T = número de transectos total

**Frecuencia Relativa (F.R.):** Es la frecuencia de una especie dividida entre la sumatoria de las frecuencias de todas las especies.

$$F.R. = \frac{F. \text{ sp } A}{F. \text{ Total}}$$

F. sp A = frecuencia de la especie A.

F. Total = sumatoria de las frecuencias de todas las especies.

**Dominancia (D):** Importancia de una especie según su desarrollo o biomasa. Se calcula teniendo en cuenta el valor del área basal.

**Área basal (AB):** Es la superficie de la sección transversal del tronco de un individuo a una altura de 1,3 m (se emplea en m<sup>2</sup>). El área basal de cada individuo se determinó mediante la

fórmula:

$$AB = \frac{\pi}{4} DAP^2 = (0,785)DAP^2$$

Por tanto, la Dominancia de cada especie es la sumatoria del AB de todos los individuos de esa especie.

**Dominancia Relativa (D.R.):** Es la dominancia de una especie dividida entre la sumatoria de todas las dominancias de todas las especies.

$$D.R. = \frac{D \text{ sp } A}{D.Total}$$

**Índice de Valor de Importancia (IVI):** Es la sumatoria de Abundancia relativa (D.R.), Frecuencia relativa (F.R.) y Cobertura relativa (C.R.). El IVI de todas las especies siempre debe ser máximo 3.

$$I.V.I. = D.R. + F.R. + A.R.$$

Para la organización de los datos obtenidos en campo, y posterior análisis, se tuvieron en cuenta los anexos 4.4 y 4.5 del libro Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. (Villareal et al., 2004)

En cuanto al análisis estadístico para determinar la diversidad alfa ( $\alpha$ ) y beta ( $\beta$ ), se aplicaron los siguientes índices de diversidad, siguiendo los parámetros de la guía de inventario de la flora y vegetación. (Ministerio de ambiente, 2015)

**Diversidad alfa ( $\alpha$ ):** se expresa a través del número total de especies presentes en un determinado lugar, sin tomar en cuenta el valor de importancia o abundancia de las mismas.

**Diversidad beta ( $\beta$ ):** se calculan a partir de datos cualitativos (presencia/ausencia de especies) o cuantitativos (abundancia proporcional de cada especie), siendo el más frecuente el uso de los siguientes índices de similaridad/disimilaridad.

**Similitud de Jaccard:** Expresa el grado en que las dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas. Utilizado para datos cualitativos, se expresa mediante la fórmula siguiente:

$$I_j = \frac{c}{a + b - c}$$

Donde:

a = número de especies presentes en el sitio A

b = número de especies presentes en el sitio B

c = número de especies presentes en ambos sitios, A y B

El intervalo de valores para este índice va desde 0, cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1, cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies.

**Índice de Shannon:** 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 qué especie pertenece un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra.

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

S: número de especies.

pi: proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i).

Este índice permite complementar la caracterización de los tipos de vegetación resultantes del inventario y puede demostrar que en una misma unidad de análisis o tipo de vegetación pueden existir distintas comunidades vegetales. Asimismo, estos valores pueden ser uno de los indicadores para definir hábitats. (Ministerio de Ambiente, 2015)

**Distribución y estado de conservación:** Fue establecida la información sobre distribución y estado de conservación de las especies más representativas de los dos relictos del Bosque Seco Tropical muestreados consultando las siguientes bases de datos: Catálogo de Plantas y Líquenes de Colombia (Bernal et al., 2019), The IUCN Red List of Threatened Species (IUCN, 2019), Lista de especies CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora) (CITES, 2017), The Plant List (2013), y Missouri Botanical Garden (Tropicos, 2019).

#### **7.3.4 Elaboración y diseño del libro guía de flora**

Con la información obtenida de las especies y usando el procesador de texto Word versión 16.18 Se elaboró el documento base para la diagramación y diseño del libro guía.

En esta guía fue incluida información sobre:

- Bosque Seco Tropical
- Descripción de la Zona de Estudio
- Descripción de las especies arbóreas significativas e importantes.

Para la diagramación y diseño se usó el programa Adobe In Design CS5 y Adobe Illustrator CS5.

La versión digital del libro quedará disponible en formato PDF.

Se realizará el respectivo registro ante la cámara del libro para la asignación del Número Estándar Internacional del libro ISBN y código de barras correspondiente.

## 8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentan los resultados de la caracterización florística y estructural de los dos relictos de bosque seco tropical localizados en el Sendero Ecológico de Yaguará y el Sendero Parque Bosque Puerto de Momico.

### 8.2 CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA

De los muestreos llevados a cabo, se identificaron 74 especies de plantas arbóreas, incluidas en 25 familias y 65 géneros, encontrándose en el Sendero Ecológico de Yaguará 58 especies, de 51 géneros y 22 familias, y en el Sendero Parque Bosque Puerto de Momico, en Hobo, 45 especies, de 41 géneros y 15 familias (Tabla 1); de estos taxones se tiene que 29 especies son exclusivas del Sendero Ecológico de Yaguará, mientras 17 son exclusivas del Sendero Parque Bosque Puerto de Momico y 28 se encuentran compartidas en ambos senderos.

FAMILIA	YAGUARÁ		HOBO		TOTAL	
	Nº Géneros	Nº Especies	Nº Géneros	Nº Especies	Nº Géneros	Nº Especies
Fabaceae	16	18	13	15	17	19
Rubiaceae	4	4	3	3	6	6
Bignoniaceae	3	3	4	5	5	6
Anacardiaceae	3	3	3	3	4	4
Sapindaceae	3	3	3	3	4	4
Malpighiaceae	2	3	0	0	2	3

Malvaceae	2	2	3	3	3	3
Meliaceae	2	3	0	0	2	3
Moraceae	2	3	2	2	2	3
Salicaceae	2	2	2	2	3	3
Acanthaceae	1	1	0	0	1	1
Annonaceae	1	2	1	1	1	2
Apocynaceae	1	1	1	1	1	1
Asteraceae	1	1	1	1	2	2
Euphorbiaceae	1	1	0	0	1	1
Lauraceae	1	1	0	0	1	1
Muntingiaceae	1	1	0	0	1	1
Myrtaceae	1	2	2	3	2	4
Nyctaginaceae	1	1	0	0	1	1
Picramniaceae	1	1	0	0	1	1
Piperaceae	1	1	0	0	1	1
Urticaceae	1	1	0	0	1	1
Burseraceae	0	0	1	1	1	1
Rutaceae	0	0	1	1	1	1
Schoepfiaceae	0	0	1	1	1	1
<b>TOTAL</b>	<b>51</b>	<b>58</b>	<b>41</b>	<b>45</b>	<b>65</b>	<b>74</b>

*Tabla 1. Riqueza de géneros y especies de plantas arbóreas por familia en cada uno de los sitios de muestreo, en los municipios de Yaguará y Hobo*

En general, de las familias identificadas, las más representativas, sobresale Fabaceae con 19 especies y 17 géneros, seguida de Rubiaceae (6/6), Bignoniaceae (6/5), Anacardiaceae y Sapindaceae (4/4), Myrtaceae (4/2), Malvaceae y Salicaceae (3/3), así como las familias Malpighiaceae, Moraceae y Meliaceae (2/3) (Tabla 1). A nivel de cada uno de los sitios de muestreo, los datos muestran similitudes en cuanto a riqueza de especies y géneros por familia, siendo las familias mencionadas antes las más representativas, resaltando en los dos sitios la familia Fabaceae, sobre todas las demás.

A nivel de géneros, *Eugenia* y *Senna* cuentan con 3 especies cada uno, destacando *Senna*, cuyas tres especies fueron encontradas en los dos sitios, también *Annona*, *Ficus*, *Jacaranda*, *Bunchosia* y *Trichilia* con 2 especies cada uno, los tres primeros presentes en ambos sitios (Tabla 2); es de notar que los restantes géneros (58) presentan una sola especie, 20 de los cuales están presentes en ambos sitios, resaltando *Casearia*, *Guazuma*, *Maclura*, *Vachellia*, *Pseudosamanea* y *Samanea*, por su abundancia y/o gran cobertura. Igualmente, es importante señalar que 24 de los géneros están presentes sólo en el Sendero Ecológico de Yaguará y 15 sólo en el Sendero Parque Bosque Puerto de Momico, en Hobo.

GÉNERO	Y.	H.	T.	GÉNERO	Y.	H.	T.	GÉNERO	Y.	H.	T.
<i>Senna</i>	3	3	3	<i>Enterolobium</i>	1	1	1	<i>Stemmadenia</i>	1	1	1
<i>Eugenia</i>	2	2	3	<i>Erythrina</i>	1	1	1	<i>Tabebuia</i>	1	1	1
<i>Annona</i>	2	1	2	<i>Genipa</i>	1	0	1	<i>Trichanthera</i>	1	0	1
<i>Bunchosia</i>	2	0	2	<i>Gliricidia</i>	1	0	1	<i>Vachellia</i>	1	1	1
<i>Ficus</i>	2	1	2	<i>Guarea</i>	1	0	1	<i>Vernonanthura</i>	1	0	1

<i>Trichilia</i>	2	0	2	<i>Guazuma</i>	1	1	1	<i>Zygia</i>	1	1	1
<i>Jacaranda</i>	1	2	2	<i>Hasseltia</i>	1	0	1	<i>Allophylus</i>	0	1	1
<i>Anacardium</i>	1	1	1	<i>Leucaena</i>	1	1	1	<i>Bursera</i>	0	1	1
<i>Astronium</i>	1	0	1	<i>Machaerium</i>	1	1	1	<i>Chomelia</i>	1	1	1
<i>Bauhinia</i>	1	1	1	<i>Maclura</i>	1	1	1	<i>Handroanthus</i>	0	1	1
<i>Casearia</i>	1	1	1	<i>Malpighia</i>	1	0	1	<i>Machaonia</i>	0	1	1
<i>Cassia</i>	1	0	1	<i>Melicoccus</i>	1	1	1	<i>Mangifera</i>	0	1	1
<i>Cecropia</i>	1	0	1	<i>Muntingia</i>	1	0	1	<i>Pagamea</i>	0	1	1
<i>Ceiba</i>	1	1	1	<i>Neea</i>	1	0	1	<i>Platymiscium</i>	0	1	1
<i>Chloroleucon</i>	1	1	1	<i>Picramnia</i>	1	0	1	<i>Pseudobombax</i>	0	1	1
<i>Coutarea</i>	1	0	1	<i>Piper</i>	1	0	1	<i>Psidium</i>	0	1	1
<i>Crescentia</i>	1	0	1	<i>Pithecellobium</i>	1	1	1	<i>Salix</i>	0	1	1
<i>Croton</i>	1	0	1	<i>Pseudosamanea</i>	1	1	1	<i>Schoepfia</i>	0	1	1
<i>Cupania</i>	1	0	1	<i>Randia</i>	1	0	1	<i>Tecoma</i>	0	1	1
<i>Dalbergia</i>	1	0	1	<i>Samanea</i>	1	1	1	<i>Tessaria</i>	0	1	1
<i>Delonix</i>	1	0	1	<i>Sapindus</i>	1	1	1	<i>Zanthoxylum</i>	0	1	1
<i>Endlicheria</i>	1	0	1	<i>Spondias</i>	1	1	1	<b>TOTAL</b>	<b>58</b>	<b>45</b>	<b>74</b>

**Tabla 2.** Número de Especies de plantas arbóreas por Género, total (T) y presentes en los dos sitios de muestreo, en los municipios de Yaguará (Y) y Hobo (H).

En relación con el estado de conservación y origen de las especies identificadas, se encontró que el Caracolí (*Anacardium excelsum*), especie nativa, presenta categoría de Casi amenazada (Bernal et al., 2019), mientras 22 especies se encuentran categorizadas en Preocupación menor, 1 cultivada, *Leucaena leucocephala*, 4 nativas y cultivadas, Totumo (*Crescentia cujete*), Payandé (*Pithecellobium dulce*), Ocobo (*Tabebuia rosea*) y Fresno (*Tecoma stans*), y 17 nativas, resaltando, Cachingo (*Erythrina fusca*), Bilibil (*Guarea guidonia*), Gualanday

(*Jacaranda caucana*) y Carbón (*Zygia longifolia*), además, 51 No evaluadas (5 cultivadas, 11 nativas y cultivadas y 35 nativas) (ver Anexo 1).

Teniendo en cuenta lo anterior, las familias registradas para los dos senderos (Tabla 1), son representativas de los Bosques secos Tropicales, así como lo indican IAVH (1998), Mendoza (1999), Rodríguez, et al (2012) y Herazo et al. (2017), y que caracterizan el grupo florístico denominado Valles Interandinos Colombianos (Linares-Palomino et al., 2011), o Valles Interandinos Centrales (Dryflor, 2016), con dominancia de las familias Fabaceae, Bignoniaceae y Malvaceae, que aquí presentaron mayor riqueza, siendo la familia Fabaceae considerada como la más importante en este ecosistema (Linares-Palomino et al., 2011), debido a su alta capacidad de adaptación fisiológica y estructural, fijación de nitrógeno, capacidad de colonización, fácil propagación y altas tasas de crecimiento. (Pizano et al., 2014)

Del mismo modo, Bignoniaceae es catalogada como una familia importante de los bosques secos y es ampliamente diversa en el Neotrópico (Lohmann, 2006), ya que es un taxón que se adapta a largas temporadas de sequías, altas temperaturas, características que comparten con las familias Malvaceae, Myrtaceae y Moraceae.

De las especies identificadas, se encontró que el Caracolí (*Anacardium excelsum* (Kunth) Skeels) es la especie más vulnerable en nuestra área de estudio, categorizada casi amenazada, considerada además, un elemento arbóreo dominante, por su gran porte e importancia ecológica, presente en áreas degradadas o remanentes (Pizano et al., 2014; Sanmartín et al., (2016). Igualmente, son importantes el Guásimo (*Guazuma ulmifolia* Lam), Ocobo (*Tabebuia rosea*), Tachuelo (*Zanthoxylum schreberi*) y Carbón (*Zygia longifolia*), consideradas por Linares-Palomino et al. (2011), especies típicas de Bosques secos tropicales, aunque ocasionalmente pueden encontrarse en otro tipo de vegetación. Otras especies encontradas en estos relictos de

bosque seco en Hobo y Yaguará, tal como el Dinde (*Maclura tinctoria*), Chambimbe (*Sapindus saponaria*) y Ciruelo (*Spondias mombin*), son consideradas ecológicamente versátiles (Linares-Palomino et al., 2011), ya que pueden encontrarse en diversos tipos de bosques, y tienen una amplia distribución.

Por otro lado, se registraron 51 especies en categoría de no evaluadas para ambos senderos, lo que evidencia la poca información de estas especies en relación a su categoría de amenaza y que las hace vulnerables para la no protección de estas en estudios de conservación y preservación.

Dentro de las especies identificadas en ambos senderos se han encontrado especies de importancia para la restauración ecológica del Bosque seco Tropical según Vargas (2015) en su artículo “Una breve descripción de la vegetación, con especial énfasis en las pioneras intermedias de los bosques secos de la Jagua, en la cuenca alta del Rio Magdalena en el Huila”. Cabe resaltar que la evaluación de dichas especies de importancia como pioneras intermedias para la restauración ecológica mencionadas en la tabla 3 fue realizado por Vargas y debido a las particularidades del Bosque seco Tropical en las distintas zonas de estudio, 11 del total de las especies que hace mención Vargas se encuentran presentes en el Sendero Parque Bosque Puerto Momico y Sendero Ecológico de Yaguará.

Ademas, plantea que estas especies pioneras intermedias han jugado un rol significativo en el mantenimiento de los ecosistemas secos, principalmente en su regeneración y en su conservación, dado a que poseen características únicas que les permiten sobrevivir y adaptarse, a las fuertes presiones y a los suelos fértiles de este tipo de bosque, siendo estas predominantes en todas las coberturas. Adicionalmente, muchas de las especies de esta agrupacion son de gran importancia para las comunidades aledañas por los usos y propiedades que pueden tener, ya que las especies de maderas finas desaparecieron o no se cuenta con registro alguno de ellas.

Nº	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
1	Anacardiaceae	<i>Anacardium excelsum (Kunth) Skeels</i>	Caracolí
2		<i>Spondias mombin L.</i>	Ciruelo
3	Asteraceae	<i>Tessaria integrifolia Ruiz &amp; Pav.</i>	Sauce de playa
4	Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce (Roxb.) Benth.</i>	Payandé
5		<i>Zygia longifolia (willd.) Britton y Rose</i>	Carbón
6	Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia Lam.</i>	Guásimo
7	Meliaceae	<i>Guarea guidonia (L.) Sleumer</i>	Bilibil
8	Moraceae	<i>Maclura tinctoria (L.) Steud.</i>	Dinde
9	Salicaceae	<i>Casearia corymbosa Kunth</i>	Varazón
10	Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria L.</i>	Chambimbe
11	Urticaceae	<i>Cecropia peltata L.</i>	Yarumo

**Tabla 3.** Especies pioneras intermedias claves para los procesos de restauración ecológica en el Bosque seco Tropical, evaluadas por Vargas (2015), presentes en el Sendero Parque Bosque Puerto Momico y Sendero Ecológico de Yaguará.

Es preciso mencionar, que dentro de los procesos regionales de sucesión y restauración, según Vargas (2015) entre las especies dispersadas por el ganado, se encuentra *Guazuma ulmifolia*, considerada de vitalidad, ya que tiene una capacidad impresionante de colonización, la cual se ve fortalecida por especies de semillas pequeñas como *Guarea guidonia*, *Casearia corymbosa*, *Pithecellobium dulce*, y *Maclura tinctoria* que son dispersadas por aves pequeñas generalistas, así

como la *Tessaria integrifolia*, dispersadas por el viento. Teniendo en cuenta lo anterior, las especies en mención forman parte importante de la diversidad local y regional, además, algunas de ellas son especies de amplia distribución en los bosques secos y tienen una alta capacidad de adaptación fisiológica, lo que facilitan su propagación y aceleran los procesos de restauración ecológica de ecosistemas intervenidos o modificados como las áreas estudiadas.

Además, si estas especies pioneras logran su propagación llevarán estos pequeños relictos a un estado de sucesión secundaria, teniendo en cuenta que han pasado más de tres décadas de la intervención antrópica del ecosistema ocasionada por la puesta en marcha de la Central Hidroeléctrica de Betania, de tal manera que al permitir la regeneración del ecosistema se puede llegar a recuperar gran cantidad de especies nativas, como lo indican Poorter et al. (2016).

## **8.2 CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL**

### **8.2.1 SENDERO ECOLÓGICO DE YAGUARÁ**

A continuación, se presentan los resultados de la caracterización de las cinco (5) áreas, establecidas en el Sendero Ecológico de Yaguará, estudiadas a través de veinticinco (25) transectos, ubicados 5 en cada una de las áreas.

## ÁREA UNO

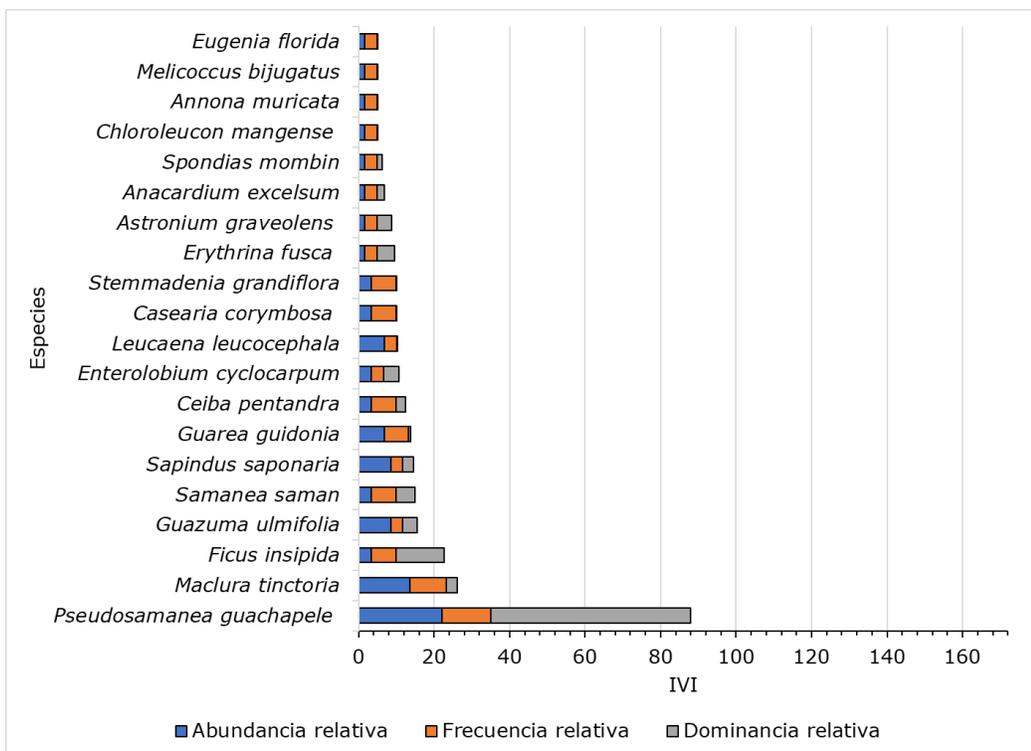
Esta área se ubica en el extremo norte del sendero, bordeando el embalse, sobre un terreno plano-ondulado, y en algunos sitios con pendientes un poco más fuertes; se caracteriza por ser un fragmento con cobertura boscosa, donde se pueden observar especies propias de bosque seco tropical como el Iguá (*Pseudosamanea guachapele*), Dinde (*Maclura tinctoria*), Guásimo (*Guazuma ulmifolia*), Samán (*Samanea saman*) y Chambimbe (*Sapindus saponaria*), entre otras (Anexo 2). Su ubicación al final del sendero y locación cerca a la rivera del embalse, junto a su topografía permiten que sea un espacio de menor acceso al pastoreo de ganado u otros animales, incluso de difícil acceso al ser humano, lo cual contribuye a su buen estado de conservación y cobertura vegetal (Figura 9).



*Figura 10. Transectos localizados en el Área Uno del Sendero Ecológico de Yaguará, los puntos azules que se observa en la imagen es la localización de los árboles identificados en los transectos. Adaptada de Google maps.*

En el área se registraron 59 individuos distribuidos en 20 especies, 20 géneros y 10 familias. La familia con mayor riqueza de especies y géneros fue la Fabaceae con 6 especies y géneros, seguida de Anacardiaceae (3/3), Malvaceae, Moraceae y Sapindaceae (2/2), Annonaceae, Apocynaceae, Meliaceae, Myrtaceae y Salicaceae (1/1).

En la figura 11, se representa el Índice de Valor de Importancia (IVI) registrado para las especies encontradas en los transectos trazados en el Área Uno del Sendero ecológico de Yaguará, la especie con el mayor IVI registrado fue el Iguá (*Pseudosamanea guachapele*), por tener a su vez la mayor abundancia relativa (22,03 %), frecuencia relativa (12,90%), y dominancia relativa (53,01%), frente a las demás especies; la especie Dinde (*Maclura tinctoria*) es la segunda con mayor índice de valor de importancia (IVI de 26,06%). Por otro lado, dentro de las especies con menor representación por presencia en el área muestreada son la Guanábana (*Annona muricata*) con un IVI de 4,96%; Mamoncillo (*Melicoccus bijugatus*) con un IVI de 4,95% y Arrayán (*Eugenia florida*) con un IVI de 4,93%; estas tres últimas especies presentan valor similar de IVI, su diferencia radica en la dominancia, debido al área basal de cada especie siendo más pequeña la de *Eugenia florida*.

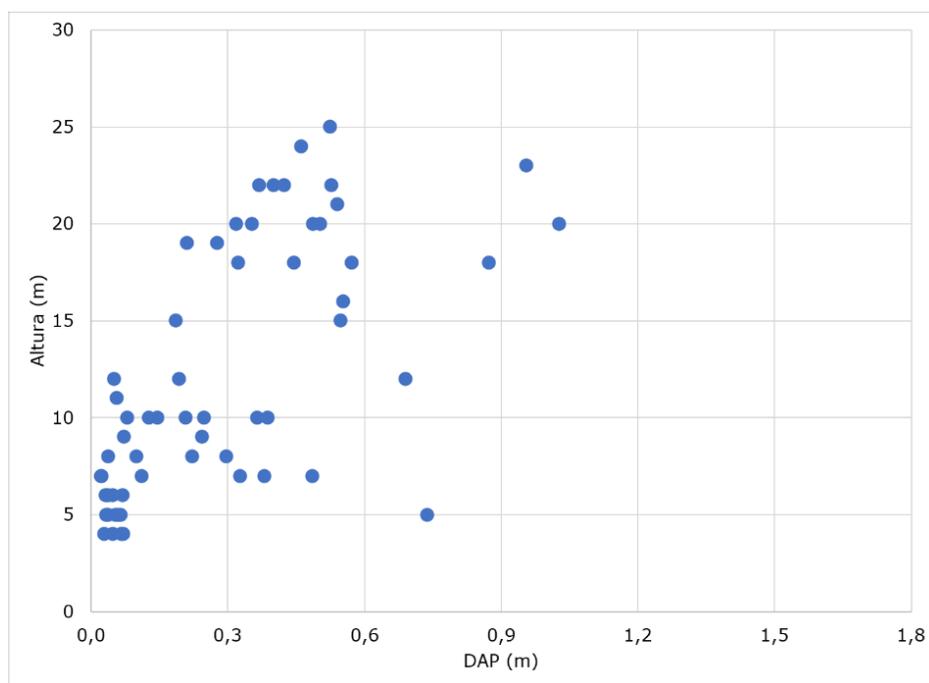


**Figura 11.** Índice de valor de importancia en el Área Uno del Sendero Ecológico de Yaguará.

<i>Ítem</i>	<i>Yaguará</i>					<i>Hobo</i>
<i>Áreas</i>	<i>Área 1</i>	<i>Área 2</i>	<i>Área 3</i>	<i>Área 4</i>	<i>Área 5</i>	<i>Área 6</i>
<i>Total especies</i>	20	17	17	10	13	16
<i>Total individuos</i>	59	64	77	53	65	50
<i>Coefficiente de mezcla</i>	1:2,95	1: 3,76	1 : 4,53	1: 5,3	1:5	1:3,1

**Tabla 4.** *Coefficiente de mezcla de las áreas estudiadas en el Sendero Ecológico de Yaguará y Sendero Parque Bosque Puerto de Momico, Hobo*

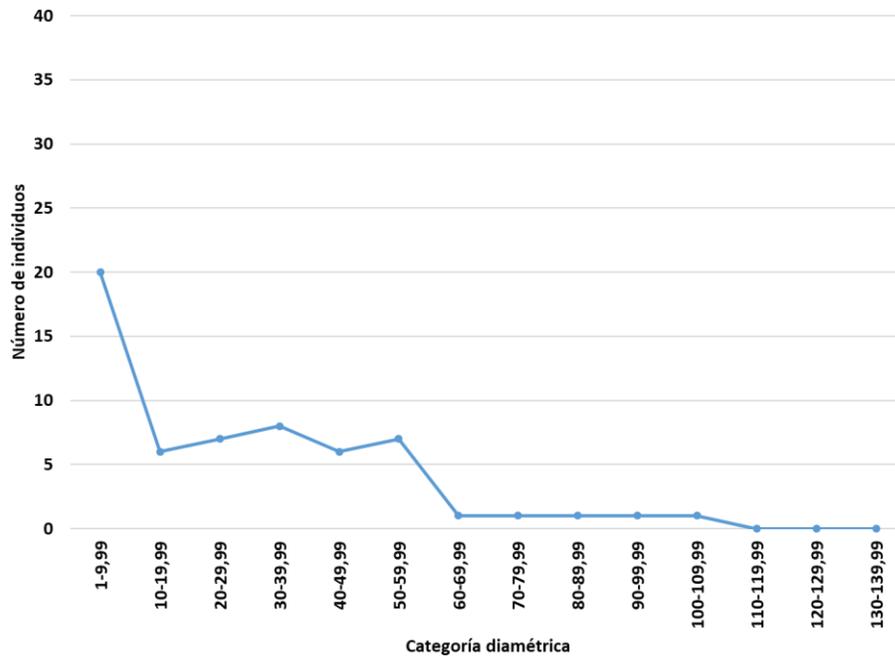
En la figura 12, se muestra la relación DAP-Altura del Área uno del Sendero ecológico de Yaguará, encontrando una gran dispersión entre los puntos. La especie con mayor diámetro y altura es el Iguá (*Pseudosamanea guachapele*) con un diámetro promedio de 1,028 m y una altura promedio de 20 m; Por otro lado, la especie con menor diámetro y altura promedios es *Stemmadenia grandiflora*, con un diámetro de 0,029 m y una altura de 4 m.



**Figura 12.** Relación Diámetro-Altura para los individuos del Área Uno del Sendero Ecológico de Yaguará

Teniendo en cuenta lo anterior, se pudo determinar el comportamiento del bosque en Fase I, II y III de bosque secundario según la clasificación propuesta por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE, 2016) esta área se determina como bosque secundario joven, ya que la mayoría de especies mas abundantes presentan diámetros pequeños y alturas relativamente bajas, adicionalmente y teniendo en cuenta que la mayoría de estos individuos corresponden a especies cuyo porte es de grandes dimensiones como es el caso concreto de *Pseudosamanea guachapele*, *Samanea saman*, *Sapindus saponaria*, *Ceiba pentandra* presentes en esta area hacen referencia a individuos juveniles, en comparación con los árboles de más de 20 m de altura. Si bien existen diversos caracteres morfológicos de las especies que puedan llegar a indicar la madurez o no de las especies del ecosistema estudiado como floracion, fructificacion entre otros, para la determinación de esta área como bosque secundario joven se tuvo en cuenta sólo algunas características estructurales del bosque que propone CATIE (2016) las cuales son el

área basal, distribución del diámetro de los arboles, estructura del dosel, lianas y epifitas, troncos de gran tamaño, altura del árbol; debido al esfuerzo de muestreo propuesto en la metodología. Por otro lado, se pudo identificar la heterogeneidad hallada en el área con un cociente de mezcla de 1:2,95 con base en la riqueza de especies presentes en los transectos del área (Tabla 4).



*Figura 13. Categoría diamétrica del Área Uno del Sendero Ecológico de Yaguará.*

En la figura 13, es posible observar el comportamiento por clase diamétrica para el área 1, proyectándose una curva asimétrica, acorde a la variedad de diámetros registrados en el área muestreada, encontrando una mayor cantidad de individuos en la categoría 1-9,99 representados por 20, lo que refleja un gran número de individuos con un diámetro menor, posteriormente, con alrededor de 6 individuos en las categorías de 10-19,99 y 40-49,99, las posteriores 20-29,99 y 50-59,99 con 7 individuos, por otro lado la categoría 30-39,99 presenta 8 individuos. De manera generalizada se observa un comportamiento asimétrico descendente con ciertas fluctuaciones en las categorías antes mencionadas, sin embargo, esto obedece a que en el área existe mayor

dominancia de individuos con diámetros pequeños y en consecuencia menos individuos clasificados en las categorías de mayor diámetro. Lo indica por otro lado la intervención antrópica presente en el área de estudio considerada.

## ÁREA DOS

Esta área se localiza al costado derecho de la riberia del embalse y al extremo norte; se caracteriza por ser un fragmento de bosque intervenido por acción antrópica y pastoreo de ganado, sin embargo, hay presencia de abundante cobertura vegetal de tipo arbóreo (Figura 13), el terreno es de pendiente plana. Entre las especies más comunes en el área se encuentran el Orejero (*Enterolobium cyclocarpum*), Iguá (*Pseudosamanea guachapele*), Dinde (*Maclura Tinctoria*), Guásimo (*Guazuma ulmifolia*), entre otras. (Anexo 2).



**Figura 14.** Transectos localizados en el Área Dos del Sendero Ecológico de Yaguará, los puntos azules representan la localización de los árboles identificados en los transectos.

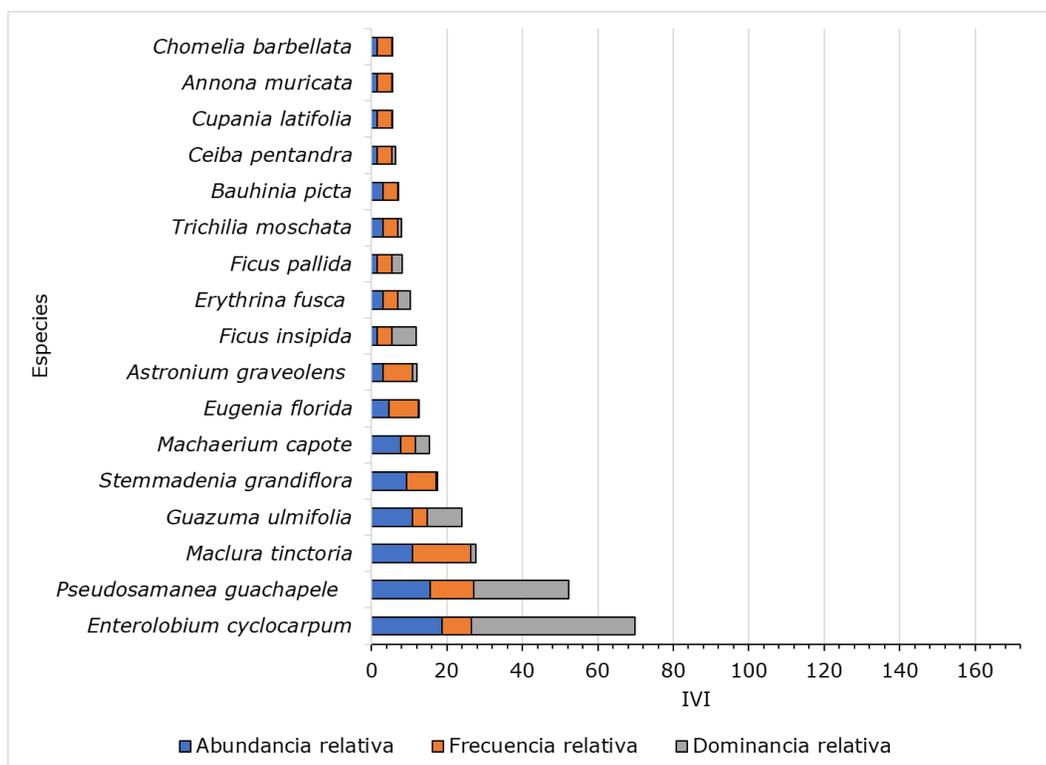
*Adaptada de Google maps*

En el área dos se registraron 64 individuos, correspondientes a 17 especies, agrupadas en 17 géneros y 10 familias; la familia con mayor riqueza de especies y género fue la Fabaceae con

5 especies y géneros, seguida por Moraceae (3/3), Malvaceae (2/2), Anacardiaceae, Annonaceae, Apocynaceae, Meliaceae, Myrtaceae, Rubiaceae y Sapindaceae con 1 especie y 1 género cada una.

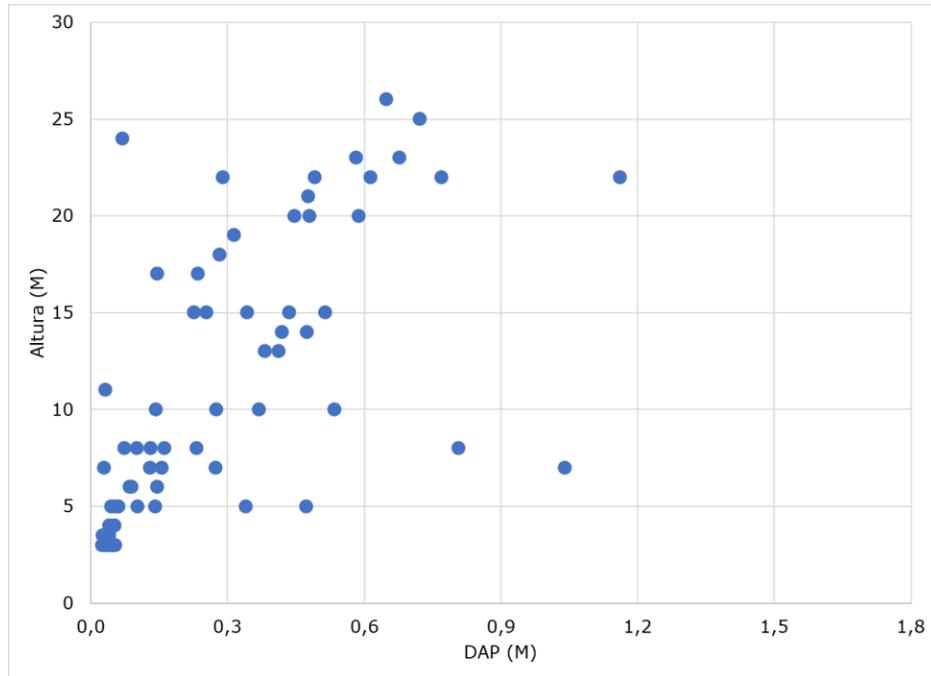
Teniendo en cuenta la figura 15, la especie Orejero (*Enterolobium cyclocarpum*) es la más abundante y dominante en el área, con 18,75% y 43,49 % respectivamente, sin embargo, su frecuencia no es tan alta con 7,69%, dando así un IVI del 69,93% siendo de esta manera la especie con mayor importancia en el Área Dos. Seguida a esta, se encuentra el Iguá (*Pseudosamanea guachapele*) con un IVI de 52,30%. Así mismo, se encuentra el Dinde (*Maclura tinctoria*) con una abundancia de 10,94% y su frecuencia de 15,38%, pero con una dominancia del 1,35%, lo que indica que, a pesar de ser una especie abundante y frecuente en el área, no se considera como dominante con respecto a las otras especies, sin embargo, su IVI corresponde a 27,67%. Dichas especies pertenecen a la familia Fabaceae y Moraceae, las cuales son representativas del Bosque Seco Tropical, así como lo indican IAVH (1998), Mendoza (1999), Rodríguez, et al (2012) y Herazo et al. (2017) en sus respectivos estudios. Es importante mencionar que el Guásimo (*Guazuma ulmifolia*), presenta altos valores de abundancia y dominancia, con respecto a su frecuencia que es del 3,85%, es decir, en el área existen varios individuos, pero no son tan frecuentes.

Por otra parte, se encuentran las especies con los valores más bajos en los índices analizados, como lo son el Guacharaco (*Cupania latifolia*), Guanábano (*Annona muricata*) y *Chomelia tenuiflora* con la misma abundancia de 1,56%, y frecuencia con 3,85% pero con diferentes valores en su dominancia con 0,08%, 0,03% y 0,02 % respectivamente, lo que radica en la variación mínima de su valor de importancia.



**Figura 15.** Índice de valor de importancia en el Área Dos del Sendero Ecológico de Yaguará.

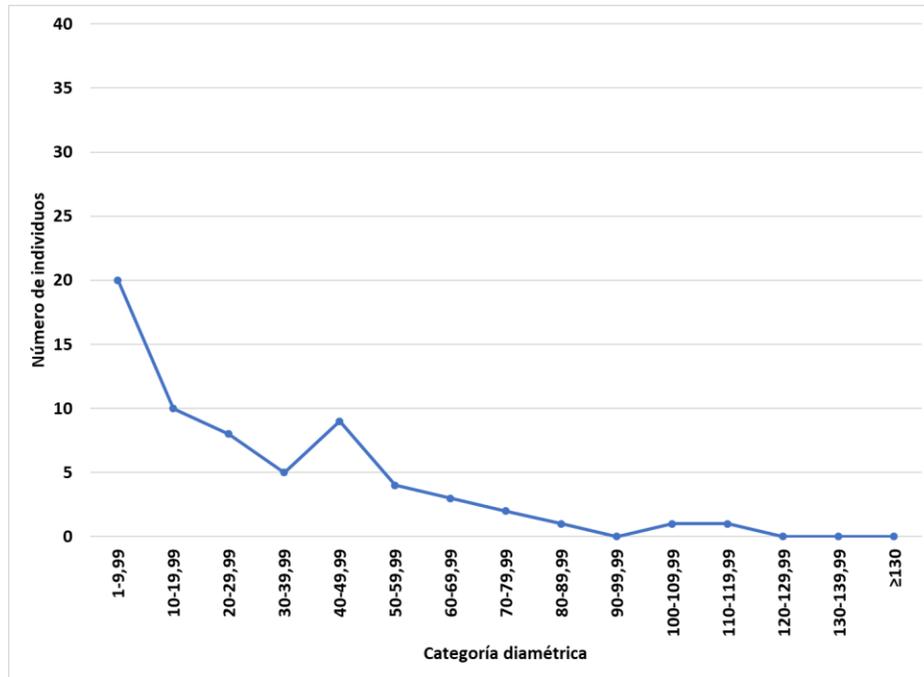
La figura 16, ilustra la relación diámetro-altura de los individuos del Área Dos, encontrando una gran dispersión entre los puntos, siendo posible determinar que esta área presenta individuos de todas las alturas, siendo los de menos altura los predominantes. La especie con mayor diámetro y altura es el Iguá, *Pseudosamanea guachapele* con un diámetro de 0,649 m y una altura 26 m; Por otro lado, la especie con menor diámetro y altura es la *Stemmadenia grandiflora* con un diámetro de 0,032 m y una altura de 3 m.



**Figura 16.** *Relación Diámetro-Altura para los individuos del Área Dos del Sendero Ecológico de Yaguará.*

Teniendo en cuenta la *figura 16*, la dispersión de puntos en relación al diámetro- altura de esta área se determinó como Fase I y II de bosque secundario según la clasificación propuesta por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE, 2016) ya que se aprecia una leve agrupación de sus individuos presentes en DAP pequeños y de baja altura, entre tanto algunos otros individuos presentan alturas relativamente considerables < 30 m y diámetros medios revelando una temprana sucesión generacional del antiguo bosque primario que alguna vez existió y al día de hoy se ve altamente intervenido por la agricultura e inundación propia del embalse como se puede apreciar en la *figura 14*.

Esta área tiene un coeficiente de mezcla de 1:3,76 (Tabla 4), es un área que presenta una homogeneidad baja con respecto a las otras áreas teniendo en cuenta la equitatividad de sus especies, es decir, los individuos están distribuidos equitativamente entre sus especies, y aunque la especie *Enterolobium cyclocarpum* es la dominante, no presenta un valor alto de dominancia.



*Figura 17. Categoría diamétrica del Área Dos del Sendero Ecológico de Yaguará.*

Teniendo en cuenta la figura 17, se evidencio una gran cantidad de individuos con valores pequeños de DAP, individuos importantes en la repoblación arbórea del bosque seco, así mismo, presenta árboles con valores de DAP altos, es decir, es un área con una vegetación un poco conservada al ser de difícil acceso para la comunidad y el ganado.

### **ÁREA TRES**

Esta área se ubica en el centro del sendero, limitando al costado izquierdo con cultivos de arroz y a su costado derecho con la rivera del embalse, en algunas zonas predomina una topografía plana-ondulada, junto algunos parches con inclinación moderada; estos más cerca a la rivera del embalse y de difícil acceso por vegetación arbustiva que obstruye el paso; se caracteriza también ser un fragmento con cobertura boscosa bastante dominante a lo largo del recorrido (Figura 17),

donde se pueden observar especies propias del Bosque Seco como el Iguá (*Pseudosamanea guachapele*), Dinde (*Maclura tinctoria*), Orejero (*Enterolobium cyclocarpum*), Diomate (*Astronium graveolens*) y Huevas de marrano (*Stemmadenia grandiflora*), entre otras (Anexo 2).

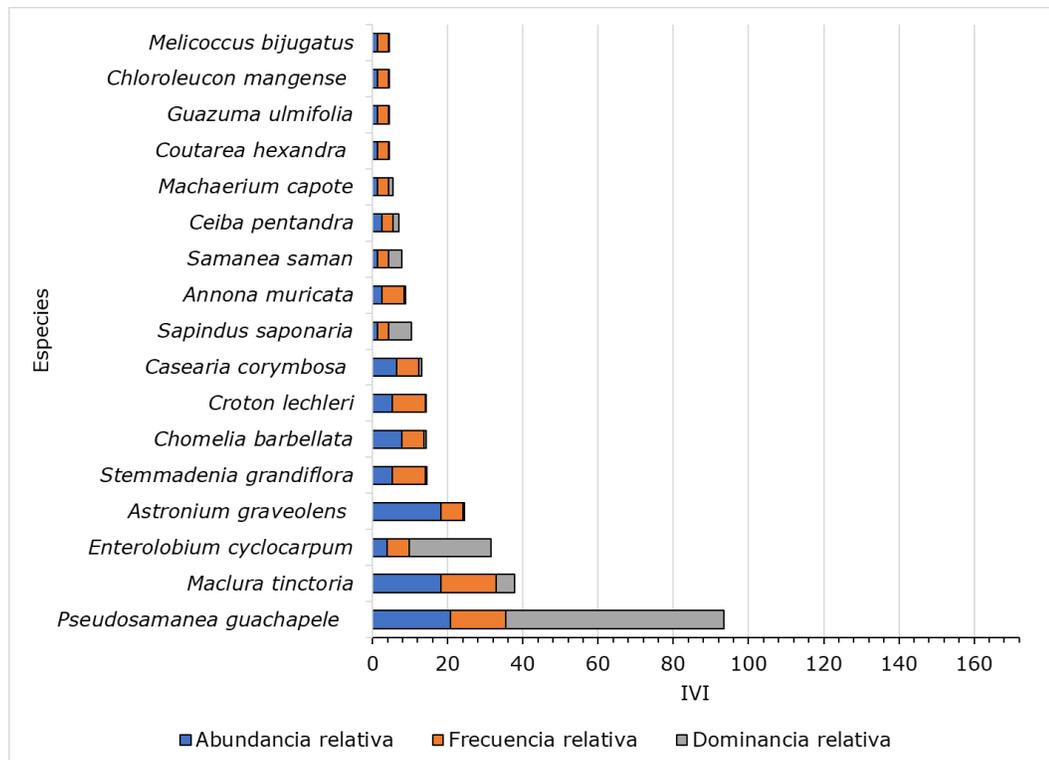


**Figura 18.** Transectos localizados en el área Tres del Sendero Ecológico de Yaguará, los puntos azules representan la localización de los árboles identificados en los transectos. Adaptada de Google maps.

En el área tres, se registraron 77 individuos, para un total de 17 especies agrupadas en 17 géneros y estos a su vez en 10 Familias; la familia con mayor riqueza de especies y géneros fue la Fabaceae con 5 especies y 5 géneros, seguida de la Malvaceae, Rubiaceae, Sapindaceae (2/2) y Anacardiaceae, Annonaceae, Apocynaceae, Euphorbiaceae, Moraceae y Salicaceae con 1 especie y 1 género cada una.

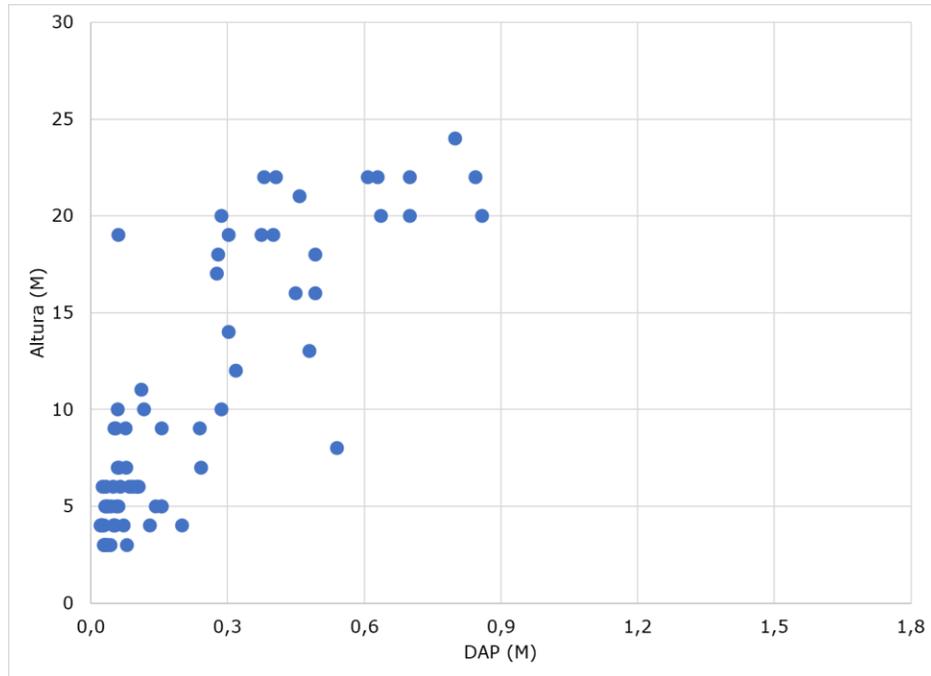
La especie Iguá (*Pseudosamanea guachapele*) fue la más registrada en toda el área de muestreo con una abundancia relativa de 20,78%, una frecuencia relativa de 14,71%, una dominancia relativa de 57,91% e índice de valor de importancia del 93,40% siendo la especie más importante en el Área Tres, seguida del Dinde (*Maclura tinctoria*), con un IVI de 37,7%, esta especie cuenta con el mismo porcentaje de frecuencia ya que se encontró las mismas veces en los transectos con respecto al Iguá, además el Dinde contó con una abundancia menor debido a su

ocupación de área. Por otro lado, el Orejero (*Enterolobium cyclocarpum*) es una especie con un valor de dominancia mucho mayor con respecto a los porcentajes de abundancia y frecuencia. Dentro de las especies con menor representación en el área muestreada son: Angarillo (*Chloroleucon mangense*) y Mamoncillo (*Melicoccus bijugatus*) con un valor de índice de importancia de 4,27 y 4,26% respectivamente (Figura 19).



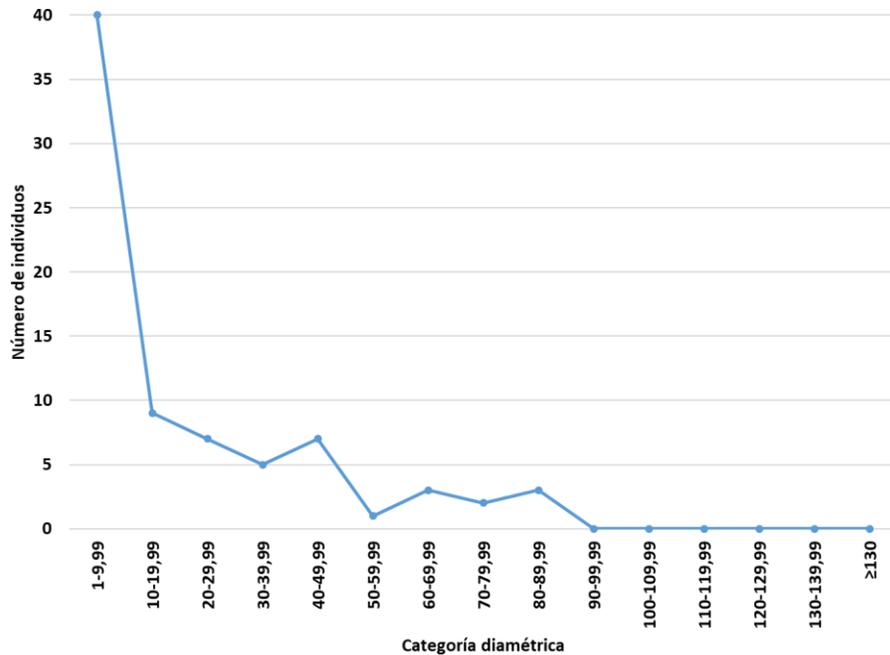
**Figura 19.** Índice de valor de importancia en el área tres del Sendero Ecológico de Yaguará.

La figura 20, muestra la relación diámetro-altura de los individuos encontrados en esta área, presentando una gran dispersión entre los puntos. Uno de los individuos con mayor diámetro y altura, fue de la especie *Pseudosamanea guachapele*, con un diámetro de 0,801 m y una altura 24 m; así pues, la especie con menor diámetro y altura es el *Astronium graveolens*, con un diámetro de 0,029 m y una altura de 3 m.



**Figura 20.** *Relación Diámetro-Altura para los individuos del Área Tres del Sendero Ecológico de Yaguará.*

Teniendo en cuenta lo anterior, se infiere que la mayoría de sus individuos están dispersos en la zona inferior de la gráfica, es decir, hay mayor presencia de individuos con diámetros y alturas pequeñas, no obstante, también presentó individuos con altos valores de diámetros y altura, ubicándola así en las Fase II y III de bosque secundario (CATIE, 2016) ya que presentó una gran vegetación arbustiva e individuos jóvenes que son esenciales en la regeneración de este relicto de bosque.



**Figura 21.** Categoría diamétrica del Área Tres del Sendero Ecológico de Yaguará.

Por otro lado, esta área presenta un coeficiente de mezcla de 1:4,53 (Tabla 4) siendo un área homogénea, y la equitatividad de sus individuos se ve alterada, por el alto valor de dominancia de la especie *Pseudosamanea guachapele*. Con respecto a la Figura 21, afirma que esta área tiene presencia mayormente de vegetación arbustiva en la categoría diamétrica de 1- 9,99 y árboles jóvenes localizados en la categoría de 40-49,99 cm, convirtiéndose en un área de gran importancia en la repoblación del bosque.

### **ÁREA CUATRO**

Esta área se localiza al costado derecho de la rivera del embalse colindando con el extremo sur del Sendero; se caracteriza por ser un fragmento de bosque intervenido por acción antrópica y pastoreo de ganado, ya que es una de las áreas en donde más se reduce la riqueza de especies con solo 10 de ellas, a razón, hay poca presencia de cobertura vegetal arbórea (Figura 22), el terreno es de pendiente plana, lo que facilita el pastoreo de ganado, su fácil recorrido por el sendero,

además, en los costados de la rivera los pescadores suelen amarrar sus canoas. La especie más predominante en el área es el Cachingo (*Erythrina fusca*), siendo común también la especie Ocobo (*Tabebuia rosea*), Bilibil (*Guarea guidonia*), Chambimbe (*Sapindus saponaria*), Iguá (*Pseudosamanea guachapele*), entre otras (Anexo 2).



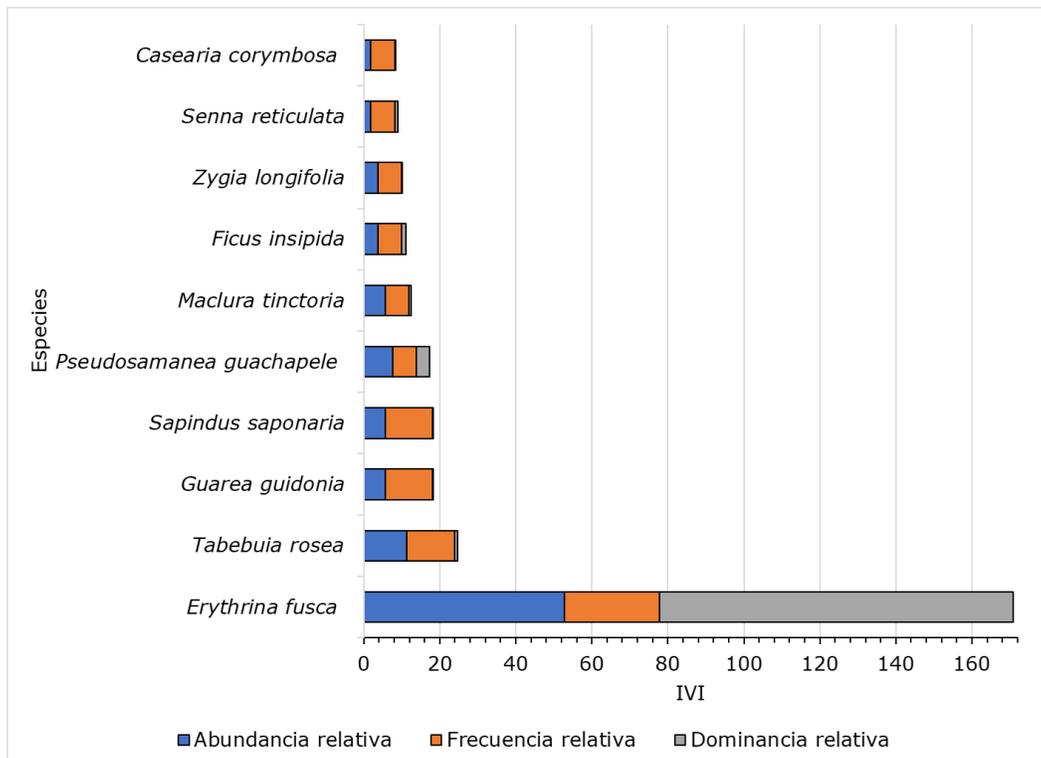
**Figura 22.** Transectos localizados en el Área Cuatro del Sendero Ecológico de Yaguará, los puntos azules representan la localización de los árboles identificados en los transectos.

*Adaptada de Google maps.*

Para el Área Cuatro se registraron 53 individuos, con un total de 10 especies agrupadas en 10 géneros y 6 Familias; la familia con mayor riqueza de especies y géneros fue la Fabaceae con 4 especies y 4 géneros, seguida de la Moraceae (2/2), Bignoniaceae, Meliaceae, Salicaceae y Sapindaceae con 1 especie y 1 género cada una.

En la figura 23 se puede observar que la especie Cachingo (*Erythrina fusca*) es la especie más importante para el área cuatro con un valor de IVI de 170,85%, debido principalmente a su dominancia relativa, con 93,02%, e igualmente su abundancia relativa de 52,83%, y frecuencia absoluta de 25%. Comparativamente, las demás nueve especies tienen IVI mucho menores, no sobrepasando 25%, encontrándose la especie Ocobo (*Tabebuia rosea*), con un IVI de 24,61%,

seguida por tres especies con valor de importancia similar, Bilibil (*Guarea guidonia*), con valor de importancia de 18,28%, Chambimbe (*Sapindus saponaria*) con 18,18% y la especie Iguá (*Pseudosamanea guachapele*) con 17,32%, siendo su valor de dominancia mucho mayor a las otras especies; la especie Varazón (*Casearia corymbosa*) es la de menor representación en esta área con un IVI de 8,16%.

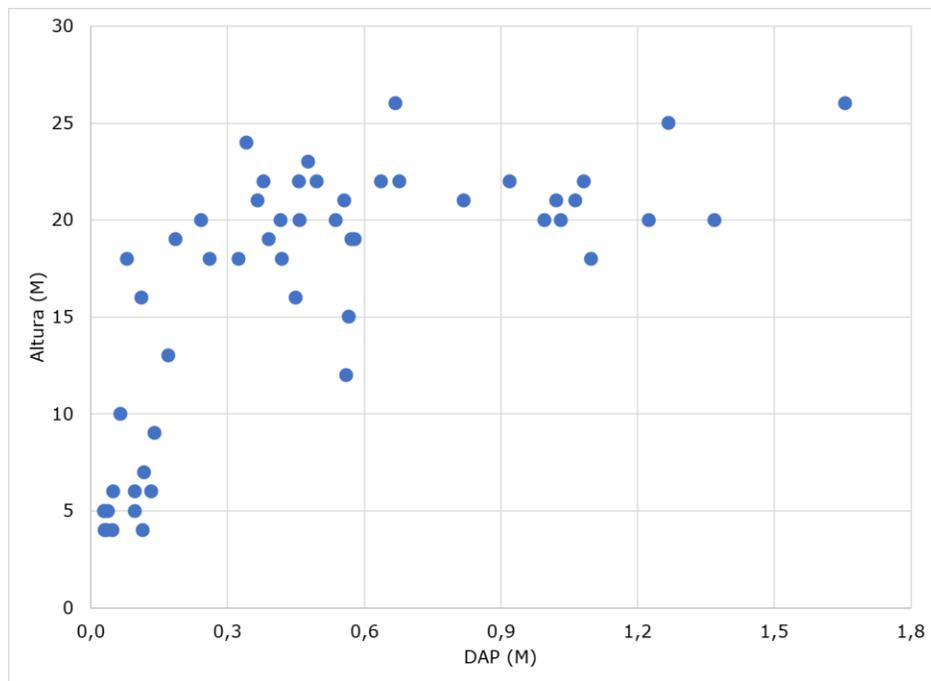


**Figura 23.** Índice de valor de importancia en el Área Cuatro del Sendero Ecológico de Yaguará

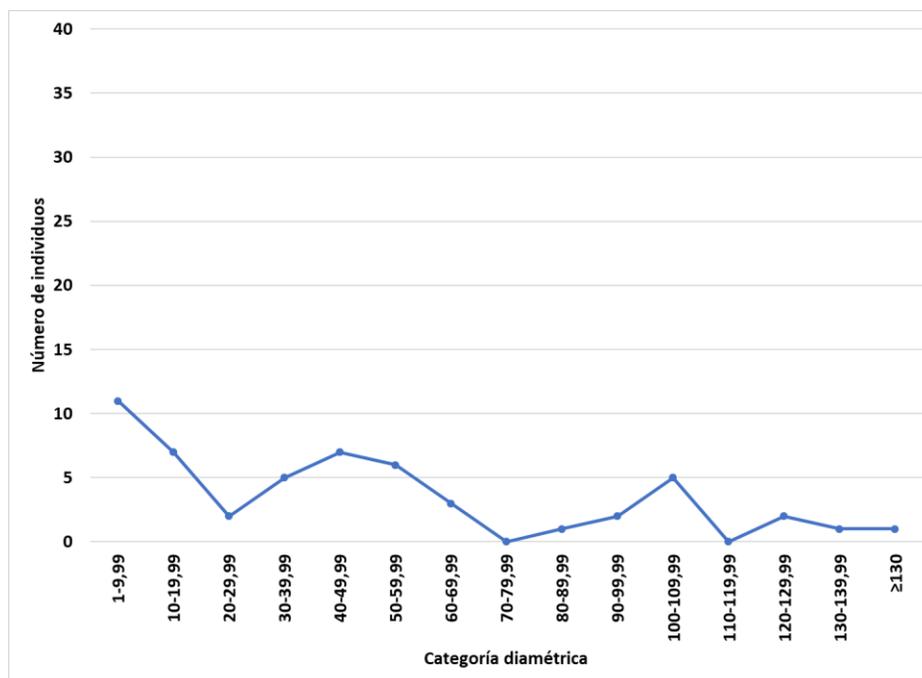
La figura 24, muestra la relación diámetro-altura de los individuos registrados en el Área Cuatro, se encontró dispersión entre los puntos, siendo posible determinar que esta área cuenta con individuos poco similares en cuanto a su diámetro y altura, se observó que esta área cuenta con muy pocos individuos jóvenes, se determinó como Fase III de bosque secundario según la clasificación propuesta por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE, 2016) ya que se apreció que la mayoría de sus individuos presentan DAP grandes y alturas grandes,

se infiere que este bosque cuenta con especies arbóreas un poco más maduras y no se logra una buena proliferación de las especies por estar muy cerca al embalse y por ser una zona de fácil acceso para el ganado.

Esta área tiene un coeficiente de mezcla de 1:5,3 (Tabla 4), es un área que presentó una homogeneidad alta con respecto a las otras áreas puesto que la especie más dominante fue la *Erythrina fusca*, siendo la especie más colectada en esta área, esto debido a su localización ya que el área cuatro se encuentra cerca del embalse y esta zona se suele inundar, el hábitat propicio de esta especie son los bosques semidecuidos, bosques húmedos y en las riberas de los ríos. (Avendaño y Castillo, 2014)



**Figura 24.** Relación Diámetro-Altura para los individuos del Área Cuatro del Sendero Ecológico de Yaguará.



*Figura 25. Relación Diámetro-Altura para los individuos del Área Cuatro del Sendero Ecológico de Yaguará.*

En la figura 25 se observa una línea irregular en la densidad de individuos conforme a su diámetro, puesto que en algunas categorías se evidencia unos picos de aumento de individuos seguida de una disminución, la categoría 1 - 9,99 cm de diámetro es la que presentó mayor número de individuos, esta irregularidad se atribuye a la zona y a factores antropogénicos.

## **ÁREA CINCO**

Esta área se ubica al extremo sur, es el punto de inicio del sendero y el punto más cercano a la zona urbana de Yaguará, limitando al costado izquierdo con plantaciones de arroz y a su costado derecho con el Embalse de Betania; en el área predomina una topografía plana, se caracteriza también por ser un fragmento con cobertura boscosa considerable, con una gran riqueza de especies arbóreas a excepción de ciertos parches de pastizales y rastrojos, debido a la intervención antrópica ya que es la de más fácil acceso para personas, ganado y otros animales

domésticos (Figura 25). En esta área se puede observar especies propias del Bosque Seco como el Samán (*Samanea saman*), Orejero (*Enterolobium cyclocarpum*), Iguá (*Pseudosamanea guachapele*), Dinde (*Maclura tinctoria*) y Bilibil (*Guarea guidonia*), entre otras (Anexo 2).



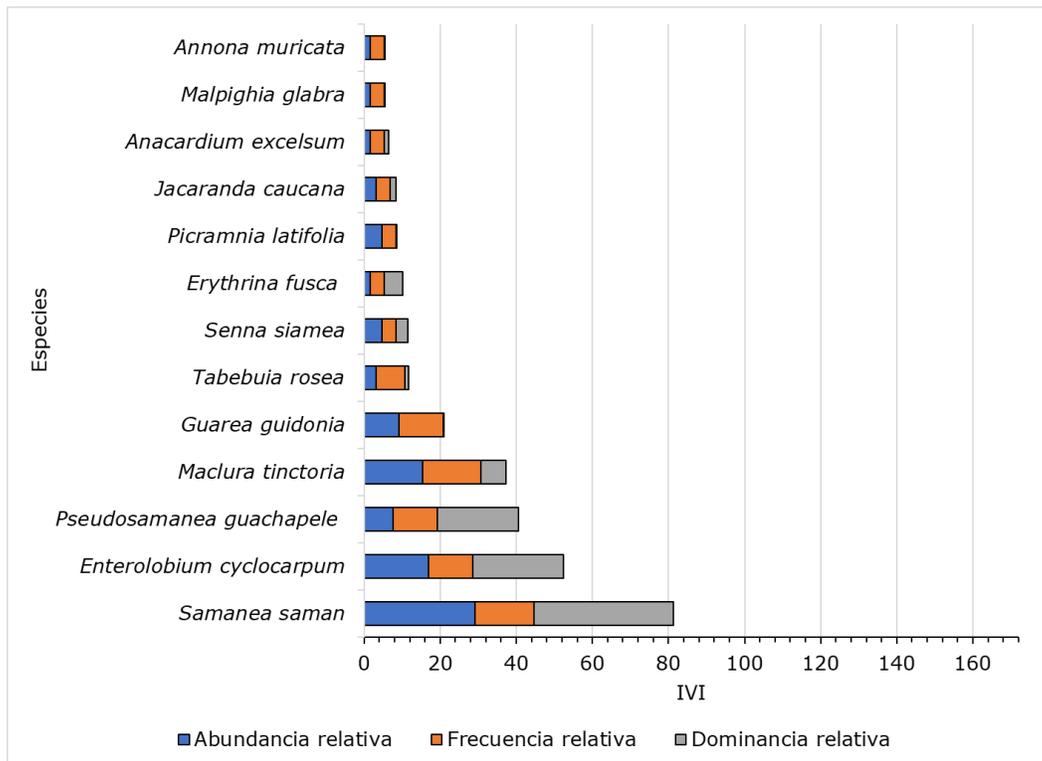
**Figura 26.** Transectos localizados en el Área Cinco del Sendero Ecológico de Yaguará, los puntos azules representan la localización de los árboles identificados en los transectos.

*Adaptada de Google maps.*

Para esta área, se registraron 65 individuos, distribuidos en 13 especies agrupadas en 13 géneros y 8 familias; la familia con mayor riqueza fue Fabaceae con 5 especies y géneros, seguida de la Bignoniaceae (2/2), Anacardiaceae, Annonaceae, Malpighiaceae, Meliaceae, Moraceae y Picramniaceae con 1 especie y 1 género cada una.

La especie Samán (*Samanea saman*) fue la más registrada en toda el área con una abundancia absoluta de 19 individuos, una frecuencia relativa de 29,23%, una dominancia relativa de 36,59% e índice de valor de importancia de 81,2% de las especies registradas en el área, seguida del Orejero (*Enterolobium cyclocarpum*), con una abundancia absoluta de 11 ejemplares, y con un IVI de 52,42%. Por otro lado, dentro de las especies con menor representación en el área muestreada fueron: Caracolí (*Anacardium excelsum*) con un IVI de 6,44%; Cerezo (*Malpighia*

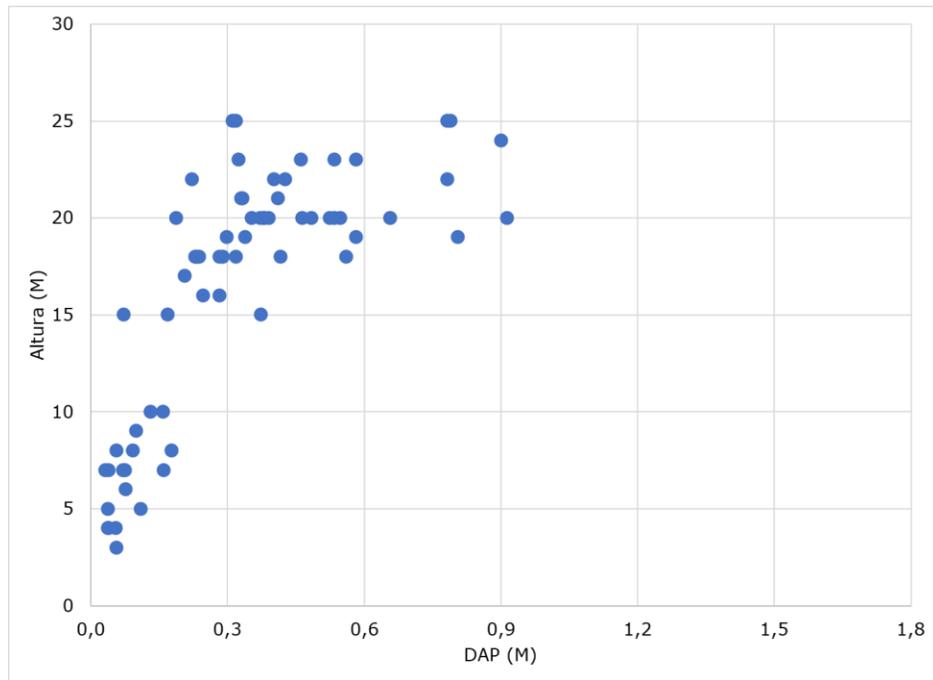
*glabra*) con un IVI de 5,45% y Guanábano (*Annona muricata*) con un IVI de 5,44% (Figura 26).



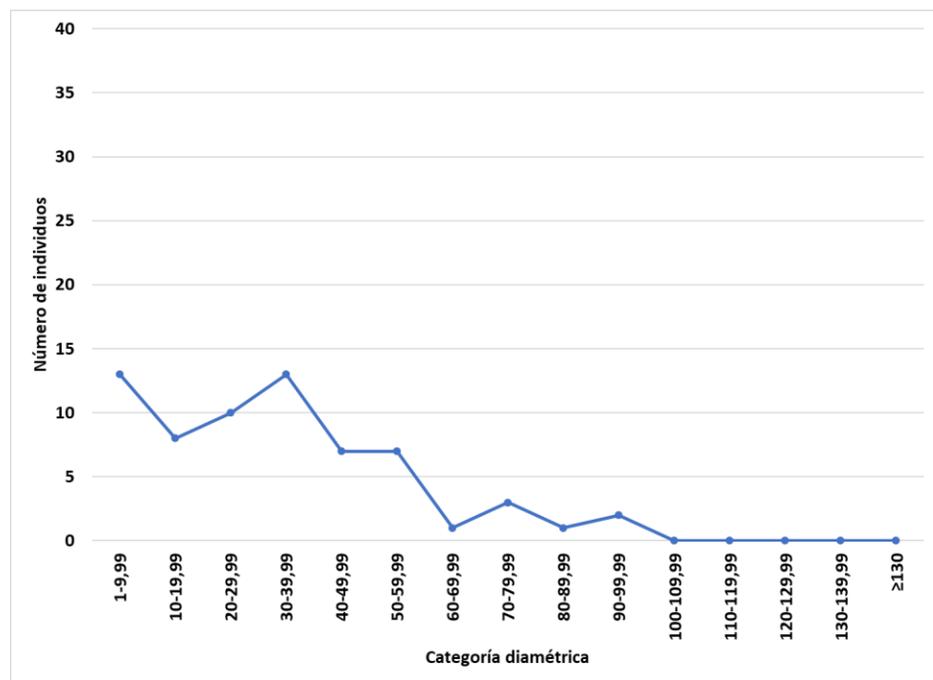
**Figura 27.** Índice de valor de importancia en el Área Cinco del sendero ecológico de Yaguará, Huila.

La figura 28, muestra la relación diámetro-altura de los individuos registrados en el área, esta dispersión de puntos se determinó como Fase I y II de bosque secundario según la clasificación propuesta por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE, 2016) ya que se observa un pequeño grupo de individuos con DAP pequeños y de bajas alturas, por otra parte otro grupo de individuos presentan alturas relativamente considerables hasta 25 m y diámetros medios revelando una temprana sucesión generacional.

Esta área obtuvo un coeficiente de mezcla de 1:5 (Tabla 4), es un área que presenta una homogeneidad alta con respecto a las otras áreas teniendo en cuenta que la equitatividad entre sus especies, es decir, la dominancia de las especies colectadas se encuentra equitativa entre ellas.



*Figura 28. Relación Diámetro-Altura para los individuos del Área Cinco en el Sendero Ecológico de Yaguará.*



*Figura 29. Categoría diamétrica del Área Cinco del Sendero Ecológico de Yaguará*

En la figura 29 se observa una línea un poco irregular en la densidad de individuos conforme a su diámetro ya que tiende a disminuir el número de individuos con respecto a el aumento de las categorías diamétricas, puesto que en algunas categorías se evidencio unos picos de aumento de individuos en ciertas categorías, la categoría 1- 9,99 cm de diámetro es la que presentó mayor número de individuos junto a la categoría de 30 - 39,99; con esta figura se evidencia la poca presencia de individuos jóvenes en la zonas puesto que es el área que se encuentra más cerca al pueblo.

### **8.2.2 SENDERO PARQUE BOSQUE PUERTO DE MOMICO, HOBO.**

A continuación, se presentan los resultados de la caracterización del Área Seis igualando el esfuerzo de muestreo para ambos senderos debido a su extensión, establecida en el Sendero Parque Bosque Puerto de Momico, en el municipio de Hobo, estudiada a través de cinco (5) transectos.

#### **ÁREA SEIS**

El sendero se caracteriza por ser un área con gran riqueza de especies arbóreas, a pesar de lo pequeña que es, en comparación con el Sendero Ecológico de Yaguará, ya que el sendero de Yaguará es aproximadamente 5 veces mayor que el Sendero Parque Bosque Puerto de Momico, y a pesar de lo muy intervenido que es, principalmente por factores antrópicos (Figura 30), ya que esta zona se ve afectada de manera frecuente por la apertura de las compuertas del embalse, que suelen inundar el terreno, así como por el pastoreo de ganado. La topografía del terreno es plana con algunos inclines leves en ciertas zonas. Es un área que presenta bastante diversidad arbórea, con especies como Dinde (*Maclura Tinctoria*), Guásimo (*Guazuma Ulmifolia*), Orejero

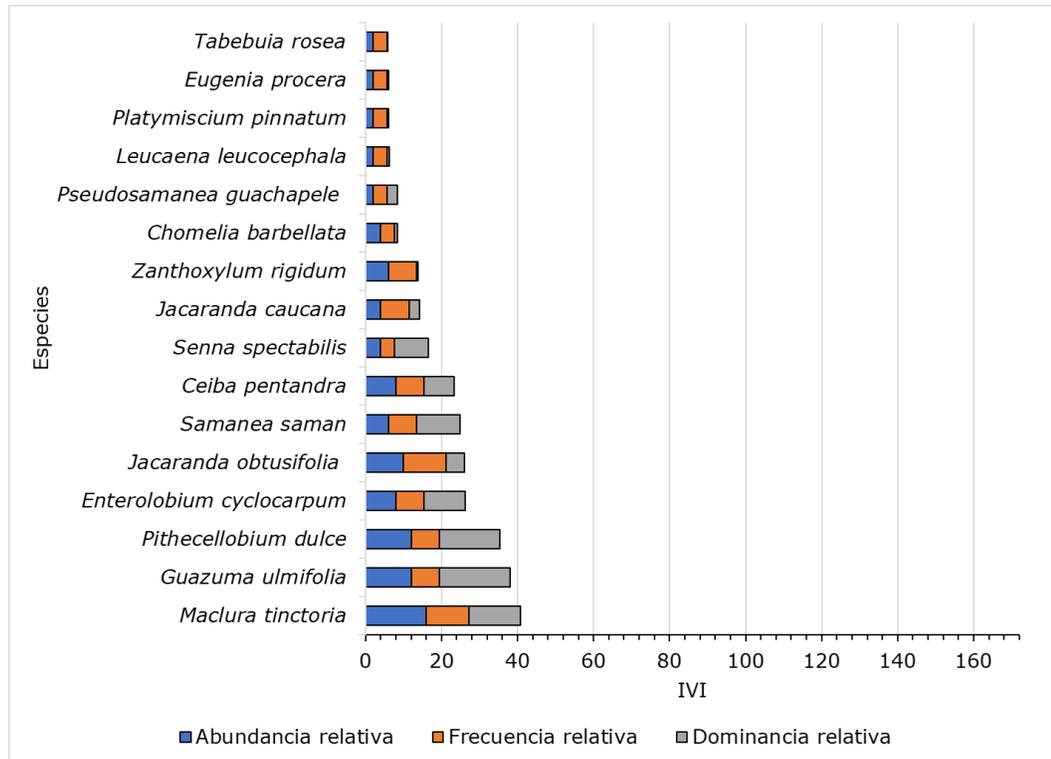
(*Enterolobium cyclocarpum*), Gualanday (*Jacaranda Obtusifolia*), y Payandé (*Pithecellobium dulce*), entre otras, características del Bosque Seco Tropical. (Anexo 2).



**Figura 30.** Transectos localizados en el área 6 del Sendero Parque Bosque Puerto de Momico, los puntos azules representan la localización de los árboles identificados en los transectos. Adaptada de Google maps.

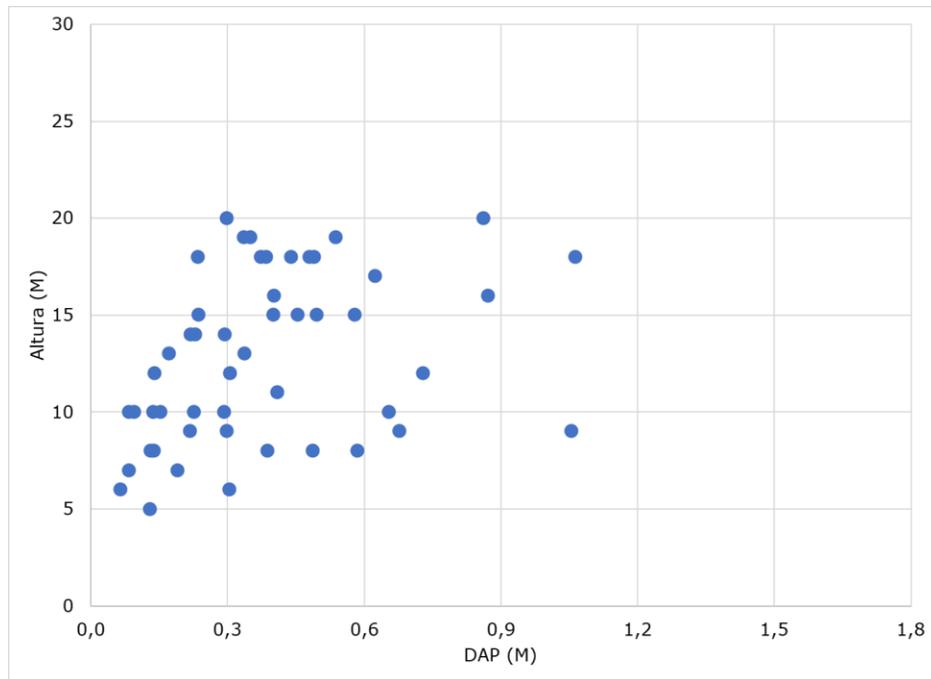
En el Sendero Puerto Momico de Hobo se registraron 50 individuos, agrupados en 16 especies correspondientes a 16 géneros y 7 familias. La familia Fabaceae fue la que presentó mayor riqueza con 7 especies y 7 géneros, seguida de Bignoniaceae (3/3), Malvaceae (2/2), Moraceae, Myrtaceae, Rubiaceae y Rutaceae con 1 especie y 1 género, cada una.

La figura 31, muestra que la especie con el mayor IVI registrado en el Área Seis, fue el Dinde (*Maclura Tinctoria*) con 40,75%, seguida del Guásimo (*Guazuma Ulmifolia*) con 38,07%, por otro lado, las especies de menor IVI fueron el Ocobo (*Tabebuia rosea*) con un 5,82%, y el Arrayán (*Eugenia procera*) con un 5,98%.



**Figura 31.** Índice de valor de importancia en el Área Seis, ubicada en el Sendero Parque Bosque Puerto Mómico, Hobo

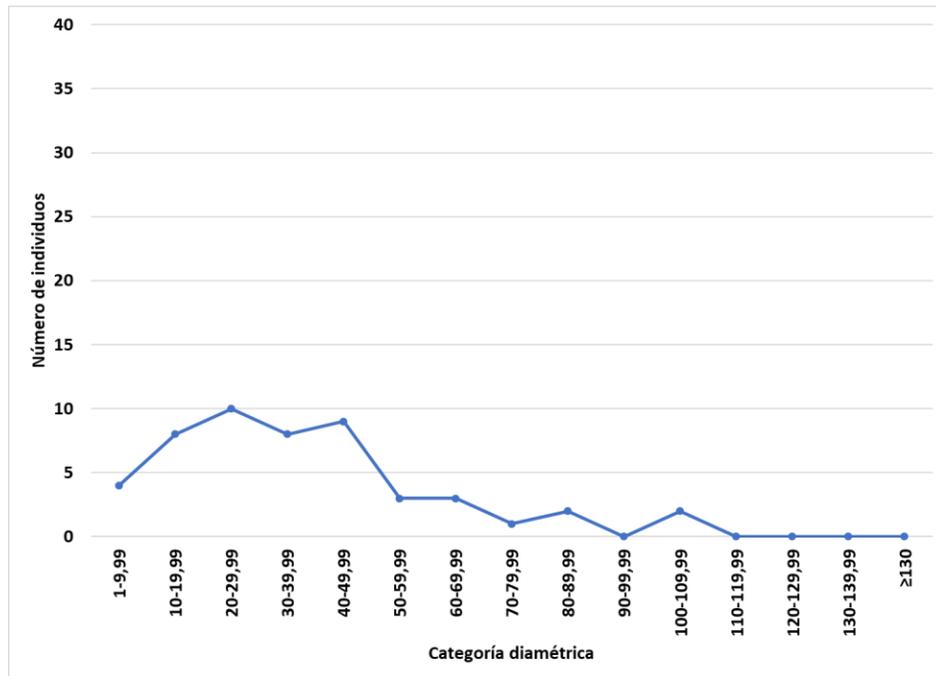
La figura 32, muestra la relación diámetro-altura de estos individuos, la especie con mayor diámetro y altura es el *Enterolobium cyclocarpum* con un diámetro de 0.863 m y una altura de 20 m; Por otro lado, la especie con menor diámetro y altura es la *Eugenia Procera* con un diámetro de 0,131 m y una altura de 5 m.



**Figura 32.** Relación Diámetro-Altura para los individuos del Área Seis en el Sendero Parque Bosque Puerto Momico, Hobo.

Es necesario resaltar que, en esta área, se presentó una tendencia como Fase II y III de bosque secundario según la clasificación propuesta por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE, 2016), es decir, la mayoría de ellos tienen entre los 10 y 15 m de altura, pero una gran variación entre los diámetros, de igual manera, esta área se caracteriza por ser la de menor número de especies, con tan sólo 16 especies, siendo la *Maclura tinctoria* de la familia Moraceae, la especie con mayor presencia en los transectos.

Por otro lado, se identifica la heterogeneidad en el área con un cociente de mezcla de 1:3,1 (Tabla 4) con base en la riqueza de especies presentes en los transectos del área.



*Figura 33. Categoría diamétrica del Área Seis del Sendero Parque Bosque Puerto de Momicó.*

En la figura 33, es posible observar el comportamiento por clase diamétrica para el área 6, proyectando una curva totalmente asimétrica en relación a la variedad de individuos registrados en cada una de las categorías diamétricas, puesto que el comportamiento no obedece ningún patrón jerarquía entre categorías, acorde a la variedad de diámetros registrados en el área muestreada, encontrando un mayor cantidad de individuos en la categoría 20-29,99 representados por 10, lo que refleja cómo la categoría diamétrica con mayor cantidad de individuos, posteriormente, con alrededor de 8 individuos en las categorías de 10-19,99 y 30-39,99 y la categoría 40-49,99 con 9 individuos, seguidamente las categorías de diámetros mayores comprenden alrededor de 2 o máximo 3 individuos. De manera generalizada se observa un comportamiento asimétrico e imprescindible en las categorías antes mencionadas, sin embargo, esto obedece a que en el área existe un menor número de individuos en cada una de las categorías establecidas y evidencia el

hecho contrastado en campo como una de las áreas más intervenidas en contraste con las demás áreas de estudio.

### 8.3 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LA ESTRUCTURA VEGETAL

De las 6 áreas muestreadas, el área 4 cuenta con el mayor I.V.I. con la especie *Erythrina fusca* presentando un valor de 170,85; Para Campo y Duval (2014) el resultado del índice de valor de importancia está condicionado por la cantidad y altura de los individuos en una área, otra condición es la distribución de los árboles; es decir que la especie *Erythrina fusca* posee un patrón regular dentro del área, pues esta especie se encontró en 4 transectos; además esta área es poco diversa contando con tan solo 10 especies, además de ser una zona indicada para la proliferación de esta especie, teniendo en cuenta la dispersión de los puntos de DAP-altura *figura 24*, se considera que es una de las áreas más intervenidas por el hombre puesto que son muy pocos los puntos en la parte inferior, lo que dice que hay muy poco crecimiento de especies. Esta área cuenta con un coeficiente de mezcla de 1: 5,3 (Tabla 4) a razón de que se encontró la predominancia de la especie *Erythrina fusca* sobre todas las demás especies, lo que la hizo el área más homogénea.

Por su parte, la especie *Pseudosamanea guachapele* en las áreas 3 y 1 representó la especie con mayor I.V.I. con valores de 93,4 y 87,94 respectivamente, lo que marcó la dominancia de esta especie en ambas áreas; según los estudios de Ordoñez y Rangel (2020) y Diaz (2014), esta especie es propia y representativa para el Bosque Seco Tropical, debido a su capacidad de adaptación a tiempos de sequías. Para el área 3 se observó una relativa homogeneidad con un cociente de mezcla de 1:4,53 y un registro de 17 especies, simultáneamente el área 1, es el área con mayor riqueza de especies con 20 especies, en contraste con las demás áreas de estudio, hecho reflejado en su cociente de mezcla con un valor de 1:2,95 siendo el área menos homogénea en vegetación arbórea en relación con las demás áreas.

El alto valor del I.V.I. en estas dos áreas para *Pseudosamanea guachapele*, especie de la familia Fabaceae obedece a la dinámica del bosque seco, como es planteado en otros estudios, ya que las especies de esta familia tienen la tendencia en obtener los mayores I.V.I. en el Bosque Seco. (Gentry, 1995; IAvH, 1998; Mendoza, 1999; Gillespie et al., 2000; Marulanda et al., 2003; Carbonó y García, 2010; Torres et al., 2012a)

Para el área 5, la especie más representativa fue *Samanea saman* con un I.V.I. de 81,21 obteniendo una dominancia considerable, lo anterior reafirma lo que mencionan Arias y Sosa (2016), ya que esta especie cuenta con una gran representación por ser una especie dominante, además de adquirir las condiciones para soportar la dinámica propia del bosque. Por otro lado, se registraron 13 especies, siendo así: la segunda área con menor riqueza de especies registradas para el Sendero Ecológico de Yaguará, esto se atribuyó a la localización del área, dado a que es una de las zonas más intervenidas del sendero y cercana a la población, e igualmente es una de las áreas más homogéneas (después del área 4) con un Cociente de mezcla de 1:5 (Tabla 4), debido a la similitud en dominancia de las especies antes mencionadas.

El área 2 cuenta con 17 especies dentro de las cuales la especie *Enterolobium cyclocarpum* presenta un I.V.I. de 69,93, como lo indican Martínez, et al. (2012) es un árbol muy apreciado y en algunos lugares están protegidos por el hombre y tienen varios usos de orden cultural, económico y de servicios ecosistémicos, así mismo considerando la competencia en el área por la dominancia con la especie *Pseudosamanea guachapele* con un I.V.I. de 52,30, con un margen pequeño de diferencia entre estas dos especies, hecho que permite interpretar la dominancia compartida en distintas proporciones de abundancia de estas dos especies en el área, también es un área levemente homogénea con un cociente de mezcla de 1:4,53.

De los dos senderos se encontró que, con relación a las áreas muestreadas, el área 6,

correspondiente al Sendero Parque Bosque Puerto de Momico, presentó la especie con menor I.V.I, la *Maclura tinctoria* con un valor de 40,75, como se puede observar en la *figura 30*, lo que indica la poca dominancia de las especies registradas allí, debido a la poca o baja presencia de individuos por especie registrados en los transectos del sendero. No obstante, esto no implica que el área cuente con una considerable diversidad de especies teniendo en cuenta que es una de las áreas más intervenidas y menos conservadas, en relación con las demás, con 16 especies distintivas del BsT como *Guazuma ulmifolia*, *Pithecellobium dulce*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Ceiba pentandra*, entre otras. Este hecho es lo que la hace particular y diferente, con el segundo Cociente de Mezcla considerado entre un rango homogéneo de 1:3,1, siendo estos resultados acordes con los evidenciados en estudios de similares condiciones de intervención antrópica, como lo indica Cárdenas-Torres (2014), presentando sin embargo una alta diversidad florística y a pesar de contar con una menor cantidad de individuos sitúa este ecosistema como importante en términos de biodiversidad, además de encontrarse en riesgo debido a la baja propagación de nuevos individuos.

Con base en lo anterior, las áreas 1 y 2 tal como se observa en las figuras 12 y 16 que representan la relación entre el DAP y la altura de los árboles, mostró un comportamiento similar o simétrico respecto a la dispersión de los puntos, es decir, la distribución de sus individuos, esto es posible dado a que estas áreas se encuentran cercanas entre sí y presentan una riqueza de especies similar. Dichas áreas cuentan con terrenos plano ondulados, levemente inclinados y con vegetación arbustiva en algunas zonas que dificultan el acceso a éstas.

No obstante, las áreas 4 y 5, representadas por las figuras 22 y 26, son las áreas más intervenidas localizadas en el Sendero Ecológico de Yaguará a razón de que estas áreas sufren fuertes inundaciones en épocas de lluvia donde los niveles del embalse se incrementan y sólo especies con individuos maduros de gran DAP y altura se conservan, adicionalmente estas áreas son usadas para pastoreo de ganado degradando aún más este relictos de bosque, además son las

áreas más cercanas al casco urbano.

Con respecto a el área 4 existe un considerable número de individuos, una gran mayoría de estos se encuentran en estado maduro, existiendo un bajo porcentaje de individuos jóvenes, que en consecuencia repercute en el declive de una sucesión para asegurar una futura regeneración o próximas generaciones de especies. López et al., (2012) realizaron un estudio para medir el ritmo del crecimiento diamétrico en los bosques secos tropicales y encontraron que el crecimiento de especies es baja, de igual forma esto varía según la especie, pero no superan valores de 3.43 cm año, proceso que es lento en comparación a otros tipos de bosque.

Por otro lado, el área 6 con la figura 28, que muestra la relación DAP - altura de los árboles, fue el área que menos relación tuvo con las demás áreas de estudio, está ubicada en el Sendero Parque Bosque Puerto de Momico, con una topografía plana ondulada, siendo una zona afectada por las inundaciones del embalse. Además, está expuesta al sobrepastoreo de ganado que evita el crecimiento y proliferación de nuevos individuos, a pesar de ser una de las áreas con menor número de individuos presentes, se registraron especies características del Bosque seco denotando su riqueza de especies en la zona, este es un hecho particular debido a que el área es en contraste una de las más intervenidas por acción antrópica lo cual concuerda con Cárdenas-Torres (2014) quien menciona la divergencia y similitud encontrada en varias áreas de estudio aparentemente con la mismo tipo de ecosistema boscoso en relación a su estructura horizontal.

Es necesario mencionar, con base en lo planteado anteriormente, que el área 6 es la más vulnerable, ya que como lo muestra la figura 32, existe una tasa muy baja de individuos arbóreos jóvenes, lo que no aseguraría sucesiones arbóreas del ecosistema a próximas generaciones (CATIE, 2016). Este panorama anuncia y revalida la importancia de la conservación de estos senderos y a su vez de la recuperación paulatina a través de campañas y estrategias de restauración

y conservación que salvaguarden la existencia de este ecosistema de Bosque seco, su vegetación arbórea junto a las innumerables especies que se ven altamente favorecidas y están vinculadas directamente con sus servicios ecosistémicos.

Por otro lado, un hecho a resaltar de las áreas muestreadas son las especies distintas y exclusivas de cada área de muestreo, siendo especies representativas del bosque seco tropical. Estas especies únicas para cada área son: para el área 1 la especie *Spondias mombin*; en el área 2 las especies: *Bauhinia picta*, *Trichilia moschata*, y *Ficus pallida*; en el área 3 las especies: *Coutarea hexandra* y *Croton lechleri*; en el área 4 las especies: *Senna reticulata* y *Zygia longifolia*; en el área 5 las especies: *Malpighia glabra*, *Picramnia latifolia* y *Senna siamea*; en el área 6 las especies: *Eugenia procera*, *Platymiscium pinnatum*, *Zanthoxylum rigidum*, *Pithecellobium dulce*, *Jacaranda obtusifolia* y *Senna spectabilis*.

Teniendo en cuenta lo anterior, es preciso mencionar que, al contrastar el número de especies exclusivas por área, el área 6 cuenta con el mayor número de especies exclusivas (6), dato que evidenció la importancia de este sendero con una riqueza considerable y única en el área; Mora (2017a) mencionó que esta zona fue apta para la agricultura y la ganadería, transformándose posteriormente a zona protegida, aunque estas prácticas aún deterioran los suelos y la diversidad arbórea. El parque bosque lindera con el embalse de Betania, esta transformación modificó el ecosistema viabilizando una heterogeneidad de especies no propias del bosque seco tropical de ahí que en el estudio se han registrado especies que corresponden a otras zonas de vida como es el caso de *Salix humboldtiana* registrada dentro de uno de los recorridos libres realizados, como lo afirma Mendez (2012) estas especies son encontradas en ecosistemas intervenidos, espontánea en los cursos del Río Mendoza para su estudio de caso y para el área analizada en las riberas del entorno.

Cabe aclarar que debido a la metodología empleada por transectos, existe la posibilidad de

que algunas especies no fueran registradas en estos, hecho que se evidenció al realizar los recorridos libres, en donde se encontraron especies distribuidas fuera de los transectos establecidos: En el sendero Parque Bosque Puerto de Momico las especies: *Pagamea coriacea*, *Handroanthus guayacan*, *Pseudobombax millei*, *Bursera tomentosa*, *Allophylus psilospermus* y *Schoepfia schreberi* estas 6 especies se encuentran en un estado de conservación no evaluado y son nativas; *Machaonia acuminata* es nativa pero se encuentra en preocupación menor; *Tecoma stans* y *Salix humboldtiana* estas 2 especies son nativas y cultivadas pero la especie *tecoma stans* se encuentra en un estado de preocupación menor; *Psidium guajava* y *Mangifera indica* son cultivadas y no están evaluadas en su estado de conservación, el principal uso de estas dos especies son sus frutos que son aptos para el consumo; por último la especie *Tessaria integrifolia* es una especie nativa no evaluada pero registrada como una especie pionera para la conservación del bosque tropical (Tabla 3).

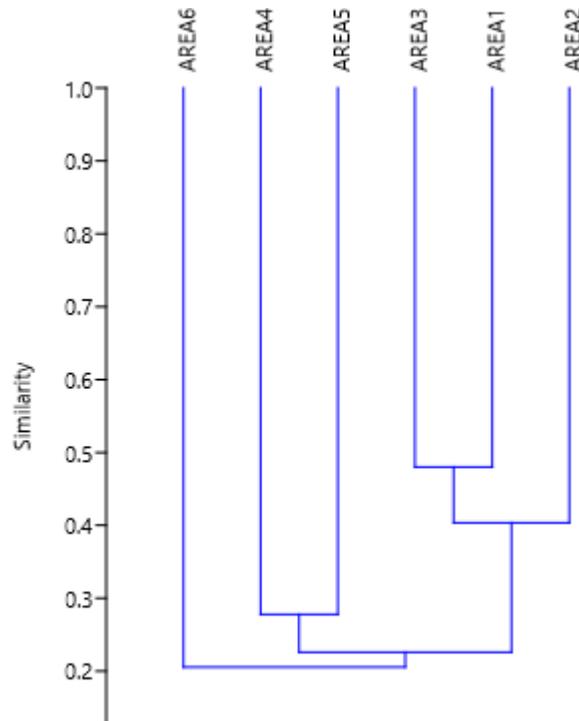
Por su parte, para el sendero Ecológico de Yaguará se encontraron estas especies por fuera de los transectos delimitados: *Vernonanthura patens*, *Neea divaricata*, *Dalbergia frutescens*, *Delonix regia*, *Endlicheria paniculata*, *Annona mucosa* y *Hasseltia guatemalensis*, estas 7 especies no se encuentran evaluadas en su estado de conservación y son nativas; *Genipa americana*, *Randia armata*, *Trichanthera gigantea*, *Muntingia calabura*, *Piper arboreum* y *Trichilia martiana* estas 6 especies son nativas pero su estado de conservación es de preocupación menor; *Crescentia cujete*, *Bunchosia nitida*, *Bunchosia pseudonitida*, son nativas y cultivadas pero la especie *Crescentia cujete* se encuentra en un estado de preocupación menor, las otras dos no están evaluadas; la especie *Gliricidia sepium* es solo cultivada y su estado de conservación no está evaluado; *Pithecellobium dulce* y *Cecropia peltata* son especie nativas pero la primera también es cultivada, ambas especies se encuentran en preocupación menor y son consideradas especies pioneras para los procesos de restauración del bosque seco tropical.

Esto indicó que sin importar el esfuerzo de muestreo es posible que algunas especies quedan por fuera de los puntos estratégicos de muestreo, debido al tipo de muestreo seleccionado “muestreo estratificado aleatorio” para el registro de las muestras, dado que la zona se dividió en áreas más o menos del mismo tamaño, y dentro de ellas se seleccionaron al azar los puntos de muestreo.

## 8.4 ANÁLISIS COMPARADO DE LAS ÁREAS

### 8.4.1 Dendograma de Similitud

En la figura 34, se muestra el dendograma obtenido con base en los índices de Similitud de Jaccard, el cual relaciona las seis áreas de muestreo, cinco en el Sendero Ecológico de Yaguará y una en el Sendero Parque Bosque Puerto Momico, Hobo, teniendo en cuenta la composición de especies registradas en las áreas.

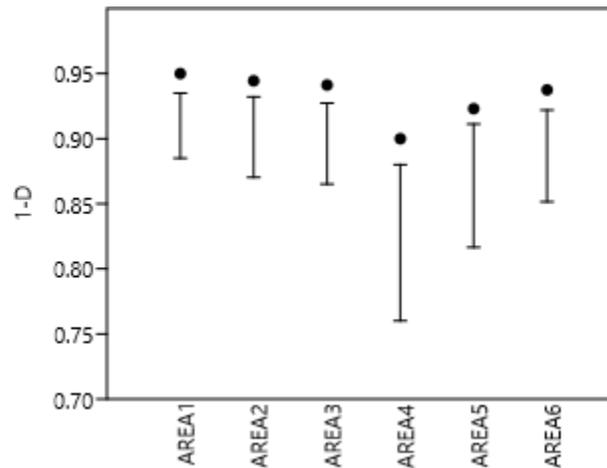


**Figura 34.** Dendrograma con base en el Dendrograma de similitud de Jaccard de las áreas del Sendero Ecológico de Yaguará (Área 1, Área 2, Área 3, Área 4 y Área 5) y la del Sendero Parque Bosque Puerto de Momico, Hobo (Área 6).

Este índice de similaridad de especies permite visualizar la proporción o porcentaje de especies compartidas entre las áreas (Soler et al., 2012); teniendo en cuenta que el valor que más se acerque a 1 es quien indica mayor similitud. (Magurran, 1988)

Este dendrograma permite establecer, dentro del Sendero Ecológico de Yaguará, que las áreas 1 y 3 son las más similares en composición de especies con respecto a las demás, con un valor de 0.5, a su vez se relaciona con las dos áreas mencionadas anteriormente el área 2 con un valor en la escala de 0.4, indicando que estas tres áreas comparten varias especies entre sí, tales como *Pseudosamanea guachapele*, *Maclura tinctoria*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Guazuma ulmifolia*, *Stemmadenia grandiflora*, *Ceiba pentandra* y *Annona muricata*. Por otro lado, las áreas 4 y 5 son áreas que comparten afinidad en composición de especies, con valor de 0.3, comparten especies tales como, *Erythrina fusca*, *Tabebuia rosea*, *Guarea guidonia* y *Pseudosamanea guachapele*, no obstante, se alejan en similitud a las otras tres de este Sendero, debido a que son las áreas más próximas a la zona urbana, por ende, son las más afectadas por las acciones antrópicas. El área 6, es la del Sendero Parque Bosque Puerto de Momico y es la que presenta más diferencias de acuerdo con el índice con un valor de 0.2, aunque comparte especies presentes en el Sendero de Yaguará. La baja similitud de especies entre las áreas, según Williams et al. (2002), es originada por la diferencia de los factores ambientales que caracteriza cada zona, también se debe a la condición de fragmentación y/o por actividades antropogénicas, que han llevado a las comunidades hacia un ensamblaje particular de especies, demostrando que el tipo y grado de fragmentación ejercen una influencia importante.

#### 8.4.2. Índice De Diversidad Simpson

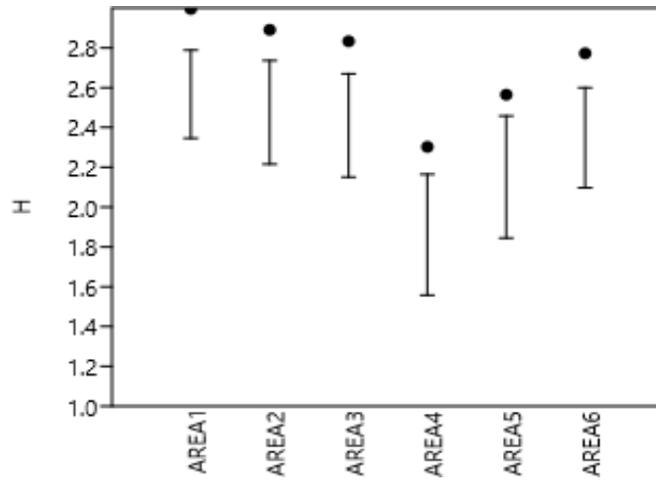


**Figura 35.** Índice de diversidad de Simpson de las áreas del Sendero Ecológico de Yaguará (Área 1, Área 2, Área 3, Área 4 y Área 5) y la del Sendero Parque Bosque Puerto de Momico, Hobo (Área 6).

La figura 35 expresa el índice de diversidad de Simpson obtenido mediante el software PAST. El esquema representa la diversidad de cada una de las áreas de muestreo en términos de presencia y ausencia, a partir de la riqueza de especies en el área y su abundancia respectiva. Moreno (2000) denomina este índice, como un indicador de dominancia. De él se interpreta lo siguiente, el área 4 es el área con menor riqueza de especies registradas, sin embargo, representa la mayor abundancia de especies dominantes, en el caso específico para el área 4 la predominancia de la especie *Erythrina fusca*, este incremento refiere a que este índice predice efectivamente la riqueza y abundancia de las especies más que la diversidad biológica misma (Salmerón et. al., 2017), en contraste a cómo las áreas 1, 2 y 3 representan las áreas con mayor diversidad de especies. Por último, las áreas 5 y 6, son áreas con especies en común, aunque pertenecen a municipios distintos; según Vargas (2015) esto puede deberse a la cercanía de las áreas boscosas a lugares recurrentes por la presencia humana en este tipo de ecosistema y en relación con las demás áreas de estudio son de menor diversidad que las áreas 1, 2 y 3.

### 8.4.3 Índice de Diversidad de Shannon

El índice de biodiversidad de Shannon, se ve expresado en la figura 36, donde se observa que el Área 4 es la menos diversa al compararla con las demás áreas, ya que ésta área, es en la que se registraron mayor número de individuos para la especie Cachingo (*Erythrina fusca*) generando de esta manera que su diversidad sea baja. Por el contrario, las áreas 1, 2 y 3 presentan una diversidad de especies en abundancia similar entre sí, considerablemente alta en correlación a las demás áreas de estudio, se atribuye a que estas áreas son las menos intervenidas por la acción humana debido a su difícil acceso a ellas por su vegetación abundante, de esta forma es posible evidenciar la heterogeneidad de cada una de las áreas de estudio y contrastar rasgos de similitud en abundancia entre algunas de ellas, como lo mencionan Pla (2006), este índice cuantifica la diversidad específica y expone la heterogeneidad de las áreas de estudio a partir del número de especies presentes en el área y su respectiva abundancia. Ahora bien, aunque los valores calculados con el índice de Shannon en las áreas 1, 2 y 3 son muy cercanos no nos permiten apreciar claramente los cambios en un ecosistema a nivel de un número efectivo de especies, menciona Jost (2007) lo cual puede llevarse a cabo a través de una de las series de los números de Hill, transformando estos valores encontrados con el índice de Shannon, en la cantidad real de especies de las comunidades vegetales estudiadas.



**Figura 36.** Índice de diversidad de Shannon de los senderos Parque Bosque Puerto de Momico y el Sendero Ecológico de Yaguará.

Por otro lado, es importante resaltar que el Área 6, del Sendero Parque Bosque Puerto de Momico también presenta una diversidad en especies considerablemente alta superando al área 4 y 5.

## 9. CONCLUSIONES

- Se estableció que la zona de estudio con mayor diversidad arbórea es el Sendero Ecológico de Yaguará, contando con 22 familias de las cuales las más representativas son la Fabaceae, Myrtaceae y Bignoniaceae, siendo la familia Fabaceae con mayor I.V.I. en las dos áreas de estudio
- Once de las especies identificadas representan una importancia ecológica siendo pioneras intermedias en la restauración del Bosque Seco Tropical.
- Las dos áreas de estudio comparten 29 especies, a pesar de que el Sendero Parque Bosque Puerto Momico cuenta con un área de estudio aproximadamente 5 veces menor al Sendero Ecológico Yaguará.
- De las especies identificadas se encontró que 51 de ellas están en categoría de No Evaluada, lo cual indica los pocos estudios que se han realizado sobre el estado de conservación de las especies del Bosque seco Tropical en especial en el departamento del Huila.
- El estudio de ambos senderos localizados en los municipios de Yaguará y Hobo permitió determinar que presentan una alta intervención de carácter antrópico, en especial aquellas áreas cercanas a las poblaciones y a las riberas del embalse, lo que ha llevado a alterar de manera determinante sus características estructurales y dinámica ecológica a través del tiempo.
- Se determinó con base en los estudios enfocados a la estructura que el Sendero Parque Bosque Puerto Momico es el más degradado y con menos cantidad de individuos juveniles que permitan la sucesión de las especies y la posterior regeneración natural de este relicto de BsT.

- En este estudio se demostró que las actividades antrópicas conllevan una grave implicación de degradación en la estructura y composición de los relictos de bosque nativo de los senderos de la ribera del embalse de Betania, especialmente en las áreas que limitan con las comunidades, por lo que se recomienda incrementar la implementación de actividades de educación ambiental y restauración de las especies nativas encontradas y expuestas en el libro Flora Arbórea de Betania.

## 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agostini, G., y Blanco, C. (1974). Colección de muestras botánicas. *Acta Botánica Venezolana*, 9(1/4), 133-139. <https://www.jstor.org/stable/41740626>
- Alcaldía Municipal de Hobo. (2009). *Esquema de ordenamiento territorial Hobo (Huila):2000 - 2009*. Municipio de Hobo. Obtenido de [https://hobohuila.micolombiadigital.gov.co/sites/hobohuila/content/files/000255/12724\\_a\\_cuerdo-no-005-del-11-de-marzo-del-2000.pdf](https://hobohuila.micolombiadigital.gov.co/sites/hobohuila/content/files/000255/12724_a_cuerdo-no-005-del-11-de-marzo-del-2000.pdf)
- Alcaldía Municipal de Hobo. (3 de diciembre de 2021). *Nuestro municipio de Hobo*. <http://www.hobo-huila.gov.co/municipio/nuestro-municipio>
- Alcaldía Municipal de Yaguará. (2012). *Plan de desarrollo 2012-2015. Yaguará: empresa para todos*. Municipio de Yaguará. Obtenido de <http://www.Yaguará-huila.gov.co/MiMunicipio/PublishingImages/Paginas/Presentacion/Plan%20de%20Desarrollo.pdf>
- Alvarado, D. P., y Otero, J. T. (2015). *Distribución espacial del Bosque Seco Tropical en el Valle del Cauca, Colombia*. *Acta Biológica Colombiana*, 20(3), 141-153. <https://doi.org/10.15446/abc.v20n3.46703>
- 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. <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v7n1/v7n1a13.pdf>
- Argimon, X. y Trigo, M. (2018). *Flora Ornamental Española: Glosario de botánica*. <https://www.arbolesornamentales.es/GLOSARIO.pdf>
- Arias, K. y Sosa, J. (2016). Acciones para el control de la perturbación y recuperación del bosque de galería del río Cauto en los sectores Cauto y El 21. *Revista Cubana de Ciencias*

- Forestales*, 4(1), 72-82. <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Dialnet-AccionesParaElControlDeLaPerturbacionYRecuperacion-5608601.pdf>
- Arteaga, J. C. (2019). *Ecosistemas y Territorios de Betania “Ambientes naturales de los alrededores del Embalse de Betania”*. EMGESA
- Avendaño, N., y Castillo, A. (2014). El género *Erythrina l.* (leguminosae-faboideae) en Venezuela. *Acta botánica venezolana*, 37(2), 123- 164.  
<https://www.redalyc.org/pdf/862/86243121002.pdf>
- Banda, K., Weintritt, J., y Gómez, M. J. (2015). *Bosque Seco Tropical*. [Archivo PDF].  
[https://www.ecosistemassecos.org/images/bibliografia/cartilla\\_bosque\\_seco\\_dryflor\\_2015.pdf](https://www.ecosistemassecos.org/images/bibliografia/cartilla_bosque_seco_dryflor_2015.pdf)
- Barkman, J. J. (1979). *The investigation of vegetation texture and structure*. In *The study of vegetation*, 125-160. <https://research.wur.nl/en/publications/the-investigation-of-vegetation-texture-and-structure>
- Barrance, A., Schreckenber, K. y Gordon, J. (2009). Conservación mediante el uso: lecciones aprendidas en el Bosque Seco Tropical Mesoamericano. *Overseas Development Institute*.  
<https://cdn.odi.org/media/documents/4428.pdf>
- Bernal, R., Gradstein, S., y Celis, M. (2019). *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia*. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co/es/>
- Betancurt García, V. (2010). *Estructura y dinámica de la comunidad fitoplanctónica del subembalse del Magdalena (Embalse de Betania) en el departamento del Huila*. [Tesis de pregrado, Universidad Jorge Tadeo Lozano].  
<https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/1293/T946.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Braun Blanquet, J. (1979). *Fitosociología; bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Universidad Autónoma Chapingo. <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=UACHBC.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=028763>
- CAM. (1997). *Agenda ambiental municipio de Hobo*. Neiva-Huila: Educar Editores S.A.  
[Archivo PDF]  
[https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/16199/60019\\_59818.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/16199/60019_59818.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Campo, A. y Duval, V. (2014). Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque Nacional Lihué Calel (Argentina). *Anales de geografía*, 34 (2), 33-42. <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/47071-Texto%20del%20art%C3%ADculo-77364-2-10-20141117.pdf>
- Cano, Á. y Stevenson, P. (2019). Diversidad y composición florística de tres tipos de bosque en la estación biológica Caparú, Vaupés. *Colombia Forestal*, 12(1), 63-80.  
<https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2009.1.a06>
- Carbonó, E., y García, H. (2010). La vegetación terrestre en la ensenada de Neguanje, Parque Nacional Natural Tayrona (Magdalena, Colombia). *Caldasia*, 32(2):235-256.  
<http://dx.doi.org/10.15446/caldasia>
- Cárdenas - Torres M. A. (2014). Estudio comparativo de la composición florística, estructura y diversidad de fustales en dos ecosistemas del campo de producción 50k CPO-09, llanos del orinoco colombiano. *Colombia Forestal*, 17(2), 203-229  
<http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2014.2.a06>
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (2016). *Definición de Bosques*

*Secundarios y Degradados en Centroamérica* [Archivo PDF].

<https://www.forestryandclimate.com/wp-content/uploads/2017/10/170918-Definition-Forest-Catie-Final-Spanish-version-electronic-version.pdf>

Chaparro, F. (enero- abril 2001). Conocimiento, aprendizaje y capital social como motor de desarrollo. *Ciência da Informação*, 30(1), 19-31  
<http://www.scielo.br/pdf/ci/v30n1/a04v30n1.pdf>

Chase, M. W., Christenhusz, M. J. M., Fay, M. F., Byng, J. W., Judd, W. S., Soltis, D. E., ... y Stevens, P. F. (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181(1), 1-20. <https://doi.org/10.1111/boj.12385>

CITES, U. W. (2017). *The Checklist of CITES Species Website*. Appendices I, II and III valid from 04 April 2017. CITES Secretariat, Geneva, Switzerland. Compiled by UNEPWCMC, Cambridge, UK. Obtenido de <https://cites.org/>

Contraloría departamental del Huila. (1996) *El deterioro de la flora Huilense: informe sobre el estado de los recursos naturales y el medio ambiente 1996*.  
<https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/17709?locale-attribute=en>

Decreto 1768 de 1994 [Presidencia de la República de Colombia]. Por el cual se desarrolla parcialmente el literal h) del artículo 116 en lo relacionado con el establecimiento, organización o reforma de las Corporaciones Autónomas Regionales y de las Corporaciones de régimen especial, creadas o transformadas por la Ley 99 de 1993. 5 de agosto de 1994. D.O. No. 41477.

Decreto 1791 de 1996 [Ministerio del medio ambiente]. Por medio de la cual se establece el régimen de aprovechamiento forestal. 8 de octubre de 1996. D.O. No. 42894.

Decreto 1865 de 1994 [Ministerio del medio ambiente]. Por el cual se regulan los planes regionales ambientales de las Corporaciones Autónomas Regionales y de las de Desarrollo Sostenible y su armonización con la gestión ambiental territorial. 5 de agosto de 1994. D.O. No. 41478.

Decreto 1933 de 1994 [Ministerio del medio ambiente]. Por el cual se reglamenta el artículo 45 de la Ley 99 de 1993. 5 de agosto de 1994. D.O. No. 41478.

Decreto 2811 de 1974 [con fuerza de ley]. Por medio del cual se expide el Código de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. 27 de enero de 1974. D.O. No. 34243.

Del Río, M., Montero, G., Montes, F. y Cañellas, I. (2003). Revisión: Índices de diversidad estructural en masas forestales. *Forest Systems*, 12(1), 159-176.  
<https://185.79.129.77/index.php/IA/article/view/2490>

Díaz Martínez, L. M. (2014). *Caracterización fisonómico-estructural del bosque seco tropical en seis parcelas permanentes en Aipe (Huila) e implementación de prácticas comunitarias para su conservación*. [Tesis de pregrado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]  
<http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/6914/1/D%C3%ADazMart%C3%ADnezLauraMilena2017.pdf>

Díaz, J. M. (2006). *Bosque Seco Tropical Colombia*. Serie Ecológica Banco de Occidente. Cali, Colombia: Banco de Occidente. <https://www.imeditores.com/banocc/seco/cap2.htm>

DRYFLOR. (2016). Plant diversity patterns in neotropical dry forests and their conservation implications. *SCIENCE*. 353 (6306): 1383-1288. DOI: 10.1126/science. aaf5080

- Dueñas, H y Rosero, J. (2019). *Flora de la Ecoreserva La Tribuna, Relicto de Bosque seco Tropical. Huila, Colombia*. Universidad Surcolombiana.
- Dueñas, H. (2014). Flora del Centro de Investigaciones y Educación Ambiental "La Tribuna" (Neiva, Huila, Colombia). En A. Amaya y G. Guitierrez (Eds.), *La Tribuna Reserva natural en zona petrolera del norte del Huila*. Universidad surcolombiana.
- Dueñas, H. (2017). Guías para trabajo en campo y laboratorio. Documento técnico Manuscrito, Universidad Surcolombiana, Neiva, Huila, Colombia. 10 p. [Archivo PDF].
- Durán, H. (2016). Caracterización de diez especies arbóreas nativas con potencial para el establecimiento de sistemas silvopastoriles. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia] <https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/13897/1/12502901.pdf>
- Fahrig, L. (2003). Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 34:487-515. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419>
- Fajardo, L., Rodríguez, J. P., Gonzáles, j., y Briceño-Linares, J. (2013). Restoration of a degraded tropical dry forest in Macanao, Venezuela. *ScienceDirect*. 88(1), 236-243. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2012.08.009>
- Figueroa-C, Y. y Galeano, G. (2007). Lista comentada de las plantas vasculares del enclave seco interandino de la Tatacoa (Huila, Colombia). *Caldasia*, 29(2), 263-265. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/39196/41050>
- Flórez, C., y Chinome, D. (2018). Diseño de un sendero ecológico como estrategia pedagógica para el reconocimiento y conservación del patrimonio natural de la zona rural de Usme.

Tesis de pregrado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas].  
<http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/13963/1/ChinomeMogoll%C3%B3nDahianaAlietta2018.pdf>

García, O. (1992). *What is a diameter distribution? In Proceedings of the Symposium on Integrated Forest Management Information Systems,* 11-29.

[https://www.researchgate.net/publication/266731394\\_What\\_is\\_a\\_diameter\\_distribution](https://www.researchgate.net/publication/266731394_What_is_a_diameter_distribution)

Gentry, A. H. (1982). Patterns of Neotropical plant diversity. *Evolutionary Biology. Springer, Boston, MA.* 15 (Evolutionary Biology), 1–84.  
[https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4615-6968-8\\_1](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4615-6968-8_1)

Gillespie, T. W., Grijalva, A. y Farris, C. N. (2000). Diversity, composition, and structure of tropical dry forest in Central America. *Plant Ecology*, 147(1), 37-47.  
<https://link.springer.com/article/10.1023/A:1009848525399>

Gordon, J.E., Hawthorne, W., Reyes-García, A., Sandoval, G. y Barrance, A.J. (2004). Evaluación de paisajes: un estudio de caso de la diversidad de árboles y arbustos en los bosques tropicales secos estacionalmente de Oaxaca, México y el sur de Honduras. *Conservación biológica*, 117 (4), 429 – 442. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2003.08.011>

Herazo, F., Mercado, J., y Mendoza, H. (2017). Estructura y Composición Florística del Bosque Seco Tropical en los Montes de María (Sucre - Colombia). *Ciencia en Desarrollo* 8(1):71-82. <https://doi.org/10.19053/01217488.v8.n1.2017.5912>

Herbario de la Universidad del Quindío. (2018). Protocolo para el manejo de colección de plantas herbario de la Universidad del Quindío (HUQ). Obtenido de <https://www.uniquindio.edu.co/descargar.php?idFile=19919>

Hernandez, J., Walschburger, T. Ortiz, R. y Hurtado, A. (1992). Sobre origen y distribución de la biota suramericana y colombiana. *Diversidad Biológica de Iberoamérica*. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Instituto de Ecología, Mexico.

Hoekstra, J., Boucher, T., Ricketts, T., y Roberts, C. (2005). Confronting a biome crisis: global disparities of habitat loss and protection. *Ecology Letters*, 8(1), 23-29.  
<http://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2004.00686.x>

Holdridge, L. (1982). *Ecología basada en zonas de vida*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).  
<http://www.cct.or.cr/contenido/wp-content/uploads/2017/11/Ecologia-Basada-en-Zonas-de-Vida-Libro-IV.pdf>

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi). (3 de diciembre de 2021). Sistema de Información Geográfica para la Planeación y Ordenamiento Territorial.  
<https://sigot.igac.gov.co/en/node/51>

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). (1998). *El Bosque seco Tropical (Bs-T) en Colombia: Instituto Alexander von Humboldt Programa de Inventario de la Biodiversidad Grupo de Exploraciones y Monitoreo Ambiental GEMA*,  
<http://media.utp.edu.co/ciebreg/archivos/bosque-seco-tropical/el-bosque-seco-tropical-en-colombia.pdf>

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). (2021). *Bosques secos tropicales en Colombia*.  
<http://www.humboldt.org.co/en/research/projects/developing-projects/item/158-bosques-secos-tropicales-en-colombia>

IUCN. (2019). The IUCN Red List of Threatened Species. version 2019-2. Obtenido de

<https://www.iucnredlist.org/>

Jost L. (2007). Partitioning diversity into independent alpha and beta components. *Ecology*, 88, 2427-2439 <https://doi.org/10.1890/06-1736.1>

Ley 165 de 1994. Por medio de la cual se aprueba el "Convenio sobre la Diversidad Biológica", hecho en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992. 9 de noviembre de 1994. D.O. No. 41589.

Ley 388 de 1997. Por la cual se modifica la Ley 9ª de 1989, y la Ley 3ª de 1991 y se dictan otras disposiciones. 24 de julio de 1997. D.O. No. 43091.

Ley 99 de 1993. Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la Gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA. 22 de diciembre de 1993. D.O. No. 41146.

Linares-Palomino, R., Oliveira-Filho, A. T., y Pennington, R. T. (2011). *Neotropical Seasonally Dry Forests: Diversity, Endemism, and Biogeography of Woody Plants*. In: R. Dirzo, H. S. Young, H. A. Mooney y G. Ceballos, Eds. *Seasonally Dry Tropical Forests: Ecology and Conservation*. Island Press/Center for Resource Economics; p. 23-44.

Llanos Henríquez, F. (2010). *Flora del desierto de la tatacoa municipio de Villavieja (Huila) Colombia*. Neiva, Colombia. Universidad Surcolombiana. Facultad de Ingeniería.

Loetsch, F., Zohrer, F., y Haller, K. (1973). *Forest Inventory*. Munich: BLV Verlagsgesellschaft. <https://catalogue.nla.gov.au/Record/832044>

Lohmann, L.G. (2006). *Untangling the phylogeny of neotropical lianas (Bignoniaceae)*, *American Journal of Botany*. 93(2):304-318. Doi: <https://doi.org/10.3732/ajb.93.2.304>

López, L., Villalba, R., y Peña, M. (2012). Ritmos de crecimiento diamétrico en los bosques secos

- tropicales: aportes al manejo sostenible de los bosques de la provincia biogeográfica del Cerrado Boliviano. *Bosque (Valdivia)*, 33(2), 211-219. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002012000200011>
- Magurran, A. E (1998). *Diversidad biológica y su medición*. Chapman y Hall. <https://doi.org/10.1007/978-94-015-7358-0>
- Management Information Systems –An International Symposium- October 13-18, 1991. Tsukuba, Japan. pp. 11-29. Japan Society of Forest Planning Press.
- Márquez, G., y Guillot, G. (2001). *Ecología y efecto ambiental de embalses. Aproximación con casos colombianos*. Universidad Nacional de Colombia. 218p.
- Martínez, L. J. (2016). *Informe de salida técnica a los departamentos del Huila y Cauca. Corporación Universitaria Autónoma del Cauca*. <http://salidatecnica01.blogspot.com/>
- Martínez, M., E del Rio, R., Flores, A., Martínez, E., Ron, O., y Raya, D. (2012). *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb.: The biotechnological profile of a tropical tree. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 11(5), 385 - 399. <https://www.redalyc.org/pdf/856/85624131001.pdf>.
- Marulanda, L. O., Uribe, A., Velásquez, P., Montoya, M. Á., Idárraga, Á., López, M. C., y López, J. M. (2003). Estructura y composición de la vegetación de un fragmento de bosque seco en San Sebastián, Magdalena (Colombia). I. Composición de plantas vasculares. *Actualidades biológicas*, 25(78), 17-30. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/actbio/article/view/329498>
- Méndez, E. (2012). Revisión del género *Salix* (Salicaceae) en la provincia de Mendoza, Argentina. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo*, 44(2), 157-192. <https://www.redalyc.org/pdf/3828/382837651002.pdf>

- Mendoza-C., H. (1999). Estructura y riqueza florística del bosque seco tropical en la Región Caribe y el Valle del Río Magdalena. *Caldasia*, 21(1), 70-94.  
<http://www.jstor.org/stable/23641565>
- Miles, L., Newton, A.C., DeFries, R.S., Ravilious, C., May, I., Blyth, S., Kapos, V. y Gordon, J.E. (2006). A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *Journal of Biogeography*. 33, 491–505. <http://doi:10.1111/j.1365-2699.2005.01424.x>.
- Minciencias, el Conocimiento es de Todos. (3 de diciembre de 2021). *Colombia, el segundo país más biodiverso del mundo*. [https://minciencias.gov.co/sala\\_de\\_prensa/colombia-el-segundo-pais-mas-biodiverso-del-mundo](https://minciencias.gov.co/sala_de_prensa/colombia-el-segundo-pais-mas-biodiverso-del-mundo)
- Ministerio de Ambiente. (2015). *Guía de inventario de la flora y vegetación*.  
<http://www.minam.gob.pe/patrimonio-natural/wp-content/uploads/sites/6/2013/10/GU%C3%83-A-DE-FLORA-Y-VEGETACI%C3%83%E2%80%9CN.compressed.pdf>
- Mora, Y. A. (2017a). *Informe final del proyecto “Registro florístico y cartográfico del Sendero Parque Bosque Puerto de Momicó, municipio de Hobo, departamento del Huila, Colombia”*. EMGESA y Fundación Humedales.
- Mora, Y. A. (2017b). *Informe final del proyecto “Registro florístico y cartográfico del Sendero Ecológico de Yaguará, municipio de Yaguará, departamento del Huila, Colombia”* EMGESA y Fundación Humedales.
- Moreno, C. E. (2000). *Métodos para medir la biodiversidad*. Volumen 1. Manuales y tesis SEA.  
<http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>
- Mostacedo, B. y Fredericksen, T. (2000). *Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal*. Bolfor. [https://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/PNACL893.pdf](https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNACL893.pdf)

- Mueller-Dombois, D. y H. Ellenberg (1974). Aims and Methods of Vegetation Ecology. *John Wiley y Sons*. [www.geobotany.org/library/pubs/Mueller-Dombois1974\\_AimsMethodsVegEcol\\_ch5.pdf](http://www.geobotany.org/library/pubs/Mueller-Dombois1974_AimsMethodsVegEcol_ch5.pdf)
- Municipio de Yaguará. (1999). *Esquema de Ordenamiento territorial municipal*. Acuerdo No. 031 de 1999. Yaguará, Huila, Colombia. <https://repositoriocdim.esap.edu.co/bitstream/handle/123456789/9699/2544-pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Municipios de Colombia. (2018). *Municipio de Yaguará*. <https://www.municipio.com.co/municipio-Yaguará.html>
- Murphy, P. y Lugo, A. (1986). Ecology of tropical dry forest. *Annals Review of Ecology and Systematics* 17(1): 67-68. Obtenido de [10.1146/annurev.es.17.110186.000435](https://doi.org/10.1146/annurev.es.17.110186.000435).
- Noss, R. (1990). Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical model. *Conservation Biology*, 4(4), 355-364. <https://conbio.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1523-1739.1990.tb00309.x>
- Observatorio de Conflictos Ambientales. (04 de diciembre de 2021). *Conflicto: Hidroeléctrica Betania (CHB) – Instituto Colombiano de Energía Eléctrica-EMGESA – Huila*. Conflictos-ambientales. [https://conflictos-ambientales.net/oca\\_bd/env\\_problems/view/17](https://conflictos-ambientales.net/oca_bd/env_problems/view/17)
- Ordoñez, C. y Rangel, J. (2020). Composición florística y aspectos de la estructura de la vegetación en sistemas agroforestales con cacao (*Theobroma cacao* L. - Malvaceae) en el departamento del Huila, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales*, 44(173),1033-104. [10.18257/raccefyn.1183](https://doi.org/10.18257/raccefyn.1183)
- Otero Álvarez, E., Mosquera Aguirre, L., Silva Castro, G., Guzmán Victoria, J. C., y Montes Veira, S. (2006). Bosque Seco Tropical en Colombia. Obtenido de

<https://www.imatedores.com/banocc/seco/cap6.htm>

Páramo, G. (2003). Composición, heterogeneidad espacial y conectividad de paisajes de las áreas rurales del distrito capital de Bogotá, Colombia. *Arbalezi*, (14)25-71.

<https://perezarbelaezia.jbb.gov.co/index.php/pa/article/view/98/92>

Palacios- Sierra, R. A. (2013). Inventario documentado de represas en Colombia. [Tesis de pregrado, Universidad Militar Nueva Granada]

<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/11360/PalaciosSierraRicardoAndres2013.pdf;jsessionid=9F0E437707BB1A71673A8FEA33984D8E?sequence=1>

Pastrana, J., Lezcano, C. y Muskus, R. (2017). *Análisis estructural de la vegetación arbórea de la vereda La Corocita perteneciente al municipio de Sahagún, departamento de Córdoba, Colombia*. [ Tesis de pregrado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia].

<https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/13828/3/2587910minipdf>

Peralta P., y León J. (2006). *Estudios de caracterización limnológica de los embalses de la provincia de Mendoza. Secretaría de Agricultura Ganadería Pesca y Alimentos; Departamento General de Irrigación Gobierno de Mendoza; Organización de Estados Iberoamericanos Para la Educación Ciencia y Cultura. Provincia de Mendoza, Argentina. 148p.*

Pennington T., P. L. Gwilyn y J. A. Ratter. 2006. An Overview of the plant diversity, biogeography and conservation of neotropical savannas and seasonally dry forest. Pennington T., Gwilyn P. L. y J. A. Ratter (eds.). *Neotropical Savannas and Seasonally Dry Forests. Plant Diversity, Biogeography and Conservation*. (pp. 1- 29). The Systematics Association.

Pizano, C., Gonzales, R., García, H., Isaacs, P., González, M., Piñeros, P. y Ramírez, W. (2014).



<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.09.020>

Ramírez, V. (2012). Análisis y simulación de sistemas: Diámetro en la altura del pecho.

Blogspot. <http:// analisisysimulaciondesistemas.blogspot.com/2012/05/diametro-en-la-altura-del-pecho.html>

Rangel, J. O. y Velázquez, A. (1997). *Método de estudio de la vegetación*. Diversidad Biótica II.

<https://issuu.com/diversidadbiotica/docs/namec752f4>.

Rangel, O. y Lozano, G. (1986). Un perfil de vegetación entre La Plata (Huila) y el Volcán

Puracé. *Caldasia*, 14(68-70), 53-54. DOI: <https://doi.org/10.15446/caldasia>.

Resolución 0470 de 2017 [Ministerio de medio ambiente y desarrollo sostenible]. Por la cual se crea el Programa “Bosques de Paz” y se adoptan otras disposiciones. 28 de febrero de 2017.

Resolución 1051 de 2017 [Ministerio de medio ambiente y desarrollo sostenible]. Por la cual se reglamentan los Bancos de Hábitat consagrados en el Título 9, Parte 2, Libro 2, Capítulo 3 del Decreto 1076 de 2015, y se adoptan otras disposiciones. 20 de junio de 2017.

Resolución 848 de 1996 [Ministerio de medio ambiente]. Por la cual se reglamenta el Numeral 28 del Artículo 5, el Artículo 106 de la Ley 99 de 1993 y se dictan otras disposiciones. 30 de julio de 1996.

Resolución 97 de 2017 [Ministerio de medio ambiente y desarrollo sostenible]. Por la cual se crea el Registro Único de Ecosistemas y Áreas Ambientales y se adoptan otras disposiciones. 24 de enero de 2017.

Restrepo, N. (2006). *Diccionario ambiental*. Ecoe ediciones.

<http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/bitstream/54000/1232/1/Fraume-Diccionario%20ambiental.pdf>

- Rodríguez, G.M, Banda-R, K., Reyes, S.P, y Estupiñán, A.C. (2012). Lista comentada de las plantas vasculares de bosques secos prioritarios para la conservación en los departamentos de Atlántico y Bolívar (Caribe colombiano). *Biota Colombiana*. 13(2), 7-39. Doi: <https://doi.org/10.15472/lugrmb>
- Romero Duque, L. P., Batista Morales, M. F., Vargas Gonzáles, J. A., Jaramillo Luque, V., Balvanera Levy, P., y Moncaleano, A. M. (2015). *Diversidad y servicios ecosistémicos del bosque tropical seco. Cuenca alta del valle del río Magdalena*. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. [https://www.researchgate.net/publication/305392751\\_Diversidad\\_y\\_Servicios\\_Ecosistemas\\_del\\_Bosque\\_Tropical\\_Seco](https://www.researchgate.net/publication/305392751_Diversidad_y_Servicios_Ecosistemas_del_Bosque_Tropical_Seco)
- Romero-Duque, L. P., Rosero-Toro, J. H., Fernández-Lucero, M., Simbaqueba-Gutierrez, A., y Pérez, C. (2019). Trees and shrubs of the tropical dry forest of the Magdalena river upper watershed (Colombia). *Biodiversity data journal*, 7, e36191. <https://doi.org/10.3897/BDJ.7.e36191>
- Rosero-Toro, J. H., Romero-Duque, L. P., Santos-Fita, D., y Ruan-Soto, F. (2018). Importancia cultural de la flora de un bosque seco tropical en la vereda El Doche (Villavieja, Huila, Colombia). *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 14, 22 (2018): 2-16. <https://doi.org/10.1186/s13002-018-0220-0>
- Salmerón López, Arturo, Geadá López, Gretel, y Fagil de Espinoza, María del Carmen. (2017). Propuesta de un índice de diversidad funcional: Aplicación a un bosque semidecíduo micrófilo de Cuba Oriental. *Bosque (Valdivia)*, 38(3), 457-466. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002017000300003>
- Sánchez, J. (2021). Hobo: Ciudad cosmopolita del Huila, amiga y servidora. <https://es.calameo.com/books/00010119508934ee740c7>

- Sanmartín-S, D.R., Angarita-H, D.F. y Mercado-G, J.D. (2016). Estructura y composición florística del bosque seco tropical de Sanguaré-Sucre (Colombia). *Ciencia en Desarrollo*. 7(2);43-56. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/cide/v7n2/v7n2a04.pdf>
- Santana Alvarado, L. (2017). *Incidencia de especies introducidas en la composición florística: análisis de una unidad de vegetación con presencia de guayabo en el sector Cerro Mesa, Isla Santa Cruz, Galápagos*. Tesis de pregrado, Universidad Central de Ecuador].<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/11408/1/T-UCE-0017-CB008-2017.pdf>
- Sarmiento, G. (1975). The Dry Plant Formations of South America and Their Floristic Connections. *Journal of Biogeography*, 2(4), 233–251. <https://doi.org/10.2307/3037998>
- Serrano, J., Andrade, H. y Mora-Delgado, J. (2014). Caracterización de la cobertura arbórea en una pastura del trópico seco en Tolima, Colombia. *Agronomía Mesoamericana*, 25(1), 99-110. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v25n1/a10v25n1.pdf>
- Soler, P., Berroterán, J., José L. Gil, J., y Rafael A. Acosta, R. (2012). Índice valor de importancia, diversidad y similitud florística de especies leñosas en tres ecosistemas de los llanos centrales de Venezuela. *Agronomía Tropical*, 62, 1-4  
[https://www.researchgate.net/publication/290436874\\_Indice\\_valor\\_de\\_importancia\\_diversidad\\_y\\_similitud\\_floristica\\_de\\_especies\\_lenosas\\_en\\_tres\\_ecosistemas\\_de\\_los\\_llanos\\_centrales\\_de\\_Venezuela](https://www.researchgate.net/publication/290436874_Indice_valor_de_importancia_diversidad_y_similitud_floristica_de_especies_lenosas_en_tres_ecosistemas_de_los_llanos_centrales_de_Venezuela)
- Straskraba, M., Tundisi J., y Duncan A. (1993). *Comparative reservoir limnology and water quality management*. Dordrecht, Kluwe Academic Publishers. 292p.  
<https://pdfroom.com/books/comparative-reservoir-limnology-and-water-quality-management/9ZdYJ41ngV4>.

- The Plant List (2013). Version 1.1. Obtenido de [www.theplantlist.org](http://www.theplantlist.org).
- Thornton K., Kimmel B., y Payne F. (1990). *Reservoir Limnology: Ecological Perspectives*. John Wiley & Sons, Inc. Canada. 246p.
- Torres, A., Bautista, J., Cárdenas, M., Vargas, J., Londoño, V., Rivera, K., Home, H., Duque, O. y González, A. (2012). Dinámica sucesional de un fragmento de bosque seco tropical del valle del Cauca, Colombia. *Biota Colombiana*, 13(2), 66-85. [http://www.humboldt.org.co/images/Atlas%20de%20paramos/Biota13\(2\)-Bosque\\_Seco.pdf](http://www.humboldt.org.co/images/Atlas%20de%20paramos/Biota13(2)-Bosque_Seco.pdf)
- Tropicos. (2019). Missouri Botanical Garden. Obtenido de <https://www.tropicos.org/>
- UICN. (2012). Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1. Segunda edición. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido: UICN. 34pp.
- Vanegas Galindo, A. S. (2018) *Cambios en los conflictos ambientales generados por la construcción de las Centrales Hidroeléctricas de Betania y El Quimbo*. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias Económicas, Instituto de Estudios Ambientales, Bogotá, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/63714/53080771.2018.pdf>
- Vargas, W. (2015). Una breve descripción de la vegetación, con especial énfasis en las pioneras intermedias de los bosques de La Jagua, en la cuenca alta del Río Magdalena en el Huila. *Colombia Forestal*, 18(1):47-70. <https://www.redalyc.org/pdf/4239/423939622005.pdf>
- Villareal, H. M., Álvarez, M., Córdoba-Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, H., Mendoza, M., Ospina, y Umaña, A. M. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de investigación de recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

<http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/31419/63.pdf?sequence=1>

Von Gadow, K., y Hui, G. (1999). *Modelling forest development* (1ª ed., Vol. 57, pp 213).

Springer Science y Business Media. <https://doi.org/10.1007/978-94-011-4816-0>

Williams, G., Manson, R., y Vera, E. (2002). La fragmentación del bosque mesófilo de montaña y patrones de uso del suelo en la región oeste de Xalapa, Veracruz, México. *Madera y Bosques*, 8(1), 73-89. <https://www.redalyc.org/pdf/617/61789906.pdf>

Zúñiga, G. y Avelino, H. (2016). *Sucesión de la estructura vegetal y su influencia en la diversidad florística en el bosque protector Murocomba*. [Tesis de maestría, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/1724/1/T-UTEQ-0019.pdf>

**ANEXOS**

<b>FAMILIA / GÉNERO</b>	<b>ESPECIE</b>	<b>NOMBRE COMÚN</b>	<b>SITIO *</b>	<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	<b>ORIGEN</b>
<b>ACANTHACEAE</b>					
<i>Trichanthera</i>	<i>Trichanthera gigantea</i> (Humb. & Bonpl.) Nees	Cuchiyuyo2 1	Y	Preocupación menor	Nativa
<b>ANACARDIACEAE</b>					
<i>Anacardium</i>	<i>Anacardium excelsum</i> (Kunth) Skeels	Caracolí	Y / H	Casi Amenazada	Nativa
<i>Astronium</i>	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Diomate / Gusanillo	Y	No Evaluada	Nativa
<i>Mangifera</i>	<i>Mangifera indica</i> L.	Mango	H	No Evaluada	Cultivada
<i>Spondias</i>	<i>Spondias mombin</i> L.	Ciruelo / Hobo / Ciruelo de Monte	Y / H	No Evaluada	Nativa y Cultivada
<b>ANNONACEAE</b>					

<i>Annona</i>	<i>Annona muricata</i> L.	Guanábano / Guanábana	Y / H	No Evaluada	Nativa
	<i>Annona mucosa</i> Jacq.	Anón Silvestre	Y	No Evaluada	Nativa
APOCYNACEAE					
<i>Stemmadenia</i>	<i>Stemmadenia grandiflora</i> (Jacq.) Miers	Huevas de marrano / Huevas de Perro	Y / H	No Evaluada	Nativa
ASTERACEAE					
<i>Tessaria</i>	<i>Tessaria integrifolia</i> Ruiz & Pav.	Sauce de Playa / Aliso	H	No Evaluada	Nativa
<i>Vernonanthura</i>	<i>Vernonanthura patens</i> (Kunth) H.Rob.	Varejón	Y	No Evaluada	Nativa
BIGNONIACEAE					
<i>Crescentia</i>	<i>Crescentia cujete</i> L.	Totumo	Y	Preocupación Menor	Nativa y Cultivada
<i>Handroanthus</i>	<i>Handroanthus guayacan</i> (Seem.)	Guayacán	H	No Evaluada	Nativa
<i>Jacaranda</i>	<i>Jacaranda caucana</i> Pittier	Gualanday	Y / H	Preocupación Menor	Nativa

	<i>Jacaranda obtusifolia</i> Bonpl.	Gualanday	H	No Evaluada	Nativa
<i>Tabebuia</i>	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) A.DC.	Ocobo	Y / H	Preocupación Menor	Nativa y Cultivada
<i>Tecoma</i>	<i>Tecoma stans</i> (L.) Kunth	Fresno	H	Preocupación Menor	Nativa y Cultivada
BURSERACEAE					
<i>Bursera</i>	<i>Bursera tomentosa</i> (Jacq.) Triana & Planch	Tatamaco / Ciruelo Silvestre	H	No Evaluada	Nativa
EUPHORBIACEAE					
<i>Croton</i>	<i>Croton lechleri</i> Müll.Arg.	<i>Croton lechleri</i> Müll.Arg.	Y	No Evaluada	Nativa
FABACEAE					
<i>Bauhinia</i>	<i>Bauhinia picta</i> (Kunth) DC.	Pata de vaca / Pezuña	Y / H	No Evaluada	Nativa y Cultivada
<i>Cassia</i>	<i>Cassia fistula</i> L.	Lluvia de Oro	Y	No Evaluada	Nativa y Cultivada
<i>Chloroleucon</i>	<i>Chloroleucon mangense</i> (Jacq.) Britton & Rose	Angarillo / Raspayuco	Y / H	No Evaluada	Nativa

<i>Dalbergia</i>	<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	Barbacobo	H	No Evaluada	Nativa
<i>Delonix</i>	<i>Delonix regia</i> (Hook.) Raf.	Acacia Roja / Verdenazo	H	No Evaluada	Cultivada
<i>Enterolobium</i>	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	Orejero / Oreja de Mico	Y / H	No Evaluada	Nativa y Cultivada
<i>Erythrina</i>	<i>Erythrina fusca</i> Lour.	Cachingo / Cambulo	Y / H	Preocupación Menor	Nativa
<i>Gliricidia</i>	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Walp.	Matarratón	Y	No Evaluada	Cultivada
<i>Leucaena</i>	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Leucaena / Carbonero / Carbonero Blanco	Y / H	Preocupación Menor	Cultivada
<i>Machaerium</i>	<i>Machaerium capote</i> Dugand	Capote / Siete Cueros	Y / H	Preocupación Menor	Nativa
<i>Pithecellobium</i>	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Payandé	Y / H	Preocupación Menor	Nativa y Cultivada
<i>Pseudosamanea</i>	<i>Pseudosamanea guachapele</i> (Kunth) Harms	Iguá	Y / H	No Evaluada	Nativa
<i>Platymiscium</i>	<i>Platymiscium pinnatum</i> (Jacq.) Dugand	Cobre	H	No Evaluada	Nativa

<i>Samanea</i>	<i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr.	Samán	Y / H	No Evaluada	Nativa y Cultivada
<i>Senna</i>	<i>Senna reticulata</i> (Willd.) H.S.Irwin & Barneby	Dorancé / Cañafistol / Cañañola	Y / H	Preocupación Menor	Nativa
	<i>Senna siamea</i> (Lam.) H.S.Irwin & Barneby	Acacio Amarillo / Cañafistol / Lengua de Vaca	Y / H	No Evaluada	Cultivada
	<i>Senna spectabilis</i> (DC.) H.S.Irwin & Barneby	Vainillo / Cañafistol	Y / H	Preocupación Menor	Nativa
<i>Vachellia</i>	<i>Vachellia farnesiana</i> (L.) Wight & Arn.	Pelá	Y / H	No Evaluada	Nativa y Cultivada
<i>Zygia</i>	<i>Zygia longifolia</i> (willd.) Britton & Rose	Carbón	Y / H	Preocupación Menor	Nativa
LAURACEAE					
<i>Endlicheria</i>	<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J.F.Macbr.	Laurel	Y	No Evaluada	Nativa
MALPIGHIACEAE					
<i>Bunchosia</i>	<i>Bunchosia nitida</i> (Jacq.) A.Rich.	Ciruelo Cimarrón / Guayabito 1	Y	No Evaluada	Nativa y Cultivada

	<i>Bunchosia pseudonitida</i> Cuatrec.	Ciruelo Cimarrón / Guayabito 2	Y	No Evaluada	Nativa
<i>Malpighia</i>	<i>Malpighia glabra</i> L.	Cerezo	Y	No Evaluada	Nativa y Cultivada
MALVACEAE					
<i>Ceiba</i>	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Ceiba / Ceibo	Y / H	No Evaluada	Nativa y Cultivada
<i>Guazuma</i>	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Guásimo	Y / H	Preocupación Menor	Nativa
<i>Pseudobombax</i>	<i>Pseudobombax millei</i> (Standl.) A.Robyns	Ceibo colorado / Ceiba	H	No Evaluada	Nativa
MELIACEAE					
<i>Guarea</i>	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Bilibil	Y	Preocupación Menor	Nativa
<i>Trichilia</i>	<i>Trichilia martiana</i> C.DC.	Cedrillo	Y	Preocupación Menor	Nativa
	<i>Trichilia moschata</i> Sw		Y	No Evaluada	Nativa
MORACEAE					

<i>Ficus</i>	<i>Ficus insipida</i> Willd.	Caucho Higuerón /	Y	No Evaluada	Nativa
	<i>Ficus pallida</i> Vahl	Caucho Menudo / Caucho	Y / H	No Evaluada	Nativa
<i>Maclura</i>	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) Steud.	Dinde	Y / H	Preocupación Menor	Nativa
MUNTINGIACEAE					
<i>Muntingia</i>	<i>Muntingia calabura</i> L.	Chicható	Y	Preocupación Menor	Nativa
MYRTACEAE					
<i>Eugenia</i>	<i>Eugenia florida</i> DC.	Arrayán / Guayabillo 1	Y	No Evaluada	Nativa
	<i>Eugenia monticola</i> (Sw.) DC.	Arrayán / Guayabillo 2	Y / H	No Evaluada	Nativa
	<i>Eugenia procera</i> (Sw.) Poir.	Arrayán	Y / H	No Evaluada	Nativa
<i>Psidium</i>	<i>Psidium guajava</i> L.	Guayabo / Guayaba	H	No Evaluada	Cultivada
NYCTAGINACEAE					
<i>Neea</i>	<i>Neea cf. parviflora</i>	Mono	Y	No Evaluada	Nativa

PICRAMNIACEAE					
<i>Picramnia</i>	<i>Picramnia latifolia</i> Tul.	Coralito	Y	No Evaluada	Nativa
PIPERACEAE					
<i>Piper</i>	<i>Piper arboreum</i> Aubl.	Cordoncillo	Y	Preocupación Menor	Nativa
RUBIACEAE					
<i>Chomelia</i>	<i>Chomelia tenuiflora</i> Benth.	Cacho de Venado	Y / H	No Evaluada	Nativa
<i>Coutarea</i>	<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K.Schum.	Chaparrito	Y	Preocupación Menor	Nativa
<i>Genipa</i>	<i>Genipa americana</i> L.	Jagüito	Y	Preocupación Menor	Nativa
<i>Machaonia</i>	<i>Machaonia acuminata</i> Humb. & Bonpl.	Cacho de Venado	H	No Evaluada	Nativa
<i>Pagamea</i>	<i>Pagamea coriacea</i> Benth.	Madroño Silvestre / Madroño Montano / Caimo Montano	H	No Evaluada	Nativa

<i>Randia</i>	<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	Cacho de Venado / Cruceto	Y	Preocupación Menor	Nativa
RUTACEAE					
<i>Zanthoxylum</i>	<i>Zanthoxylum rigidum</i> Willd.	Tachuelo / Tachuela	H	No Evaluada	Nativa
SALICACEAE					
<i>Casearia</i>	<i>Casearia corymbosa</i> Kunth	Varazón / Varajón / Varejón	Y / H	No Evaluada	Nativa
<i>Hasseltia</i>	<i>Hasseltia guatemalensis</i> Warb.	Huesito	Y	No Evaluada	Nativa
<i>Salix</i>	<i>Salix humboldtiana</i> Willd.	Sauce / Palo de Agua	H	No Evaluada	Nativa y Cultivada
SAPINDACEAE					
<i>Allophylus</i>	<i>Allophylus psilospermus</i> Radlk.	Maíz Tostado	H	No Evaluada	Nativa
<i>Cupania</i>	<i>Cupania latifolia</i> Kunth	Guacharaco	Y	No Evaluada	Nativa
<i>Melicoccus</i>	<i>Melicoccus bijugatus</i> Jacq.	Mamoncillo	Y / H	No Evaluada	Nativa y Cultivada

<i>Sapindus</i>	<i>Sapindus saponaria</i> L.	Chambimbe / Chambimba	Y / H	No Evaluada	Nativa
SCHOEPFIACEAE					
<i>Schoepfia</i>	<i>Schoepfia schreberi</i> J.F.Gmel.		H	No Evaluada	Nativa
URTICACEAE					
<i>Cecropia</i>	<i>Cecropia peltata</i> L.	Yarumo / Guarumo	Y	Preocupación Menor	Nativa

**Anexo 1.** Listado de especies arbóreas presentes en el Sendero Ecológico de Yaguará (Y) y Sendero Parque Bosque Puerto de Momico, Hobo (H), Huila, Colombia, con información del Estado de conservación y origen.

Área	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Dominancia Absoluta	Dominancia Relativa	IVI
1	Fabaceae	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	Iguá	13	22,03	80	12,9	2,985	53,01	87,94
	Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>	Dinde	8	13,56	60	9,68	0,159	2,82	26,06
	Moraceae	<i>Ficus insipida</i>	Caucho / Higuerón	2	3,39	40	6,45	0,724	12,86	22,7
	Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guásimo	5	8,47	20	3,23	0,215	3,81	15,51
	Fabaceae	<i>Samanea saman</i>	Samán	2	3,39	40	6,45	0,29	5,15	15
	Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i>	Chambimbe	5	8,47	20	3,23	0,165	2,92	14,62
	Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i>	Bilibil	4	6,78	40	6,45	0,035	0,62	13,85
	Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	2	3,39	40	6,45	0,143	2,54	12,38

Fabaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Orejero	2	3,39	20	3,23	0,233	4,14	10,76
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucaena/Carbonero Blanco	4	6,78	20	3,23	0,006	0,11	10,11
Salicaceae	<i>Casearia corymbosa</i>	Varazón	2	3,39	40	6,45	0,007	0,12	9,96
Apocynaceae	<i>Stemmadenia grandiflora</i>	Huevas de marrano	2	3,39	40	6,45	0,004	0,07	9,92
Fabaceae	<i>Erythrina fusca</i>	Cachingo	1	1,69	20	3,23	0,258	4,58	9,5
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i>	Diomate	1	1,69	20	3,23	0,214	3,8	8,72
Anacardiaceae	<i>Anacardium excelsum</i>	Caracolí	1	1,69	20	3,23	0,107	1,9	6,82
Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i>	Ciruelo	1	1,69	20	3,23	0,08	1,41	6,33
Fabaceae	<i>Chloroleucon mangense</i>	Angarillo	1	1,69	20	3,23	0,003	0,05	4,97

	Annonaceae	<i>Annona muricata</i>	Guanábano	1	1,69	20	3,23	0,002	0,04	4,96
	Sapindaceae	<i>Melicoccus bijugatus</i>	Mamoncillo	1	1,69	20	3,23	0,002	0,03	4,95
	Myrtaceae	<i>Eugenia florida</i>	Arrayán	1	1,69	20	3,23	0	0,01	4,93
				59	100	620	100	5,63	100	300
2	Fabaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Orejero	12	18,75	40	7,69	2,762	43,49	69,93
	Fabaceae	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	Iguá	10	15,63	60	11,54	1,596	25,14	52,3
	Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>	Dinde	7	10,94	80	15,38	0,085	1,35	27,67
	Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guásimo	7	10,94	20	3,85	0,588	9,26	24,05
	Apocynaceae	<i>Stemmadenia grandiflora</i>	Huevas de marrano	6	9,38	40	7,69	0,026	0,42	17,48
	Fabaceae	<i>Machaerium capote</i>	Capote	5	7,81	20	3,85	0,239	3,77	15,43

Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i>	Diomate	2	3,13	40	7,69	0,075	1,18	12
Moraceae	<i>Ficus insipida</i>	Caucho / Higuierón	1	1,56	20	3,85	0,41	6,46	11,87
Fabaceae	<i>Erythrina fusca</i>	Cachingo	2	3,13	20	3,85	0,211	3,33	10,3
Moraceae	<i>Ficus pallida</i>	Caucho menudo	1	1,56	20	3,85	0,177	2,78	8,19
Meliaceae	<i>Trichilia moschata</i>		2	3,13	20	3,85	0,064	1,01	7,98
Fabaceae	<i>Bauhinia picta</i>	Pata de vaca	2	3,13	20	3,85	0,009	0,15	7,12
Myrtaceae	<i>Eugenia florida</i>	Arrayán	3	4,69	40	7,69	0,003	0,04	12,42
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	1	1,56	20	3,85	0,066	1,04	6,45
Sapindaceae	<i>Cupania latifolia</i>	Guacharaco	1	1,56	20	3,85	0,005	0,08	5,49
Anonaceae	<i>Annona muricata</i>	Guanábano	1	1,56	20	3,85	0,002	0,03	5,44

	Rubiaceae	<i>Chomelia tenuiflora</i>	Cacho venado de	1	1,56	20	3,85	0,001	0,02	5,43
				64	100	520	100	6,32	100	300
3	Fabaceae	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	Iguá	16	20,78	100	14,71	2,7	57,91	93,4
	Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>	Dinde	14	18,18	100	14,71	0,224	4,81	37,7
	Fabaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Orejero	3	3,9	40	5,88	1,014	21,74	31,52
	Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i>	Diomate	14	18,18	40	5,88	0,021	0,45	24,52
	Apocinaceae	<i>Stemmadenia grandiflora</i>	Huevas de marrano	4	5,19	60	8,82	0,024	0,52	14,54
	Rubiaceae	<i>Chomelia tenuiflora</i>	Cacho venado de	6	7,79	40	5,88	0,028	0,6	14,27
	Euphorbiaceae	<i>Croton lechleri</i>	Sangregado	4	5,19	60	8,82	0,004	0,09	14,11
	Salicaceae	<i>Casearia corymbosa</i>	Varazón	5	6,49	40	5,88	0,031	0,66	13,04

Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i>	Chambimbe	1	1,3	20	2,94	0,285	6,12	10,36
Annonaceae	<i>Annona muricata</i>	Guanábano	2	2,6	40	5,88	0,018	0,39	8,87
Fabaceae	<i>Samanea saman</i>	Samán	1	1,3	20	2,94	0,165	3,54	7,78
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	2	2,6	20	2,94	0,07	1,51	7,05
Fabaceae	<i>Machaerium capote</i>	Capote	1	1,3	20	2,94	0,06	1,29	5,53
Rubiaceae	<i>Coutarea hexandra</i>	chaparrito	1	1,3	20	2,94	0,01	0,21	4,45
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guásimo	1	1,3	20	2,94	0,005	0,1	4,34
Fabaceae	<i>Chloroleucon mangense</i>	Angarillo	1	1,3	20	2,94	0,001	0,03	4,27
Sapindaceae	<i>Melicoccus bijugatus</i>	Mamoncillo	1	1,3	20	2,94	0,001	0,02	4,26
			77	100	680	100	4,66	100	300

4	Fabaceae	<i>Erythrina fusca</i>	Cachingo	28	52,83	80	25	14,498	93,022	170,85
	Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i>	Ocobo	6	11,32	40	12,5	0,122	0,786	24,61
	Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i>	Bilibil	3	5,66	40	12,5	0,019	0,12	18,28
	Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i>	Chambimbe	3	5,66	40	12,5	0,004	0,024	18,18
	Fabaceae	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	Iguá	4	7,55	20	6,25	0,55	3,528	17,32
	Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>	Dinde	3	5,66	20	6,25	0,084	0,537	12,45
	Moraceae	<i>Ficus insipida</i>	Caucho / Higuerón	2	3,77	20	6,25	0,175	1,121	11,14
	Fabaceae	<i>Zygia longifolia</i>	Carbón	2	3,77	20	6,25	0,013	0,084	10,11
	Fabaceae	<i>Senna reticulata</i>	Dorancé	1	1,89	20	6,25	0,118	0,756	8,89
	Salicaceae	<i>Casearia corymbosa</i>	Varazón	1	1,89	20	6,25	0,004	0,024	8,16

				53	100	320	100	15,59	100	300
5	Fabaceae	<i>Samanea saman</i>	Samán	19	29,23	80	15,38	2,642	36,59	81,21
	Fabaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Orejero	11	16,92	60	11,54	1,73	23,96	52,42
	Fabaceae	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	Iguá	5	7,69	60	11,54	1,543	21,36	40,6
	Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>	Dinde	10	15,38	80	15,38	0,465	6,44	37,21
	Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i>	Bilibil	6	9,23	60	11,54	0,015	0,2	20,97
	Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i>	Ocobo	2	3,08	40	7,69	0,062	0,85	11,62
	Fabaceae	<i>Senna siamea</i>	Acacio amarillo	3	4,62	20	3,85	0,223	3,09	11,55
	Fabaceae	<i>Erythrina fusca</i>	Cachingo	1	1,54	20	3,85	0,341	4,72	10,1
	Picramnia	<i>Picramnia latifolia</i>	Coralito	3	4,62	20	3,85	0,005	0,07	8,53

	Bignoniaceae	<i>Jacaranda caucana</i>	Gualanday	2	3,08	20	3,85	0,11	1,53	8,45
	Anacardiaceae	<i>Anacardium excelsum</i>	Caracolí	1	1,54	20	3,85	0,076	1,06	6,44
	Malpighiaceae	<i>Malpighia glabra</i>	Cerezo	1	1,54	20	3,85	0,005	0,07	5,45
	Annonaceae	<i>Annona muricata</i>	Guanábano	1	1,54	20	3,85	0,004	0,06	5,44
				65	100	520	100	7,22	100	300
6	Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>	Dinde	8	16	60	11,11	0,652	13,64	40,75
	Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guásimo	6	12	40	7,41	0,892	18,66	38,07
	Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>	Payandé	6	12	40	7,41	0,759	15,87	35,28
	Fabaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Orejero	4	8	40	7,41	0,519	10,85	26,25
	Bignoniaceae	<i>Jacaranda obtusifolia</i>	Gualanday	5	10	60	11,11	0,231	4,83	25,95

Fabaceae	<i>Samanea saman</i>	Samán	3	6	40	7,41	0,548	11,46	24,87
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	4	8	40	7,41	0,378	7,91	23,32
Fabaceae	<i>Senna spectabilis</i>	Vainillo	2	4	20	3,7	0,425	8,9	16,6
Bignoniaceae	<i>Jacaranda caucana</i>	Gualanday	2	4	40	7,41	0,136	2,85	14,25
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rigidum</i>	Tachuelo	3	6	40	7,41	0,024	0,51	13,91
Rubiaceae	<i>Chomelia tenuiflora</i>	Cacho de venado	2	4	20	3,7	0,032	0,68	8,38
Fabaceae	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	Iguá	1	2	20	3,7	0,127	2,66	8,37
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucaena	1	2	20	3,7	0,023	0,49	6,19
Fabaceae	<i>Platymiscium pinnatum</i>	Cobre	1	2	20	3,7	0,015	0,31	6,01
Myrtaceae	<i>Eugenia procera</i>	Arrayán	1	2	20	3,7	0,013	0,28	5,98

	Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i>	Ocobo	1	2	20	3,7	0,006	0,12	5,82
				50	100	540	100	4,78	100	300

*Anexo 2. Datos análisis estructural de las especies registradas en el Sendero Ecológico de Yaguará (Y) y Sendero Parque Bosque Puerto de Momicó, Hobo (H), Huila, Colombia*