

**COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA FLORÍSTICA DE UN REMANENTE DE
BOSQUE RIPARIO EN LA VEREDA LAS HUACAS, TIMBIO (CAUCA).**



JULIAN ANDRES ECHEVERRY TALAGA

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
POPAYÁN
2022**

**COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA FLORÍSTICA DE UN REMANENTE DE
BOSQUE RIPARIO, EN LA VEREDA LAS HUACAS, TIMBIO (CAUCA).**

**TRABAJO DE GRADO, MODALIDAD INVESTIGACIÓN, COMO REQUISITO
PARA OPTAR AL TÍTULO DE BIÓLOGO**

JULIAN ANDRES ECHEVERRY TALAGA

Director:

**Ph.D Diego Jesus Macias Pinto
Profesor Departamento de Biología**

Asesor:

**Rafael Rosero Campo
Biólogo, Universidad del Cauca**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
POPAYÁN
2021**

Nota de aceptación

Director: _____

Ph.D Diego Jesus Macias Pinto

Jurado: _____

Ph.D. Olga Lorena Cortes Ceballos

Jurado: _____

Esp. Giovanni Varona Balcázar

Lugar y fecha de sustentación: Popayán, 10 de diciembre de 2021

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, doy gracias a Dios en Cristo Jesús nuestro Padre, por darme su aliento, ser mi luz y mi guía, siento tu amor cada día al amanecer y al atardecer. Gracias por tus cuidados...gracias por fijar tus ojos en mi...

A mi madre por el esfuerzo que hizo, por su constante lucha de sacarnos adelante, para que un día sus hijos tengan mejores oportunidades, que a ella le fueron arrebatados, a mis hermanas y sobrina por su aliento, ayuda y comprensión que me brindaron para finalizar esta Tesis.

A mis Tíos por su apoyo incondicional y sus consejos que forjaron mi vida a ser mejor cada día. Dios les bendiga.

Agradecer a la Universidad Del Cauca y a la Carrera de Biología, por la enseñanza impartida en sus aulas por el plantel docente por ser parte de mi formación como profesional, para ser un bien de la sociedad.

Al Biólogo Rafael Rosero, Asesor del presente proyecto quien con su apoyo, guio para direccionar y culminar el trabajo en el que se representa toda esta formación.

Agradezco al profesor Diego Jesús Macías Pinto Director, que con sus consejos y conocimiento hicieron posible el finalizar este trabajo por la increíble paciencia que me tuvo, sus aportes y críticas tan valiosas, Gracias.

En general a todos los que se vieron involucrados con este trabajo, les agradecemos profundamente por su apoyo y compromiso.

Finalmente agradecer a mis compañeros y amigos de la Carrera de Biología, compartir su amistad en los buenos y malos momentos. ¡Dios les Bendiga!!

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCION	1
2. MARCO TEORICO	2
2.1. Bosque Subandino	2
2.2. Bosque ripario	3
2.3. Comunidad vegeta	3
2.4. Estructura de la vegetación	3
2.5. Estructura horizontal	3
2.6. Estructura vertical	4
2.7. Inventario de biodiversidad	4
2.8. Perfiles de vegetación	4
2.9. Transectos	4
3. ANTECEDENTES	5
4. OBJETIVOS	8
4.1. Objetivo general	8
4.2. Objetivos específicos	8
5. AREA DE ESTUDIO	8
5.1. Área de estudio	8
5.2. Geomorfología	10
5.3. Hidrografía	10
5.4. Climatología	11
6. MATERIALES Y METODOS	11
6.1. Colecciones generales de plantas	11
6.2. Muestreo de plantas leñosas	12

6.3.	Tratamiento de la información	12
6.3.1.	Estructura vertical o estratificación	12
6.3.2.	Diámetro a la altura del pecho (DAP)	13
6.3.3.	Análisis estructural	13
6.4.	Perfiles de vegetación	14
6.5.	Índices de diversidad	14
7.	RESULTADOS Y DISCUSION	15
7.1.	Aspectos generales	15
7.2.	Composición florística	16
7.3.	Estructura	20
7.4.	Índices de diversidad	27
8.	CONCLUSIONES	28
9.	RECOMENDACIONES	29
10.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	30
Anexos		36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Ubicación geográfica finca El Rastrojo, Vereda las Huacas, Timbio - Cauca	9
Figura 2.	Representación del método de muestreo de plantas leñosas	12
Figura 3.	Número de especies, géneros y familias por taxón, registradas en la finca El Rastrojo	17
Figura 4.	Relación géneros y especies de las familias más diversas de Magnoliophytas en la finca El Rastrojo	18

Figura 5. Relación géneros y especies de las familias más diversas de Magnoliophytas en la finca El Rastrojo	19
Figura 6. Índice de valor de importancia para las especies más importantes en un bosque ripario en la finca El Rastrojo	21
Figura 7. Perfil idealizado de la estructura vertical, del relicto boscoso de la finca El Rastrojo	21
Figura 8. Especies con valores de densidad relativa más altos en la finca El Rastrojo	23
Figura 9. Familias mejor representadas en cuanto a número de individuos en el fragmento de bosque ripario finca El Rastrojo.	24
Figura 10. Distribución de clases diamétricas por individuos en la finca El Rastrojo	25

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Intervalos de clases diamétricas para especies con DAP \leq 6,5 cm	26
Tabla 2. Índices de diversidad encontrados en el remanente de bosque ripario, finca El Rastrojo	27
Tabla 3. Magnoliophytas registradas en la finca El Rastrojo	32
Tabla 4. Monilophytas y Licophytas registradas en la finca El Rastrojo	35
Tabla 5. Variables fisiológicas para plantas vasculares en la finca El Rastrojo	36

RESUMEN

Se caracterizó la estructura y composición florística del remanente boscoso ubicado en la finca El Rastrojo, Timbío (Cauca). El inventario florístico realizado mediante colecta libre tanto en el bosque como en el área de transición al cultivo de café, permitió registrar 101 especies pertenecientes a 91 géneros y 51 familias. En Magnoliophyta se registraron 86 especies, distribuidas en 77 géneros y 39 familias; las familias más diversas fueron Asteraceae (8 especies/8 géneros), Rubiaceae (8/6) y Lamiaceae (4/3). En Monilophytas y Licophytas se reconocieron 16 especies, 14 géneros y 12 familias. Siendo Polypodiaceae (4 especies /3 géneros), la familia con mayor riqueza. La diversidad de especies se estimó con los índices de Shannon Winner (2,99) y Simpson (0,93), los cuales mostraron alta riqueza de especies y diversidad florística. Para determinar la estructura se muestrearon todos los individuos con DAP $\geq 2,5$ cm en 10 bandas de 50 x 2 m, hallándose 403 individuos de plantas vasculares pertenecientes a 32 especies, 27 géneros y 20 familias. La estructura del bosque presentó una distribución diamétrica en forma de "*J invertida*", la cual expresa la dinámica sucesional secundaria del bosque; se reconocieron 3 estratos: herbáceo, arbustivo y arbóreo. El estrato arbustivo fue el dominante con un elevado número de especies; *Alchornea latifolia*, *Cecropia angustifolia* y *Nectandra acutifolia* fueron las especies con mayor dominancia e índice de valor de importancia en el bosque ripario.

Palabras clave: Bosque subandino, índices de diversidad, Licophyta, Magnoliophyta, Monilophyta, perfil de vegetación, riqueza de especies.

1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas es notable el interés por la conservación de la diversidad biológica como uno de los objetivos de la gestión forestal (Hernández & Jiménez, 2016), ya que los bosques son los ecosistemas terrestres más importantes del planeta por su extensión, su complejidad ecológica, biodiversidad y endemismo; además que desempeñan funciones ambientales de gran importancia a distintas escalas (Ruiz *et al.*, 2007); desde una perspectiva histórica es necesario encontrar un equilibrio entre conservación y uso de los bosques ya que de esta forma se garantizará la contribución de los múltiples beneficios que generan estos sistemas a los componentes ambiental, social y económico de un territorio (FAO, 2012).

En Colombia los bosques subandinos aún persisten pequeñas áreas boscosas que son un reflejo de la vegetación existente y que contribuyen en cierta medida al mantenimiento de la biodiversidad; por esta razón, es preciso realizar estudios de la flora de dichas áreas que permitan en un futuro diseñar estrategias para su conservación (Bolaños *et al.*, 2010).

Es importante ver a los bosque subandinos de una forma diferente a la de servir como hábitat de asentamientos humanos y de proveer materias primas como madera, resinas, cortezas y semillas, estos a su vez, contribuyen al desarrollo económico y social del país, y prestan otros importantes servicios ambientales como ser hábitat de flora y fauna silvestre, proteger y regular cuencas hidrográficas, oxigenación y regulación de las temperaturas del agua, evitar y mitigar erosión de suelos y ofrecer posibilidades de actividades recreativas y turísticas (García *et al.*, 2010).

A nivel nacional, probablemente los bosques subandinos, figuran dentro de los ecosistemas menos estudiados. En este sentido, actualmente la mayoría de las investigaciones han abordado descripciones florísticas y estructurales de la vegetación (Noguera *et al.*, 2004 Pérez- Castellón *et al.*, 2014), mientras que aquellas que describen los cambios demográficos que a su vez influyen en la composición y estructura del bosque son muy limitados (Cortés, 2003).

Lo anterior ratifica el valor de los inventarios florísticos orientados a reconocer, ordenar, catalogar, cuantificar y mapear entidades naturales (Watson *et al.*, 1995); su análisis es utilizado para definir los rangos de distribución geográfica de las especies y reconocer los cambios en la distribución de los organismos en el espacio y el tiempo (Alvear, 2010).

Los estudios de la vegetación son uno de los principales soportes, para la planificación, manejo y conservación de los ecosistemas tropicales. El

conocimiento de la diversidad requiere considerar los diferentes niveles jerárquicos de organización de la vida, junto con sus atributos de composición, estructura y funcionalidad. Su estudio puede abordarse a partir de tres grandes interrogantes en cada uno de los niveles: ¿qué elementos la componen?, ¿Cómo están organizados? y ¿Cómo interactúan? (Noss, 1990).

De manera que, la caracterización local de la vegetación representa el primer paso hacia el entendimiento de la estructura y dinámica de un bosque, lo que a su vez es fundamental para comprender los diferentes aspectos ecológicos, incluyendo el manejo exitoso de los bosques tropicales (Bawa y Mcdade, 1994). Además, conocer la magnitud y dirección de las alteraciones producidas por la fragmentación en remanentes de bosque permite inferir y predecir sobre la dinámica, la sustentabilidad y viabilidad de las poblaciones vegetales (Tinoco *et al.*, 2014).

Considerando la importancia que tienen los bosques Subandinos como generadores y protectores de fuentes de agua, hábitat de especies únicas de flora y fauna e interacciones para el equilibrio ecológico, en este estudio, se presenta información sobre la composición y estructura de la vegetación de un relicto de bosque ripario, situado en la finca El Rastrojo, Vereda las Huacas del municipio de Timbio (Cauca) con el fin de contribuir al conocimiento de los recursos vegetales y de esta manera poder aportar información básica que podrá ser utilizada para iniciar procesos de conservación y restauración de los ecosistemas de este territorio.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Bosque Subandino: Es dominado por un clima templado, se encuentra entre 1.000 y 2.400 m.s.n.m. El dosel arbóreo puede alcanzar alturas de 20 a 30 m. dependiendo de la topografía de los lugares estudiados. La temperatura media anual puede oscilar entre 18 y 24 °C (Cantillo y Rangel 2011). La interacción de factores como la precipitación, latitud y altitud privilegiados hacen que este ecosistema posea una inmensa riqueza natural (Cortés *et al.*, 2009). Según Cuatrecasas (1958), en el estrato arbóreo predomina la hoja meso-notofílica. En el sotobosque los helechos arborescentes y las palmas son muy comunes. Las familias y géneros más importantes son: Clusiaceae (*Chrysochlamys*, *Clusia*, *Tovomita*), Euphorbiaceae (*Alchornea*, *Croton*), Lauraceae (*Nectandra*), Fabaceae (*Calliandra*, *Inga*), Meliaceae (*Guarea*), Melastomataceae (*Ossaea*, *Miconia*), Rubiaceae (*Palicourea*).

2.2 Bosque ripario: Un área riparia que se encuentra junto o directamente influenciada por un cuerpo de agua, riparios significa “perteneciente al banco de un río” por lo tanto, se refiere a comunidades bióticas que viven a ambos lados de los ríos, quebradas, lagos e incluso algunos humedales (Robins y Cain, 2002). Con base en la definición anterior podemos incluir ciertas características que pueden definir un bosque ripario como: ecosistema que se encuentra inmediatamente a ambos lados de quebradas y ríos, incluyendo los bancos aluviales y humedales, terrazas de inundación, las cuales interactúan con el río en tiempos de crecidas o inundaciones; vegetación que depende de un suministro de agua en el suelo, la cual es proveída por un río adyacente; ecosistemas adyacentes a drenajes y canales que desembocan en quebradas ríos o humedales, o simplemente como áreas que rodean lagos (Olson *et al.*, 2000).

2.3 Comunidad vegetal: Una comunidad vegetal es una unidad sociológica que posee una composición (aspecto florístico) y una fisonomía (aspecto morfológico) características, que resultan de las interacciones que se presentan a través del tiempo. Es un complejo de especies vegetales compuesto de elementos ecológica y fenológicamente diferentes que, pese a su dinamismo, forman un sistema persistente que describe, desde el punto de vista botánico, las relaciones fitogeográficas y la historia de la región (Ramírez, 1995).

Por otra parte, una de las características de la comunidad es su fisonomía, la cual es un producto de la apariencia externa (arquitectura y estructura) y de las formas de vida predominantes (biotipos), contribuyendo en parte los patrones de agrupamiento y de ocurrencia de las formas de vida y en menor grado rasgos morfológicos tales como el tamaño foliar (Ramírez, 1995).

2.4 Estructura de la vegetación: Se entiende la estructura de la vegetación como el patrón espacial de distribución de las plantas. A la caracterización de una agrupación vegetal de especies leñosas se llega a través de la definición de su ordenamiento vertical y horizontal. El primer caso (ordenamiento vertical) consiste en la identificación de los estratos que presenta el grupo vegetal con la utilización básica del parámetro altura que en conjunto con cobertura permite un análisis complementario de la dominancia energética según la disposición vertical. El ordenamiento horizontal se analiza a través de la densidad, la abundancia, el DAP y la cobertura, entre otros (Cortés, 2003).

2.5 Estructura horizontal: Es la extensión de las especies arbóreas. En los bosques tropicales este fenómeno se refleja en la distribución de individuos por clase diamétrica. La distribución normal para la mayoría de las especies en los bosques tropicales es la de ‘J invertida’, aunque algunas pocas no parecen tener una tendencia identificable debido a características particulares. Los

altos valores de abundancia y frecuencia son característicos de las especies con distribución horizontal continua, mientras que una alta abundancia y baja frecuencia son características de las especies con tendencia a la conglomeración local en grupos pequeños distanciados unos de otros. Una baja abundancia y alta frecuencia combinadas con dominancia alta son características típicas de los árboles aislados de gran tamaño; por lo general, no son numerosos, pero se encuentran uniformemente distribuidos en grandes extensiones (Manzanero y Pinelo, 2004).

2.6 Estructura vertical: Las estructuras totales en el plano vertical constituyen la organización vertical del bosque, y se definen como las distribuciones que presentan las masas foliares en el plano vertical, o las distribuciones cuantitativas de las variables medidas en el plano vertical, tal como la altura. El plano vertical del bosque se clasifica con base en perfiles, y su estructura responde a las características de las especies que la componen y a las condiciones microclimáticas presentes en las diferentes alturas del perfil (Manzanero y Pinelo, 2004).

2.7 Inventario de biodiversidad: Es la forma más directa de reconocer la biodiversidad de un lugar (Noss, 1990 citado por Villarreal *et al.*, 2004). En su definición más completa, el inventario se considera como el reconocimiento, ordenamiento, catalogación, cuantificación y mapeo de entidades naturales como genes, individuos, especies, poblaciones, comunidades, ecosistemas o paisajes (Watson *et al.*, 1995).

2.8 Perfiles de vegetación: Son representaciones gráficas fisonómico-estructurales que muestran una imagen del perfil de la vegetación existente en una comunidad. Se elabora tomando un área rectangular determinada y representativa (bisecta), cuya longitud y anchura pueden variar, no obstante, se acostumbra emplear 60 m de largo x 8 m de ancho; las plantas presentes se dibujan a escala (Ramírez, 1995).

2.9 Transectos: El método de los transectos es ampliamente utilizado por la rapidez con que se mide y por la mayor heterogeneidad con que se muestrea la vegetación. El tamaño de los transectos puede ser variable y depende del grupo de plantas a medirse. En los transectos generalmente se miden parámetros como: altura de la planta, abundancia, DAP y frecuencia (Muñoz y Noguera, 2007). Los inventarios de plantas por medio de parcelas o transectos estandarizados permiten obtener información sobre las características cualitativas y cuantitativas de la vegetación de un área determinada, sin necesidad de estudiarla o recorrerla en su totalidad (Muñoz y Noguera, 2007).

3. ANTECEDENTES

Existen diversos estudios realizados sobre composición y estructura en bosque Subandino que detallan en gran manera la diversidad de plantas que albergan pequeños remanentes de bosque que aún existen en esta zona de vida y que contribuyen en cierta medida al mantenimiento de la biodiversidad. Para el siguiente estudio se tuvieron en cuenta trabajos realizados sobre vegetación, que pueden ayudar a soportar la presente investigación.

Medina *et al.*, (2010) presentan el catálogo preliminar de la flora vascular de los bosques subandinos de la Cuchilla El Fara, ubicada dentro del Corredor Biológico 22 Guantiva – La Rusia – Iguaque, entre los municipios de Charalá, Gámbita y Suaita (Santander–Colombia). Se registraron 409 especies de plantas vasculares, 105 familias. Incluyen para cada especie información sobre su hábito de crecimiento y el rango altitudinal local. En este catálogo se encuentra que Rubiaceae, Lauraceae, Asteraceae, Melastomataceae, Euphorbiaceae y Fabaceae son las familias más ricas en especies, por su parte, Reina *et al.*, (2010) laboraron el catálogo preliminar de la flora vascular de la Reserva Biológica Cachalú, localizada en la vertiente occidental de la Cordillera Oriental en el municipio de Encino – Santander en un rango altitudinal entre 1800 y 2350 m de altitud, encontrando 443 especies y 101 familias donde sobresalen por su riqueza Rubiaceae y Melastomataceae.

En un estudio realizado por Alvear (2010) quien caracterizó la diversidad, la composición florística y la estructura de los bosques de la Reserva Torre Cuatro, zona amortiguadora del Parque Nacional Natural Los Nevados, Cordillera Central de los Andes colombianos. Los remanentes de bosque se subdividieron en tres zonas de acuerdo a la altitud; en cada una de las cuales se muestreó 0.1 ha y se censaron todos los individuos con $DAP \geq 2.5$ cm. La riqueza de especies encontrada para las tres zonas fue superior al promedio registrado para otros bosques andinos situados a altitudes similares. La composición florística y la fisonomía de los bosques muestran que los de las zonas baja y media corresponden a los descritos para la franja andina propiamente dicha.

García *et al.*, (2010) describieron la estructura y diversidad florística de dos transectos de bosque andino en el municipio de Buenos Aires, se realizaron dos muestreos en los cuales se estableció una parcela de 0,5 ha (250 m x 20 m) en ellos se determinaron las especies presentes y se midió el $DAP \geq 10$ cm. La estructura de los bosques estudiados presentó una distribución diamétrica en forma de “*J invertida*”, la cual expresa la dinámica del bosque, se elaboró un perfil esquemático en cada bosque, la diversidad de especies se estimó con los índices

de Margaleff, Menihnick, Shannon, Winner y Simpson. La similitud florística entre los bosques se valoró con los índices de similitud de Jaccar y Sorensen.

Así mismo, se deben resaltar estudios de Bolaños *et al.*, (2010) quienes realizaron un inventario preliminar de plantas vasculares y la caracterización florística estructural de un remanente boscoso de vegetación secundaria, con especies nativas y foráneas, ubicado en el Jardín Botánico “Álvaro José Negret”, Vereda La Rejoja, municipio de Popayán. El inventario florístico se hizo mediante colecta libre realizada en el interior y la periferia del bosque. Se registró un total de 182 especies, 144 géneros y 74 familias; Polypodiaceae y Blechnaceae (4 especies) fueron las familias más ricas en cuanto al número de especies. Para determinar la estructura se muestrearon todos los individuos con DAP $\geq 2,54$ cm en 10 bandas de 50 x 10 m, hallándose 856 individuos de plantas vasculares pertenecientes a 29 especies, 26 géneros y 19 familias. El bosque presentó 3 estratos: herbáceo, arbustivo y arbóreo. El estrato arbustivo fue el dominante con un elevado número de especies; el estrato arbóreo estuvo constituido por unas pocas especies. *Alchornea latifolia* fue la especie con mayor índice de valor de importancia, hallándose en segundo lugar *Syzygium jambos*.

Igualmente se cita el trabajo de López *et al.*, (2015) los cuales caracterizaron la estructura y composición florística del remanente boscoso ubicado en la Reserva Forestal de la Institución Educativa Cajete, Popayán. El inventario florístico se hizo mediante colecta libre realizada en el interior y la periferia del bosque. Se registraron en total 164 especies, 130 géneros y 58 familias; siendo Polypodiaceae con 4 especies la familia con mayor riqueza. Para determinar la estructura se muestrearon todos los individuos con DAP ≥ 1 cm en 10 bandas de 50 x 2 m, hallándose 560 individuos de plantas vasculares. El bosque presentó 3 estratos: herbáceo, arbustivo y arbóreo. El estrato arbustivo fue el dominante con un elevado número de especies; el estrato arbóreo estuvo constituido por unas pocas especies. *Quercus humboldtii* y *Banara guianensis* fueron las especies con mayor dominancia e índice de valor de importancia en el bosque.

Rodriguez y Beltran (2017) caracterizaron la vegetación vascular en las coberturas relicto de bosque, plantación de *Eucalyptus globulus* y pastizal en el municipio de San Bernardo, en las cuales se hizo un muestreo preferencial. Se efectuaron parcelas de acuerdo al tipo de cobertura y estrato según Moreno (2001) y Villareal *et al.*, (2004). Se registraron 31 especies en el relicto de bosque, siete en la plantación y 25 en el pastizal. La mayor diversidad de Shannon fue para el relicto de bosque (2,97), seguido por el pastizal (2,40) y la plantación (1,15). Igualmente, la mayor dominancia de Simpson fue para el relicto de bosque (0,93), el pastizal (0,3) y la plantación (0,56). Especies como *Hedyosmum bonplandianum*, *Vismia*

guianensis y *Miconia theaezans* en el relicto de bosque y *Eucalyptus globulus* en plantación presentaron el mayor valor de IVI e IPF. Así mismo, se identificaron atributos de plantas con características favorables para la colonización y establecimiento, debido a las implicaciones que estas pueden tener en el desarrollo de estrategias de restauración durante el proceso de regeneración del ecosistema. La presencia de actividades antrópicas como sistemas agrícolas, pecuarios, plantaciones, incendios, entre otros, ha originado principalmente una pérdida en la vegetación nativa y fragmentación del ecosistema.

Chaves y Hurtado (2019) determinaron la estructura y composición de tres zonas boscosas del jardín botánico de Popayán, ubicado en el municipio de Timbio, Cauca. El inventario forestal se hizo mediante programas de evaluaciones rápidas propuestas por Gentry (1982). Se establecieron 3 transectos, distribuidos en las diferentes zonas, cada transecto de 1000 m² para un muestra total de 3000 m², con bandas de muestreo de 25 x 4 m y un criterio de inclusión de individuos con DAP \geq 2,5 cm. Se registro un total de 1123 individuos representados en 32 familias agrupadas en 43 generos y 57 especies. Las familias con mayor número de individuos fueron Lauraceae y Rubiaceae. Las especies con mayor IVI fueron *Palicourea thyriflora* 1 y 3; *Alchornea latifolia* en la zona 2. La estructura de los bosques estudiados presentan una estructura diamétrica en forma de “*J invertida*”. Los índices de Margalef y Shannon para la alfa diversidad mostraron que las 3 zonas de bosque tienen alta diversidad. El índice de Sorensen encontró que las tres zonas de bosque presentan una similitud media a alta, siendo las zonas 1 y 2 las que comparten mayor cantidad de especies presentando baja betadiversidad.

De igual manera Vasquez (2019) caracterizó la estructura y composición florística del remanente boscoso en la Hacienda Hato Viejo, Timbío, Cauca. Se registraron en total 151 especies pertenecientes a 116 géneros y 62 familias. En Magnoliophyta se registraron 137 especies, distribuidas en 105 géneros y 55 familias; las familias más diversas fueron Rubiaceae (18 especies/11 géneros), Melastomataceae (7/4), Piperaceae (7/2), Asteraceae (6/6), En Monilophytas y Licophyta se reconocieron 14 especies, 11 géneros y 7 familias. Siendo Polypodiaceae (7 especies /6 géneros), la familia con mayor riqueza. La diversidad de especies se estimó con los índices de Shannon Winner y Simpson, los cuales mostraron alta riqueza de especies y diversidad florística. Para determinar la estructura se muestrearon todos los individuos con DAP \geq 2,5 cm en 10 bandas de 50 x 2 m, hallándose 349 individuos de plantas vasculares pertenecientes a 46 especies, 37 géneros y 22 familias. La estructura del bosque presentó una distribución diamétrica en forma de “*J invertida*”. *Geissanthus cestriifolius* y *Heliocarpus americanus* fueron las especies con mayor dominancia e índice de valor de importancia en el bosque.

4.OBJETIVOS

Objetivo General

- Determinar la composición y estructura florística de un remanente de bosque ripario en la Vereda las Huacas, Timbio (Cauca).

Objetivos Específicos

- Realizar el inventario y determinación de las especies de plantas vasculares encontradas en el relicto de bosque ripario.
- Reconocer la estructura o estratos presentes en el remanente del bosque ripario.
- Calcular los parámetros fisiológicos del área de estudio para las especies arbustivas y arbóreas.

5. ÁREA DE ESTUDIO

5.1 Área de estudio

El estudio se realizó en la vereda las Huacas del municipio de Timbio- Cauca, en la Finca El Rastrojo, con una extensión de 10 ha. Es una propiedad privada que cuenta con un área boscosa conservada, que se encuentra cercana al casco urbano.

Este remanente boscoso presenta una pequeña pendiente, tiene una extensión de 1 ha. Se localiza en las coordenadas 2° 20'45.64" N 76° 41'40.52" O, a una altitud de 1767 m.s.n.m. Con una precipitación entre 1000 y 2000 mm anuales y una temperatura promedio anual entre 16°C a 23°C.

La cobertura vegetal dominante del relicto del bosque está rodeada por potreros dedicados a la cría de ganado vacuno con fines de explotación lechera y al monocultivo de café que son de gran importancia socio-económica para el desarrollo de las comunidades que allí habitan (Figura 1).

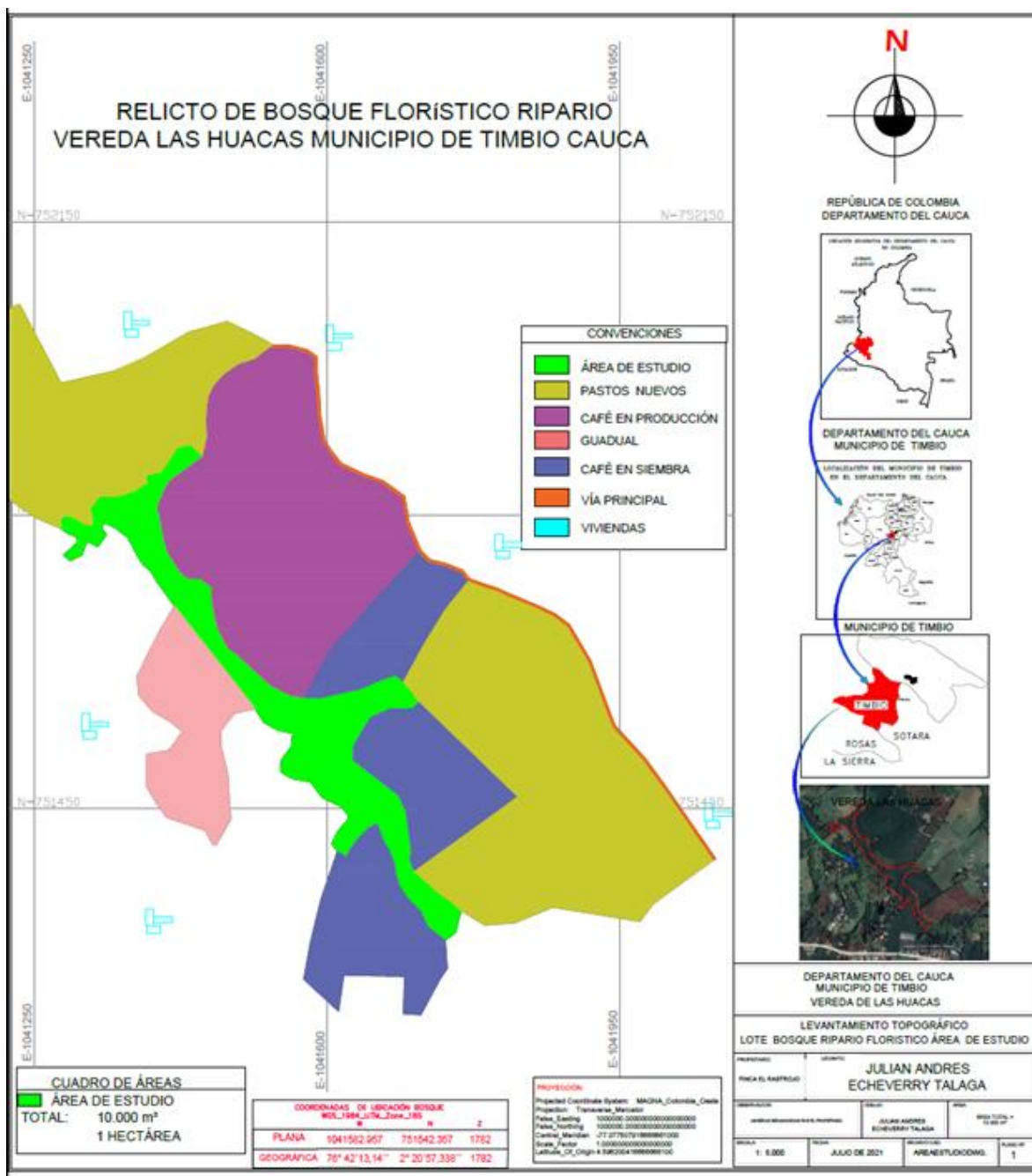


Figura 1: Ubicación geográfica, Finca El Rastrojo, Vereda las Huacas, Timbio - Cauca.

El Municipio de Timbio, se encuentra situado en la región Andina, altiplano de la zona centro del Departamento del Cauca, mejor conocido como meseta de Popayán, en medio de las cordilleras central y occidental, al Suroccidente de la República de Colombia. Hace parte del Macizo Colombiano (Paredes, 2008).

El territorio del municipio se encuentra dentro de las coordenadas planas: X = 1'055.000 al oriente. Y = 765.000 al norte X = 1'025.000 al oeste. Y= 745.000 al sur. La cabecera municipal se localiza a los 2° 21' 22" de Latitud Norte y 76° 41' 16" de Longitud Oeste a 13 kilómetros al sur de la ciudad de Popayán (IGAC 1996). Limita al Norte con el municipio de Popayán, al Sur con los municipios de Rosas y Sotará al Oriente con el municipio de Sotará y al Occidente con el Tambo.

La superficie del Municipio de Timbío comprende una extensión de 20.502,9 Has (205 Km²), distribuidas en alturas entre 1000 y 2000 metros sobre el nivel del mar. Región Subandina y piso térmico templado húmedo (TH), con una temperatura que oscila entre 16 y 23 ° C y una precipitación promedio de 2026.5 mm. La superficie territorial del Municipio corresponde aproximadamente al 0.7 % de total del territorio del Departamento del Cauca (Alcaldía de Timbio, 2006).

La base económica del municipio la constituyen las actividades agrícolas con predominio de cultivos de café, plátano, yuca y maíz, secundariamente las actividades pecuarias especialmente la explotación de vacunos, y en menor escala la explotación de arcillas, el comercio y las artesanías.

La mayor parte del territorio municipal (80% aproximadamente), se localiza en la meseta de Popayán, razón por la cual presenta una topografía desde ligeramente plana a fuertemente ondulada. Una pequeña porción del sector sur occidental del territorio, se localiza en la zona transicional de la meseta de Popayán y la fosa o depresión del Patía, presentando aquí una topografía montañosa con relieve que varía desde quebrado a escarpado (Alcaldía de Timbio, 2006).

5.2 Geomorfología

Desde el punto de vista litológico y estructural, en el municipio de Timbío, las características composicionales y los efectos de la actividad de las fallas que atraviesan la región, han modelado un relieve en el que se diferencian dos geoformas mayores dominantes: Una montañosa y la otra plana a semiplana, de muy poca extensión, asociada con procesos agradacionales (Alcaldía de Timbio, 2006).

5.3 Hidrografía

Se caracteriza por presentar una red hidrológica que tributa a dos grandes cuencas hidrográficas de Colombia: La cuenca del Río Cauca y la Cuenca del Río Patía. La primera drena sus aguas a la vertiente del Caribe y la segunda a la vertiente del Pacífico. La cuenca del río Cauca la conforma las fuentes hídricas de

la zona norte del municipio donde se distribuyen las subcuencas de los ríos Hondo y Robles y otras microcuencas menores como las quebradas Guayabal, La Honda y La Chorrera.

El drenaje en esta zona es paralelo a subparalelo y poco denso, los drenajes corren en dirección oriente a noroccidente. La cuenca del río Patía la conforman el sistema hídrico de la zona sur del municipio donde se localizan las subcuencas de los ríos Timbío, Piedras y Quilcacé y microcuencas como la quebrada La Chorrera, Palmichal, Loma Larga, san Pedro, La Alfonsa, Pambio, Las Cruces y Quilichao entre otras. El drenaje de esta zona se encuentra mejor distribuido y es mucho más denso que en la zona norte (Alcaldía de Timbio, 2006).

5.4 Climatología

En términos generales el clima de la región (sector sur de la meseta de Popayán), presenta un clima muy complejo debido a su conformación orográfica, en especial las laderas occidentales de la cordillera Central - desde donde descienden vientos fríos, que son contrarrestados por vientos cálidos de la fosa del Patía, los cuales ascienden hasta el municipio encauzados por los cañones de los ríos que lo bañan -, y diferencias altitudinales que originan la ocurrencia de distintas áreas climáticas al interior del territorio municipal. Estas áreas, son las siguientes: área de clima medio seco, área de clima medio húmedo y área de clima frío húmedo (Alcaldía de Timbio, 2006).

6. MATERIALES Y METODOS

6.1 Colecciones generales de plantas

Las colecciones generales de plantas se realizaron durante todo el tiempo de la fase de campo, en especial durante los recorridos de reconocimiento o una vez se finalizaron los muestreos con transectos (Villareal *et al.*, 2004). Las plantas recolectadas presentaron hojas, tallo y flores o frutos en buen estado, ya que estas estructuras son las que se utilizan para identificar las especies (Rangel, 2000). El método más usado para colecciones destinadas a estudios científicos de taxonomía, es el de herborizar o recolectar y secar el material vegetal, es decir, las plantas donde serán analizadas para obtener una caracterización de la biodiversidad (UNICORDOBA, 2009). Con los ejemplares colectados se realizó un inventario para el área de estudio; los ejemplares montados, identificados y etiquetados bajo la numeración consecutiva (J. Echeverry 01) depositada en el herbario de la Universidad del Cauca (CAUP).

6.2 Muestreo de plantas vasculares

Se censo una unidad de muestreo de 0.1 ha, todos los individuos cuyo tallo tuvieron un diámetro a altura del pecho (DAP) mayor o igual a 2,5 cm. Para esto, en el área de estudio, se distribuyeron 10 transectos de 50 x 2 m, evitando que se intercepten, distanciados uno del otro por lo menos 10 m y concentrados en un solo tipo de hábitat (Gentry, 1982). Dentro de los transectos se midió el DAP (diámetro a la altura del pecho) aproximadamente a 1.3 m del suelo, tomando nota de la altura del fuste, la altura total y diámetro de cada planta utilizando el método de Gentry (1995). Se tomó muestras en cada transecto para su posterior determinación (Figura 2). Para el muestreo de epifitas, herbáceas y lianas se llevó a cabo por medio de colecta libre en el interior y periferia del bosque.



Figura 2. Representación del método de muestreo de plantas leñosas propuesto por Gentry (1995).

6.3 Tratamiento de la información

6.3.1 Estructura vertical o estratificación: se estimó con la ayuda de una vara graduada, con esta medida se estableció la estratificación de la comunidad, considerando los siguientes estratos (Villareal *et al.*, 2004):

- Herbáceo = 0.3 – 1.5 m
- Arbustivo = 1.5 – 5 m
- Subarboreo = 5 y 12 m
- Arbóreo inferior = 12 – 25 m
- Arbóreo superior = 25 – 28 m

6.3.2 Diámetro a la altura del pecho (DAP): En este caso, a cada uno de los ejemplares con $DAP \geq 2.5$ cm se midió el perímetro a la altura del pecho valiéndose de un metro de sastrería, y este valor se transformó a diámetro a la altura del pecho por medio de la siguiente fórmula (Rangel y Velázquez, 1997).

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

6.3.3 Análisis estructural

Con la información recopilada, se calculó los siguientes parámetros e índices estructurales (Ramírez, 1995): densidad (D), densidad relativa (DR), frecuencia (F), frecuencia relativa (FR), dominancia (Do), dominancia relativa (DoR) e índice de valor de importancia (IVI).

Área basal: es una medida que sirve para estimar el volumen de especies arbóreas o arbustivas.

$$AB = \frac{\pi}{4} * (DAP)^2$$

Densidad (D): que equivale al número promedio de individuos (N) por unidad de área establecida (A).

$$D = \frac{N}{A}$$

Densidad relativa: La densidad relativa de una especie es el porcentaje con que aporta al número total de individuos de todas las especies de la muestra.

$$DR = \frac{Di}{\sum Di} * 100$$

Di= Número de individuos de la *i*-ésima especie.

$\sum Di$ = Número de individuos totales en la muestra.

Frecuencia: se expresa como el porcentaje de unidades muestrales en las que al menos una planta de la especie se halla presente.

$$F = \frac{P}{T} * 100$$

P = No. de parcelas donde está presente la especie.

T = No. total de parcelas.

Frecuencia relativa: corresponde a la frecuencia de una especie referida a la frecuencia total de todas las especies:

$$F = \frac{Fi}{\Sigma Fi} * 100$$

Fi = Es la frecuencia absoluta para cada especie

ΣFi = sumatorio total de todas las especies.

Dominancia (Do): se obtiene sumando las áreas basales (AB) de sus individuos sobre el número de los mismos presentes en la muestra, multiplicando por la densidad (D) y por 100.

$$Do = \frac{\Sigma AB}{N} * D * 100$$

Dominancia relativa (DoR): establece comparación entre la dominancia de cada una de las especies con respecto a la dominancia de las demás especies.

$$DoR = \frac{Doi}{\Sigma Do} * 100$$

Índice de valor de importancia: Equivale a la suma de la densidad relativa, la frecuencia relativa y la dominancia relativa de una especie. El valor varía entre 0 y 300.

$$IVI = DR + FR + DoR$$

DR= Abundancia relativa FR= Frecuencia relativa DoR= Dominancia relativa.

6.4 Perfiles de vegetación

Se eligió el transecto cinco, porque hace parte de la media del total de los transectos estudiados, con el fin de elaborar un esquema grafico de la ubicación de los arboles (DAP \geq 5 cm), tomando como base un área rectangular de 25 m de largo x 5 m de ancho; se censaron los individuos que cumplieron el criterio de inclusión; se tuvo en cuenta la especie, su localización espacial, la altura total, la altura del fuste, el DAP y el largo y ancho de la copa (Ramírez, 1995). La información se transfirió a una gráfica de barras, colocando en el eje X los individuos y en el eje Y su altura, estas barras se reemplazaron más adelante por dibujos esquemáticos de árboles (Munar, 2006).

6.5 Índices de diversidad

Índices de abundancia proporcional: Peet (1974) clasificó estos índices de abundancia en índices de equidad, aquellos que toman en cuenta el valor de importancia de cada especie, e índices de heterogeneidad, aquellos que además del valor de importancia de cada especie consideran el número total de especies en la comunidad (Moreno, 2001). Se emplearon los siguientes índices:

Índice de dominancia (Simpson): manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie.

$$D = \sum p_i^2$$

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

Índice de equidad (Shannon-Wiener): Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Moreno, 2001).

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Dónde: H' = Diversidad de especies

P_i = Número de individuos en total de la muestra que pertenecen a la especie i

Equidad de Pielou: mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988).

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Dónde: $H'_{max} = \ln(S)$, S corresponde al número de especies.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Aspectos generales

El bosque ripario en general corresponde a un fragmento de tipo secundario, con sectores conservados y donde se encuentran árboles que llegan a alcanzar los 25

metros de altura; otros sectores presentan arboles de menor porte y permiten el ingreso de luz a las especies del sotobosque.

El remanente de bosque ripario presenta particularmente un estrato arbóreo casi homogéneo, pero aguas abajo en otros predios de fincas se observa un comportamiento heterogéneo por pérdida de la estructura arbórea y donde el área ribereña está conformada únicamente por pastizal o matorrales con presencia de pequeños arboles de la sucesión natural. La deforestación sobre la quebrada se debe a prácticas en la preparación de suelo para el establecimiento de café, manejo de pastos y praderas naturales.

Las razones más relevantes de esta degradación es la inmersión de este sistema ecológico en las dinámicas agrícolas y pecuarias que lo transforman. A pesar del impacto antrópico cuenta con áreas de bosque con algún grado de conservación y con presencia de fauna y flora a lo largo de la quebrada Las Guacas.

Las unidades de paisajes en esta área de estudio están conformadas principalmente por pastizales, monocultivo de café, fragmentos de bosque y pocas viviendas las cuales se distribuyen en la parte alta del bosque ripario. Las actividades agropecuarias son el resultado de la historia de esta región que su economía se ha fundamentado en la producción de café y ganado vacuno.

7.2 Composición florística

La flora vascular del bosque ripario de la finca El Rastrojo en la vereda Las Huacas, está representada por 102 especies correspondientes a 91 géneros y 51 familias (Anexo 1 y 2).

En Monilophyta y Licophyta se reconocieron 16 especies, 14 géneros y 12 familias (Anexo 2, Figura 3). La familia con más especies fue Polypodiaceae (4 especies/3 géneros), seguida por Aspleniaceae (2 especies/1 género). Las otras familias solo presentaron una sola especie (Figura 5). Los géneros con mayor número de especies fueron *Asplenium* y *Serpocaulon* (2 especies cada uno). De manera que, estos resultados son menores a los encontrados en la reserva forestal Institución Educativa Cajete (Popayán – Cauca), a 1730 msnm, donde se hallaron 22 especies, 18 géneros y 14 familias (López *et al.*, 2015). Así mismo, a los encontrados en el área boscosa en el Jardín Botánico “Álvaro José Negret”, Vereda La Rejoja (Popayán - Cauca) a 1800 msnm, donde se registraron 30 especies, 20 géneros y 15 familias (Bolaños *et al.*, 2010).

En Magnoliophyta (Anexo 1) se registraron 86 especies, distribuidas en 77 géneros y 39 familias (Figura 3). Las familias con más especies y géneros fueron Asteraceae (8 especies/8 géneros), Rubiaceae (8/6), Lamiaceae (4/3), Lauraceae (4/4), Melastomataceae y Piperaceae (4/2), Orchidaceae (4/4), Araceae (3/2), Fabaceae, Malvaceae, Myrtaceae y Poaceae (3/3). El resto de familias, presentaron menos de 2 especies (Figura 4).

El bosque ripario de la finca El Rastrojo presentó mayor riqueza de especies si se compara con el estudio realizado en un bosque ripario en la parcelación PROVITEC Popayán, Cauca a 1750 msnm (Garcés, 2019) que reporta menos especies y familias (63 y 33 respectivamente). Así mismo, en un estudio realizado en un bosque en las riberas del río Palacé, a 1920 msnm (Bolaños et al., 2002) reporta menos especies y familias (33 y 14 respectivamente). Estas diferencias se explican por características particulares del sitio como la historia de uso de los mismos, el tipo e intensidad de las perturbaciones pasadas, la topografía del lugar y la fauna existente (León et al., 2009)

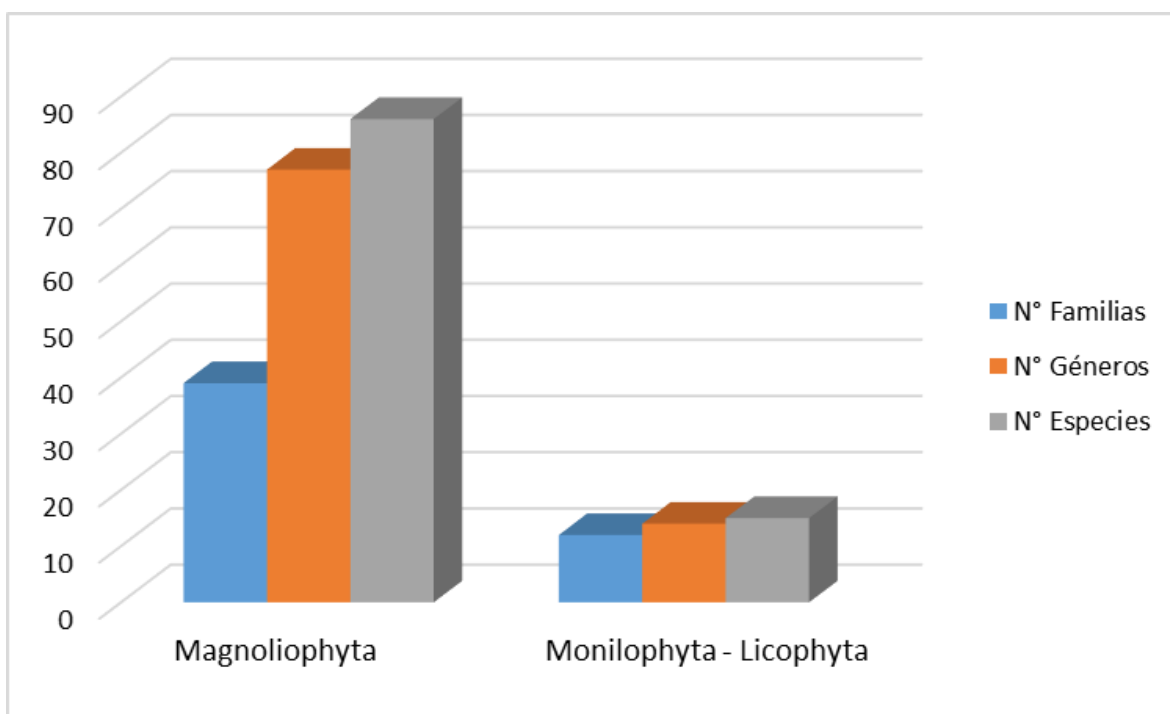


Figura 3. Número de especies, géneros y familias por taxón, registradas en la finca El Rastrojo.

La familia Rubiaceae generalmente figura entre las primeras familias con mayor número de especies cuando se realizan inventarios locales; en Colombia no sólo es una de las más diversas sino con mayor número de individuos, en las regiones Andina, Amazónica y Chocó biogeográfico (Mendoza et al., 2004). La amplia

diversificación y distribución de esta familia ha permitido su uso para determinar patrones de diversidad a diferentes escalas (alfa, beta y gamma) (Villareal *et al.*, 2004; Mendoza-Cifuentes, 2012). Estos patrones de diversidad también los presenta otro grupo de plantas como es la familia Melastomataceae (Mendoza *et al.*, 2004; Mendoza-Cifuentes, 2012).

Los géneros más diversos fueron *Miconia* y *Palicourea* (3 especies), *Anthurium*, *Commelina*, *Alchornea*, *Piper*, *Peperomia* y *Solanum* (cada uno con 2 especies). Géneros típicos de bosques secundarios tempranos y más o menos avanzados (Giraldo-Cañas, 1995). Los demás géneros están representados por una sola especie.

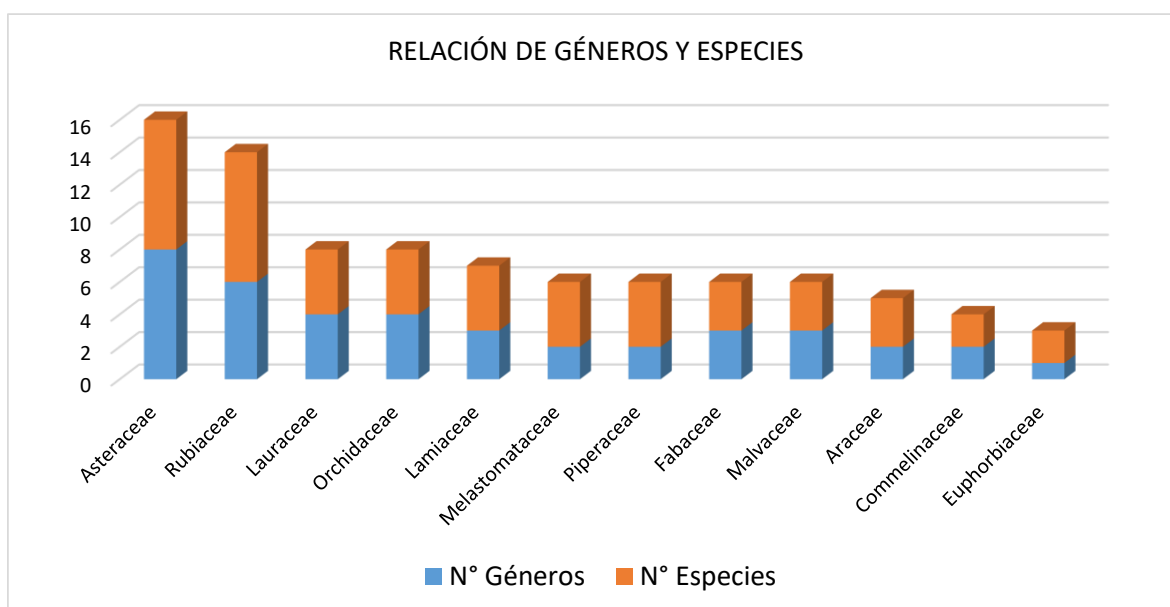


Figura 4. Relación géneros y especies de las familias más diversas de Magnoliophytas en la finca El Rastrojo.

Las familias Rubiaceae y Melastomataceae para esta zona de vida, son indicadoras de bosque secundario transformado anteriormente por actividades agropecuarias. De igual manera, la presencia de la familia Asteraceae y sus especies con preferencia de zonas abiertas y con buena iluminación, se puede inferir que el relicto boscoso de la finca El Rastrojo ha sufrido cambios generados por procesos antrópicos que han ocasionado pérdida de diversidad florística.

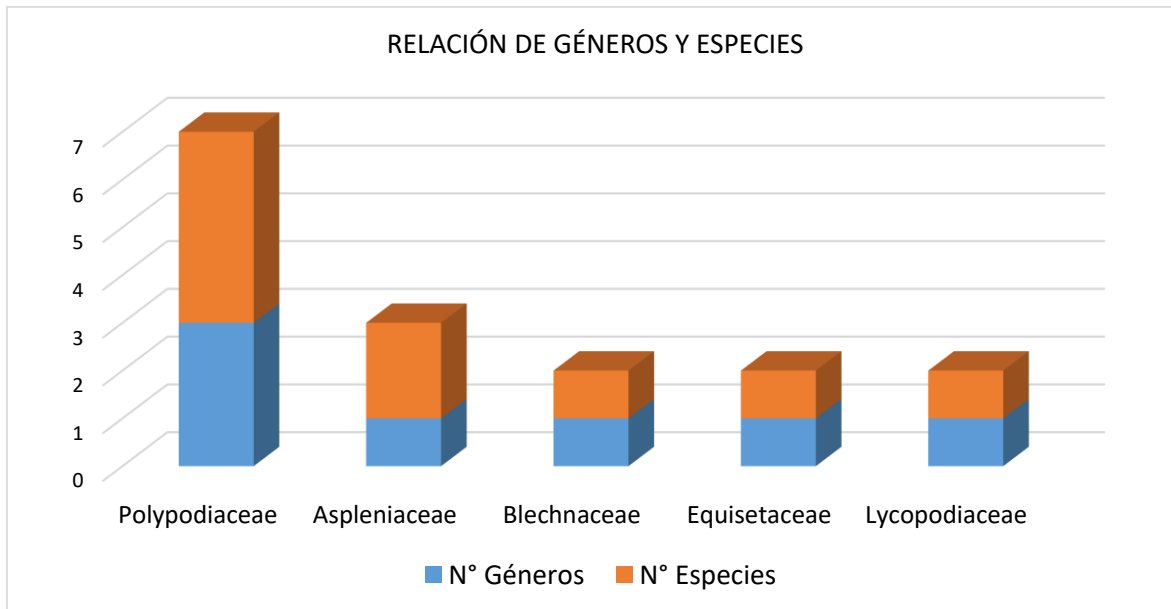


Figura 5. Relación géneros y especies de las familias más diversas de Magnoliophytas en la finca El Rastrojo.

La mayoría de especies de las familias Asteraceae, Fabaceae, Poaceae y Polygonaceae se hallaron preferentemente en área de ecotono o zona de transición entre bosque ripario y área de cultivo de café, en tanto que especies de las familias Piperaceae y Orchidaceae se encontraron restringidas a sitios húmedos y sombreados; Orchidaceae habitando sobre estructura arbórea y arbustiva. Usualmente, los Pteridofitos se localizaron en sitios umbrosos, creciendo directamente sobre el suelo o como epífitos; una excepción fue *Pteridium arachnoideum* característico de zonas abiertas.

La importancia y representatividad en el área de estudio de la familia Araceae, es favorecida posiblemente por la quebrada intermitente presente, la cual genera ambientes húmedos, propicios para el desarrollo de las especies de esta familia (Cuatrecasas, 1958). Así mismo, la temperatura, la precipitación pluvial, la radiación solar y la humedad favorecen el desarrollo de algunos taxa más que de otros, a partir de su adaptación a las características del medio (Gutiérrez y Canales, 2012).

La familia Asteraceae y Poaceae en la zona de estudio solo es frecuente en áreas de borde o en lugares donde hay mayor incidencia de luz en el bosque ripario. Además, el estrato arbóreo probablemente reduce fuertemente la disponibilidad de luz, restringiendo o reduciendo la densidad de regeneración de especies menos tolerantes a la sombra (Gutiérrez y Becerra, 2018). De manera que, los bosques

ribereños poseen mayor diversidad estructural y menor cobertura de plantas herbáceas (Harper y Macdonald, 2001).

Hay que tener en cuenta que las áreas riparias proveen de hábitat a gran cantidad de especies silvestres, a la vez que actúan como corredores ecológicos entre parches de vegetación en el paisaje fragmentado. Por lo general son ecosistemas más fértiles y productivos, con mejor calidad de suelos, y es la última línea de defensa para la protección de la calidad del agua y los ecosistemas acuáticos. Además, de su importancia constituida por sus valores ecológicos económicos y sociales, ofreciendo a las comunidades recursos maderables y no maderables (Robins & Cain, 2002).

7.3 Estructura

La estructura del bosque ripario en la finca El Rastrojo muestra a *Alchornea triplinervia* (30,145), *Nectandra acutifolia* (25,538), *Cecropia angustifolia* (21,659) y *Alchornea latifolia* (21,190) como las especies con mayor IVI (Figura 6 y Anexo 3), los individuos de estas especies tienen en su mayoría DAP > 15 cm y unos pocos superan los 20 cm de DAP. Las especies de menor importancia ecológica fueron *Aiouea dubia* (3,104), *Trema micrantha* (1,986), *Schefflera vasqueziana* (1,515) y *Vasconcellea pubescens* (1,162).

Estas especies juegan un papel muy importante para mantener el equilibrio del fragmento de bosque ripario por presentar buena abundancia, dominancia y distribución en todo el bosque; no obstante el número de individuos y especies resultantes con menor IVI pueden verse influenciada por condiciones antropogénicas a las que ha sido o podría ser sometido este recurso (Díaz, 2012). Se considera que la composición florística varía para cada tipo de vegetación y dentro de estas pueden existir varias asociaciones estrechamente relacionadas (Berroterán. 1994; Baldizán, 2004).

Las especies *Alchornea triplinervia* (74), *Nectandra acutifolia* (39), *Palicourea thyrsiflora* (36) *Psychotria carthagenensis* (30), *Palicourea angustifolia* (20) y *Piper crassinervium* (18) son las de mayor abundancia en el bosque ripario. Aspecto importante de estas especies para realizar procesos de restauración ecológica teniendo en cuenta sus aportes ecológicos que puedan asistir a los ecosistemas que han sido degradados, dañados o destruidos por diferentes acciones antropogénicas.

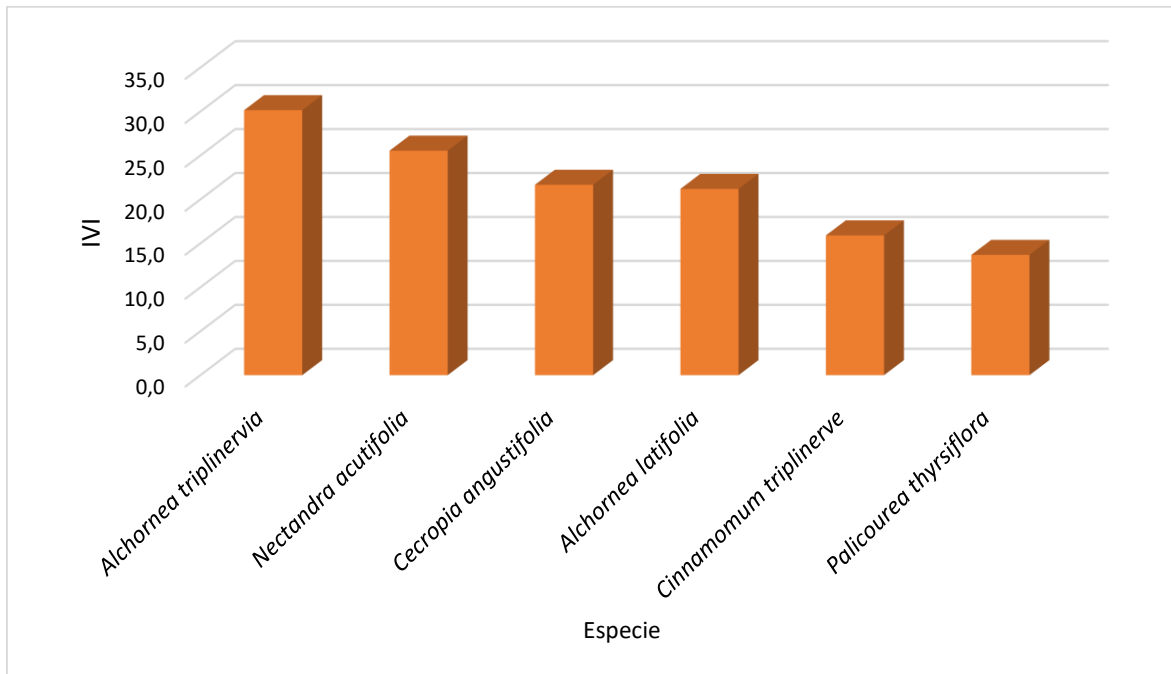


Figura 6. Índice de valor de importancia para las especies más importantes en un bosque ripario en la finca El Rastrojo.

Estructuralmente, se distinguen 3 estratos: herbáceo, arbustivo y arbóreo (Figura 7). El estrato herbáceo hasta los 1,5 m y conformado básicamente por: *Anthurium longigeniculatum*, *Anthurium pedatum*, *Coccocypselum lanceolatum*, *Commelina erecta*, *Lepidaploa canescens*, *Lasiacis divaricata* y *Pseudechinolaena polystachya*.

1. *Alchornea latifolia* 2. *Alchornea triplinervia* 3. *Allophylus mollis* 4. *Cecropia angustifolia* 5.
6. *Cinnamomum triplinerve* 7. *Ficus americana* 8. *Hedyosmum bonplandianum* 9. *Heliconia americana*
10. *Inga punctata* 11. *Miconia theaezans* 12. *Myrcia popayanensis* 13. *Nectandra acutifolia*
14. *Oreopanax incisus* 15. *Palicourea angustifolia* 16. *Palicourea thyrsoiflora* 17. *Piper crassinervium*
18. *Psychotria carthagenensis* 19. *Saurauia scabra* 20. *Trema micrantha* 21. *Vismia lauriformis*

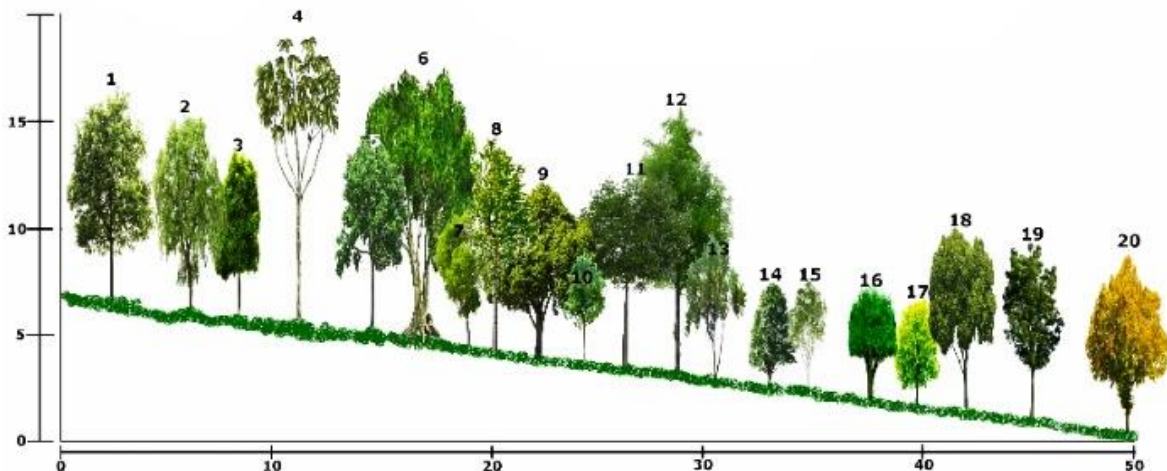


Figura 7. Perfil idealizado de la estructura vertical, del relicto boscoso de la finca El Rastrojo.

El estrato arbustivo de 1,5 a 5 m de altura está conformado por: *Miconia aeruginosa*, *Palicourea acetosoides*, *Palicourea angustifolia*, *Palicourea thyrsiflora*, *Pavonia sepioides*, *Piper aduncum*, *Psychotria carthagenensis*, *Psidium guineense*, *Solanum asperolanatum*, *Tibouchina ciliaris*, *Viburnum lehmannii* y *Vismia lauriformis*.

El estrato arbóreo representado por plantas entre 5 y 20 m de altura es el más común y dominante en número de especies, en el que se destacan: *Alchornea latifolia*, *Allophylus mollis*, *Alchornea triplinervia*, *Cecropia angustifolia*, *Cinnamomum triplinerve*, *Eugenia sp*, *Ficus americana*, *Hedyosmum bonplandianum*, *Heliocarpus americanus*, *Inga punctata*, *Miconia speciosa*, *Miconia theaezans*, *Myrcia popayanensis*, *Nectandra acutifolia*, *Senna papillosa*, *Saurauia scabra*, y *Trema micrantha*.

El epifitismo existente, es un reflejo de las condiciones de alta humedad ambiental existentes en el fragmento de bosque ripario, está representado por especies como *Cayaponia sp*, *Mandevilla montana*, *Melothria pendula*, *Mikania banisteriae* y *Tetrapterys benthamii*. Aunque existe una estructura arbórea existe poca representatividad para este grupo de plantas, que pudo estar influenciado por el método de colecta libre en la periferia e interior del remanente de bosque. Además, no representa el marcado predominio de las monocotiledóneas, especialmente de orquídeas sobre los demás grupos expresado para el neotrópico (Gentry & Dodson, 1987).

El muestreo de individuos con un DAP $\geq 2,5$ en 0,1 ha en el bosque ripario de la finca El Rastrojo, registró un total de 403 individuos de plantas vasculares, agrupadas en 32 especies, 27 géneros y 20 familias. El número de especies fue equivalente al de otros reportes de ambientes con características muy similares (Bolaños *et al.*, 2010; Gutiérrez & Rojas, 1996; López *et al.*, 2015; Garcés, 2019).

De acuerdo a McCain (2005), las tendencias específicas de la riqueza de especies que se presentan en cada región dependen de los factores climáticos y edáficos que están ligados al gradiente tales como la precipitación y la temperatura, el tipo de suelo y su contenido de humedad.

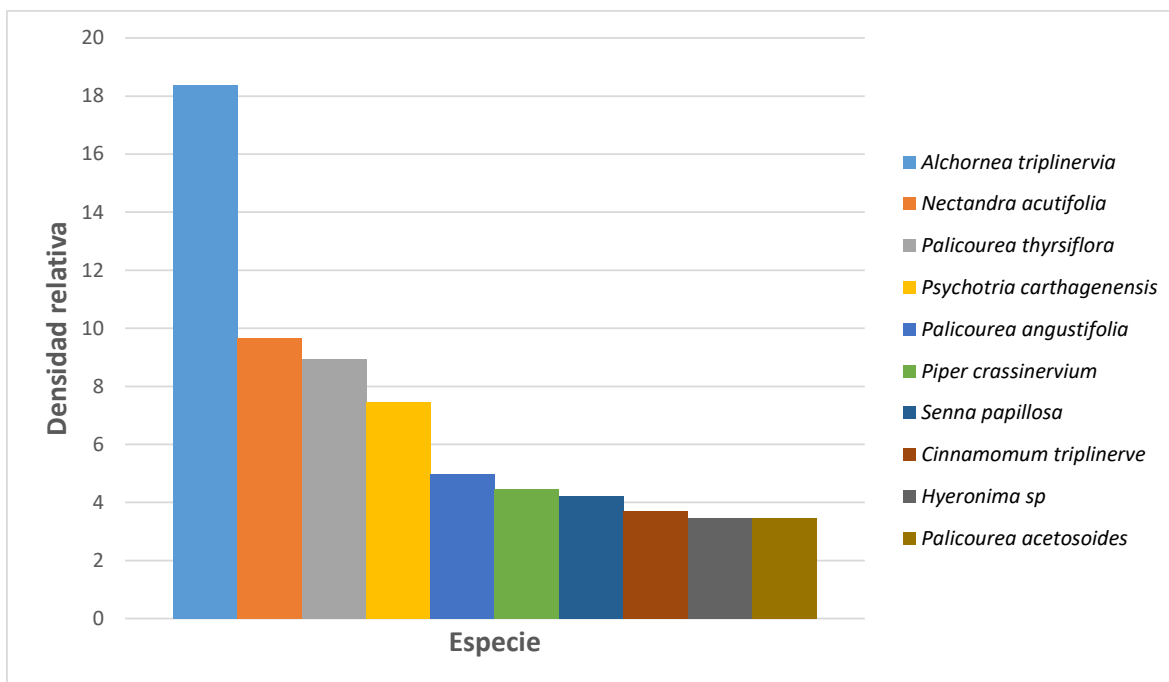


Figura 8. Especies con valores de densidad relativa más altos en la finca El rastrojo.

Las especies con mayor frecuencia relativa fueron *Nectandra acutifolia* (7,092) seguida de *Alchornea triplinervia* (6,383), *Cinnamomum triplinerve* (6,383), *Senna papillosa* (6,383) y *Palicourea angustifolia* (4,965) (Anexo 3); implicando que estas especies estuvieron en por lo menos en 7 de los transectos muestreados, indicando que fisonómicamente en este remanente de bosque sobresale este grupo de plantas. Esto se deriva de la presencia u ocurrencia de estas especies en el área muestreada del bosque ripario. Las familias mejor representadas, en cuanto número de especies son: Lauraceae y Rubiaceae con 4 especies cada una (Anexo1 plantas arbóreas (A) y arbustivas (Ar)).

Las especies con los valores de densidad relativa más altos, muestran a especies como *Alchornea triplinervia* con 18,4% que ocupa el primer lugar, seguida de *Nectandra acutifolia* con 9,7% (Figura 8 Anexo 3). Las familias mejor representadas, en cuanto a número de individuos son: Rubiaceae con 100, Euphorbiaceae 84, Lauraceae 60, Piperaceae 24 y Melastomataceae 22 (Figura 9); que representan el 71,9% del total de individuos.

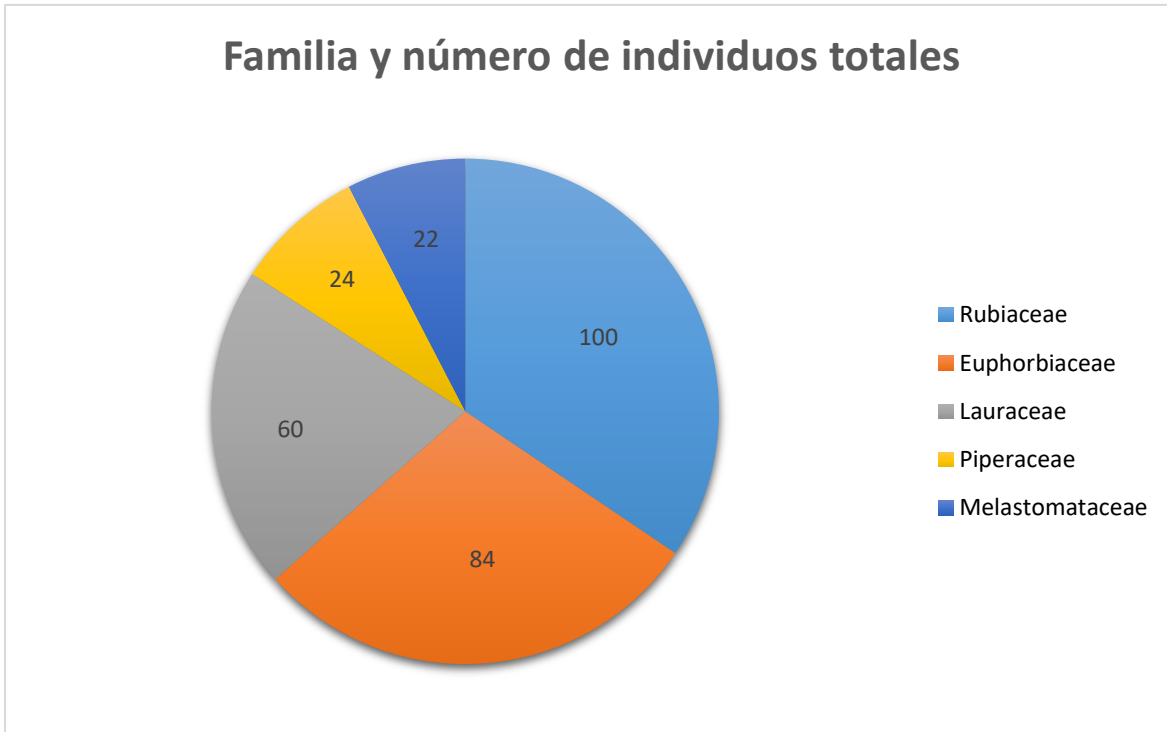


Figura 9. Familias mejor representadas en cuanto a número de individuos en el fragmento de bosque ripario finca El Rastrojo.

Las especies que presentaron mayor valor de dominancia absoluta y relativa fueron: *Cecropia angustifolia* (Do: 548,205 y Dor: 17, 085), *Alchornea latifolia* (Do: 509,293 y Dor: 15,872) y *Nectandra acutifolia* (Do: 281,358 y Dor: 8,768) (Figura 8 Anexo 3). Estas especies corresponden a árboles grandes que dominan en algunas áreas del bosque y que dispersan sus diásporas a lugares cercanos, favoreciendo la regeneración natural y el mantenimiento de la biodiversidad (López *et al.*, 2015). Esto en relación al grado de cobertura de las especies o espacio ocupado por ellas en el fragmento de bosque ripario, indicando el bajo grado de alteración de la comunidad vegetal.

La mayoría de individuos (210), que representan el 52,1% del total, registraron valores de DAP menores o iguales a 6,5 cm y pertenecen a 27 especies, 22 géneros y 17 familias (Figura 10, Tabla 1). Valores por encima de 40 cm se presentaron en muy pocos individuos pertenecientes a 3 familias, 4 géneros y 5 especies. El número de individuos disminuye progresivamente al aumentar el rango diamétrico, lo que indica que las especies poseen distribuciones diamétricas en forma de "J" invertida.

La tendencia de la curva de la J invertida también señala que la comunidad vegetal se encuentra en coherente proceso de desarrollo en dirección a etapas de crecimiento y productividad vegetal más avanzados, una vez que se confirma la existencia de abundantes individuos jóvenes que irán a suceder individuos arbóreos que ya se encuentran posiblemente en la fase senil, pertenecientes a las clases diamétricas superiores (Arruda *et al.* 2011; Hernández-Stefanoni *et al.* 2011).

A partir de la revisión de la literatura, se observa que los estudios realizados, considerando la distribución diamétrica de las especies, todas ellas muestran la tendencia de la curva de la J invertida para el total de la población observada, sin que se encuentren distribuciones diamétricas individualizadas por especies (Imaña-Encinas *et al.*, 2011).

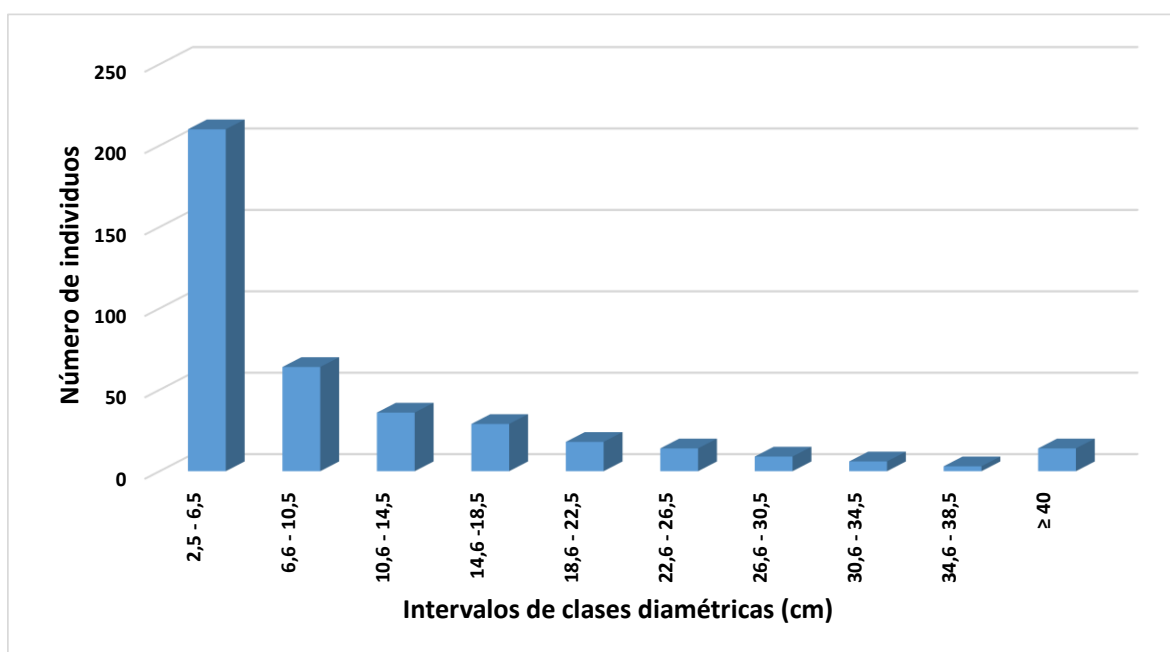


Figura 10. Distribución de clases diamétricas por individuos en la finca El Rastrojo.

Este tipo de estructura dominada por muchos árboles pequeños sugiere que el rodal ha sufrido una reciente regeneración o establecimiento, después de un evento de disturbio (Newton, 2007). Por el contrario, la presencia de algunos árboles grandes y gran cantidad de árboles pequeños puede interpretarse como rodales maduros en los cuales ocurre un reclutamiento permanente de individuos nuevos; a medida que se incrementa el tamaño, disminuye la cantidad de árboles por unidad de área, esto configura una forma de J invertida (Newton, 2007), la estructura disetánea, característica de este tipo de distribuciones diamétricas, es

la mejor garantía de la supervivencia de la comunidad forestal, ya que los individuos de tallas superiores son eliminados ocasionalmente y sustituidos sin dificultad por individuos de las categorías diamétricas inferiores (Lamprecht, 1990).

Sin embargo, el escaso número de individuos con diámetros superiores puede ser indicativo del grado de intervención y selección al que han sido sometidos los fragmentos (Lezcano y Finegan, 2001). Esto puede estar influenciado por las pocas perturbaciones que generan la aparición de claros y la extracción puntual de algunos individuos por parte del propietario de la finca, lo cual convierte en bosque sucesional o bosque secundario con poca transformación de su cobertura vegetal (Morales *et al.*, 2002).

Tabla 1. Intervalos de clases diamétricas para especies con DAP \leq 6,5 cm

Familia	Genero	Especie	DAP (cm)
Lauracea	Aiouea	<i>Aiouea dubia</i>	2,8 - 3,1
Euphorbiaceae	Alchornea	<i>Alchornea latifolia</i>	2,5 - 4,1
Euphorbiaceae	Alchornea	<i>Alchornea triplinervia</i>	2,9 - 6,4
Sapindaceae	Allophylus	<i>Allophylus mollis</i>	2,7 - 6,3
Lauracea	Cinnamomum	<i>Cinnamomum triplinerve</i>	3,2 - 6,4
Myrtaceae	Eugenia	<i>Eugenia sp</i>	3,5 - 3,8
Moraceae	Ficus	<i>Ficus americana</i>	3,8 - 6,4
Chloranthaceae	Hedyosmum	<i>Hedyosmum bonplandianum</i>	2,5 - 6,1
Malvaceae	Heliocarpus	<i>Heliocarpus americanus</i>	5,1 - 5,7
Phyllanthaceae	Hieronyma	<i>Hieronyma sp</i>	2,5 - 6,4
Fabaceae	Inga	<i>Inga punctata</i>	3,5 - 3,9
Melastomataceae	Miconia	<i>Miconia speciosa</i>	2,5 - 4,4
Melastomataceae	Miconia	<i>Miconia theaezans</i>	2,5 - 4,7
Lauracea	Nectandra	<i>Nectandra acutifolia</i>	2,8 - 5,4
Araliaceae	Oreopanax	<i>Oreopanax incisus</i>	2,5 - 4,7
Rubiaceae	Palicourea	<i>Palicourea acetosoides</i>	2,5 - 6,4
Rubiaceae	Palicourea	<i>Palicourea angustifolia</i>	2,5 - 6,4
Rubiaceae	Palicourea	<i>Palicourea thyrsoiflora</i>	2,5 - 6,4
Piperaceae	Piper	<i>Piper aduncum</i>	3,5 - 5,4
Rubiaceae	Psychotria	<i>Psychotria carthagenensis</i>	2,5 - 6,4
Piperaceae	Piper	<i>Piper crassinervium</i>	2,5 - 6,2
Actinidiaceae	Saurauia	<i>Saurauia scabra</i>	3,2 - 4,1
Araliaceae	Schefflera	<i>Schefflera vasqueziana</i>	4,7 - 4,9
Fabaceae	Senna	<i>Senna papillosa</i>	2,5 - 4,4
Solanaceae	Solanum	<i>Solanum sp</i>	2,5 - 5,0
Caricaceae	Vasconcellea	<i>Vasconcellea pubescens</i>	2,8 - 3,0
Adoxaceae	Viburnum	<i>Viburnum lehmannii</i>	2,5 - 5,7

Como otros bosques riparios, este representa una oportunidad de subsistencia de la flora regional y la fauna asociada a estos y se convierte en un banco de semillas que puede emplearse en futuros programas de restauración ecológica (Barrera *et al.*, 2010).

7.4 Índices de diversidad

Los valores obtenidos en el índice de Shannon Wiener (H') para el fragmento de bosque Hacienda Hato Viejo mostró valores normales de riqueza de especies (2,992) (Tabla 2), por lo que se puede establecer que el fragmento de bosque muestra heterogeneidad. Valor que son muy similares (3,158) al confrontarlos con los reportados para un remanente boscoso en la Hacienda Hato viejo, Timbio (Vásquez, 2019). La similitud encontrada en los sitios puede deberse especialmente al estado de conservación de los bosques en comparación.

El índice de dominancia de Simpson (D) mostró alta diversidad, ya que presentó valores cercanos a cero (0,073) (Tabla 2), lo que define una alta tasa de heterogeneidad, no hay dominancia de una especie por sobre las demás. Al comparar el valor de este índice con los reportados para cuatro sitios de estudio ubicados sobre la meseta de Popayán se encontró valores similares solo para dos sitios (Primavera 0,039 y Santa Rosa 0,085); los otros dos lugares (Versalles 0,156 y Cabuyerita 0,131) presentaron mayores valores y por tanto dominancia de una o más especies (García *et al.*, 2014). Así mismo, el valor de este índice es muy similar con uno de los bosques (Bosque N°1 0,053) estudiados en Buenos aires, Cauca (García *et al.*, 2010).

Tabla 2. Índices de diversidad encontrados en el remanente de bosque ripario, finca El Rastrojo

Índice	Valor
Dominance_D	0,073
Shannon_H'	2,992
Pielou-J'	0,863

Por otro lado, el índice de Pielou (J') se interpreta de 0 a 1, refiriéndose a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes; de acuerdo a los resultados de este indicador (0,863) (Tabla 2), se infiere una distribución heterogénea de especies en el área inventariada. Dado el valor alto del índice de Shannon – Wiener, se evidencia que el área de estudio mantiene una alta diversidad de especies.

En general, los índices de diversidad indican que el fragmento de bosque de bosque ripario en la finca El Rastrojo presenta una alta diversidad de especies, lo que puede deberse a que este sitio presenta un bajo grado de intervención antrópica ya que se encuentra dentro de una propiedad privada, lo que hace difícil extraer madera por las personas que habitan cerca o alrededor de este remanente de bosque. Aunque, muy pocas veces los propietarios hacen aprovechamiento forestal de especies maderables para cercado en la finca.

8. CONCLUSIONES

En la finca El Rastrojo se hallaron 101 especies de flora vascular representativa de bosque Subandino. El mayor número de especies lo aportan las familias, Asteraceae y Rubiaceae los cuales son taxones característicos de bosques perturbados.

El comportamiento de "J" invertida de las clases diamétricas de las especies arbóreas y arbustivas en la Hacienda Hato Viejo, indica una vegetación dinámica que garantiza la regeneración y desarrollo del ecosistema en el Tiempo.

A nivel estructural la mayoría de los individuos presentes en el remanente de bosque de la finca El Rastrojo presentan un DAP < 15 cm y una minoría supera los 30 cm de DAP; que puede ser indicativo del grado de intervención y selección al que ha sido sometido el fragmento de bosque ripario.

La influencia de la quebrada intermitente y el hecho de estar en una propiedad privada ha favorecido el mantenimiento del relicto de bosque, generando un potencial para la restauración ecológica de áreas aledañas con participación de la comunidad.

Los resultados permiten concluir que la vegetación del relicto de bosque en la finca El Rastrojo, corresponde a un bosque natural secundario. Que se debe conservar por los diferentes servicios ecosistémicos como la regulación climática, descomposición y reciclado de materia orgánica, la fijación de nitrógeno, carbono, defensa para la protección de la calidad del agua, la conservación de la biodiversidad, entre otros servicios que ofrece a la humanidad.

Los parámetros (índices de diversidad, densidad, densidad relativa, frecuencia, frecuencia relativa, dominancia, dominancia relativa e IVI) que se midieron en este estudio permitieron obtener información precisa e importante que sirve como

estrategia para implementar procesos de monitoreo y conservación del fragmento de bosque ripario.

9. RECOMENDACIONES

Es necesario incentivar la investigación en este tipo de ecosistemas riparios, en las relaciones flora-fauna y en la biología reproductiva de las especies, con el fin de mejorar la comprensión sobre el funcionamiento de los relictos boscosos y agenciar iniciativas de conservación.

Adelantar procesos de restauración ecológica con las especies que presentaron mayor rendimiento ecológico, pero también tener en cuenta las especies que registraron un bajo IVI para mejorar la dinámica de las especies en restauración de áreas transformadas o alteradas por diferentes agentes de disturbio, recuperando en gran medida la fisionomía de bosque Subandino.

Realizar estudios sobre mecanismos de dispersión y polinización que permitan poder explicar la dinámica sucesional del fragmento de bosque, además estudiar el banco de semillas de las especies más raras en este ecosistema de bosque Subandino.

Socializar a los propietarios y personas aledañas al bosque ripario, la importancia de conservar este ecosistema, el cual genera múltiples servicios ambientales tangibles e intangibles para la sociedad.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alcaldía de Timbio. (2006). Diagnostico Territorial. Departamento del Cauca Municipio de Timbio, Plan de Ordenamiento Territorial. 177 pp.
- Alvear, M. (2010). Diversidad florística y estructura de remanentes de bosque andino en la zona de amortiguación del parque nacional natural los nevados, cordillera central colombiana. *Caldasia* 32(1):39-63
- Ariza, W., Toro, J. y Lores, A. (2009). Análisis florístico y estructural de los bosques premontanos en el municipio de Amalfi (Antioquia, Colombia). *Colombia forestal*, 12(1): 81-102 pp.
- Arruda, D., Brandao, D., Costa, F., Tolentino, G., Brasil, R., D'ângeloneto S. y Nunes-Ferreira Y. (2011). Structural aspects and floristic similarity among tropical dry forest fragments with different management histories in Northern Minas Gerais, Brazil. *Revista Árvore* 35: 131-142.
- Baldizán, A. 2004. Producción de biomasa y nutrimentos de la vegetación del bosque seco tropical y su utilización por rumiantes a pastoreo en los Llanos Centrales de Venezuela. Tesis doctorado. Maracay, Ven. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. 288 p.
- Bawa, K y McDade L. (1994). La comunidad vegetal: composición, dinámica y procesos de la historia de vida - Comentario. *En* L. McDade, KS Bawa, HA Hespenheide y GS Hartshorn (eds.). *La Selva: ecología e historia natural de una selva tropical neotropical*. Universidad de Chicago, Chicago, Illinois. 68 pp.
- Barrera, J., Contreras, S., Garzón, N., Moreno, A. y Montoya, S. (2010). Manual para la Restauración Ecológica de los Ecosistemas Disturbados del Distrito Capital. Bogotá: Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) y Pontificia Universidad Javeriana (PUJ). 403 pp.
- Berroterán, J. L. 1994. Ecología de sistemas nativos y agroecosistema maíz en los Llanos Altos Centrales de Venezuela. Tesis doctorado. Maracay, Ven. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. 445 p.
- Bennett, A.F. (1990). Habitat corridors and the conservation of small mammals in a fragmented forest environment. *Landscape Ecology* 4(2/3): 109-122 pp.
- Bolaños, G., Chito, E. y Feuillet, C. (2002). Inventario florístico de un remanente de bosque del municipio de Popayán, Cauca, Colombia. *En* Rangel, O., Aguirre, J. y Andrade, G. (Comps.), *Memorias VIII Congreso Latinoamericano y II Colombiano de Botánica* (411-412 pp). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Bolaños, G., Chito, E., Feuillet, C. y Ramírez B. (2010). Vegetación, estructura y

composición de un área boscosa en el jardín botánico “Álvaro José Negret”, vereda la Rejoja, Popayán (Cauca, Colombia). *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia natural*. 14 (2): 19 – 38

Cantillo, E. y Rangel, C. (2011). La estructura y riqueza de los bosques del Macizo de Sumapaz Colombia. *Diversidad Biótica* 16: 39-52 pp.

Chaves, S.L. y Hurtado, L.M. (2019). Estructura y composición de tres zonas boscosas del jardín botánico del campus Los Robles, Fundación Universitaria de Popayán. Trabajo en la modalidad investigación para optar al título de ingeniera forestal. Universidad del Cauca. 59 pp.

Cortés, S.P. (2003). Estructura de la vegetación arbórea y arbustiva en el costado oriental de la serranía de chía (Cundinamarca, Colombia). *Caldasia* 25(1) 2003: 119-137 pp.

Cuatrecasas, J. (1958). Aspectos de la vegetación natural de Colombia. *Revista Acad. Colomb. Ci. Exact.* 10 (40): 221-268 pp.

Díaz, E. S. (2012). Estudio de la composición florística del bosque ripario en la microcuenca La Laguneta, municipio de Pueblo Nuevo, Estelí. Trabajo presentado como requisito para obtener el título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional Agraria, Facultad de recursos naturales y del ambiente. 50 pp.

Elosegi, A y Díez, J. (2009). La vegetación terrestre asociada al río: el bosque de ribera. In Elosegi, A; Sabater, S. eds. *Conceptos y técnicas en ecología fluvial*. ES. Rubes Editorial. 311-313 pp.

FAO- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2012). *El estado de los bosques del mundo*. Cap 2. Los bosques y la evolución del mundo moderno. Roma: FAO: 978-92-5-307292- 7.4 pp.

García, C., Suarez, C., y Daza, M. (2010). Estructura y diversidad florística de dos bosques naturales (Buenos Aires, Dpto. Cauca, Colombia). *Bioteconología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 8(1): 74-82 pp.

Gentry, A.H. (1982). *Patterns of Neotropical plant species diversity*. Boston. Springer, *Evol Biol.* 15:1-84 pp.

Gentry, A. y Dodson, C. (1987). Diversity and Biogeography of Neotropical Vascular Epiphytes. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 74(2), 205-233 pp.

Gentry, A. (1995). Patterns of diversity and floristic composition in Neotropical montane forest. 103-126 pp. En: Churchill, S. P., H. Balslev, E. Forero & J. L. Luteyn (eds.), *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forest*. The New York Botanical Garden, Nueva York.

- Giraldo-Cañas, D. 1995. Estructura y composición de un bosque secundario fragmentado en la cordillera Central, Colombia, pp. 159-167, en S. Churchill, H. Balslev, E. Forero & J. Luteyn (eds.), *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests*. The New York Botanical Garden, New York.
- Gutiérrez, I. y Canales, A. (2012). Evaluación comparativa de la diversidad de flora silvestre entre la isla Taquile y el cerro Chiani en relación a la altitud, Puno, Perú. *Ecología Aplicada* 1: 40-46 pp.
- Gutiérrez, I. y Becerra, P. (2018). Composición, diversidad y estructura de la vegetación de bosques ribereños en el centro sur de Chile. *BOSQUE*. 39(2): 239-253 pp.
- Harper K. y Macdonald, S. (2001). Structure and composition of riparian boreal forest: New methods for analyzing edge influence. *Ecology* 82(3): 649-659 pp.
- Hernández-Stefanoni, J., Dupuy J., Tun-Dzul, F. y May-Pat, F. (2011). Influence of landscape structure and stand age on species density and biomass of a tropical dry forest across spatial scales. *Landscape Ecology* 26: 355-370.
- Hernández, P. y Jiménez, A. (2016). Diversidad, composición florística y estructura en el Chaco Serrano, Argentina. *Maderas y bosques*, 22(3): 37- 48 pp.
- Hector, T. S., Carr, M.H. y Zwick, P.D. (2000). Identifying a Linked Reserve System Using a Regional Landscape Approach: the Florida Ecological Network. *Conservacion Biology*: Vol. 14(4): 984-1000 pp.
- IGAC- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (1996). Diccionario geográfico de Colombia. Tomo IV. Bogotá D.C.
- Imaña-Encinas, J., Santana, O y Imaña, C. (2011). Estrutura diamétrica de um fragmento do bosque tropical seco da região do Ecomuseu do Cerrado do Brasil. *Colombia Forestal*, 14(1), 23-30.
- Lamprecht, H. (1990). Silvicultura en los trópicos. Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas. Posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Eschborn: GTZ (GMBH). 335 p.
- León, J., Vélez, G. y Yepes, A. (2009). Estructura y composición florística de tres robledales en la región norte de la cordillera central de Colombia. *Revista Biología Tropical*, 57(4): 1165-1182
- Lezcano, H. y Finegan, B. (2001). Variación de las características de la comunidad vegetal en relación al efecto de borde en fragmentos de bosque Las Pavas, Cuenca del Canal de Panamá. *Revista Forestal Centroamericana*. 37 pp.

- López, L., Becoche, J., Macías, D., Ruiz M., Velasco, A. y Pineda, S. (2015). Estructura y composición florística de la Reserva Forestal - Institución Educativa Cajete, Popayán (Cauca). *Revista Luna Azul*, 41, 131-151 pp.
- Magurran, A. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey. 179 pp.
- Manzanero, M. y Pinelo, G. (2004). Plan silvicultural en unidades de manejo forestal. Reserva de la Biosfera Maya, Petén: Serie técnica #3. WWF Centroamérica, 49 pp.
- McCain, C. M. 2005. Elevational gradients in diversity of small mammals. *Ecology* 86(2): 366-372 pp.
- Medina, R., Reina, M., Herrera, E., Ávila, F., Chaparro, O. y Cortés, R. (2010). Catálogo preliminar de la flora vascular de los bosques subandinos de la Cuchilla El Fara (Santander-Colombia). *Colombia Forestal*. 13 (1), 55-85 pp.
- Mendoza H., Ramírez B. y Jiménez L.C. (2004). Rubiaceae de Colombia. Guía ilustrada de géneros. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 351 pp.
- Mendoza-Cifuentes, H. (2012). Patrones de riqueza específica de las familias Melastomataceae y Rubiaceae en la Cordillera Oriental, Colombia, Norte delos Andes y consideraciones para la conservación. *Colombia Forestal*, 15, 5-54 pp.
- Morales CH., Finegan B., Kanninen M., Delgado L. y Segura M. (2002). Composición florística y estructura de bosques secundarios en el municipio de San Carlos, Nicaragua. *Revista forestal Centroamericana*. 38: 44- 50.
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Munar, D. M. (2006). Caracterización florística y fisionómica de dos bosques, municipio de Santa Rosa, Bota Cauca, Colombia. Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Exactas y de la Educación, Departamento de Biología.
- Muñoz, A. G. y Noguera, W. E. (2007). Evaluación de la estructura, composición y diversidad florística de especies leñosas con DAP ≥ 1 cm de un bosque natural, ubicado en la microcuenca Brasilia, corregimiento de Cárdenas, municipio de Arboleda, departamento de Nariño. Institución Universitaria Centro de Estudios Superiores María Goretti – i.u. Cesmag, facultad de ingeniería programa de tecnología forestal, San Juan de Pasto. 247 pp
- Newton, A.C. (2007). *Forest Ecology and Conservation: a handbook of techniques*. New York: Oxford University Press. 454 p.

- Noguera T, AJ; Castro Marín, G; Gonzáles Rivas, B. (2004). Diversidad florística del bosque de galería en dos localidades del Departamento de Carazo, Nicaragua. *Revista la Calera* 4(4):36-40.
- Noss, R. (1990). Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical model. *Conservation Biology*, 4: 355-364.
- Olson, H., Chan, S., Weaver, G., Cunningham, P., Moldenke, A., Progar, R., Muir, P., McCune, B., Rosso, A. y Peterson, E. (2000). Characterizing stream riparian upslope habitats and species in Oregon managed headwater forests. International conference on riparian ecology and management in multi-land use watersheds. .U.S. American Water Resources Association. Parks and Wildlife Commission of the Northern Territory. Australia. *Journal of Biogeography* 27: 843 – 868 pp.
- Paredes, P. (2008). Análisis del proceso de comunicación en el proyecto de educación ambiental, implementado por la asociación de usuarios del acueducto rural El Saladito, para la comunidad de la microcuenca Pambio municipio de Timbio, departamento del Cauca, durante los años 2000 a 2005. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de estudios rurales y ambientales. Maestría en desarrollo rural. Bogotá D.C. 116 pp.
- Peet, R. K. (1974). The measurement of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 5: 285-307
- Pérez-Castellón, E; Bonilla-Zuñiga, G; Blandón-Villagra, J. 2014. Estado de la vegetación arbórea y estructura florística de la franja ribereña en la microcuenca Las Chichiguas, La Concordia-Jinotega, Nicaragua, 2011. *Revista la Calera* 14(22):13-20.
- Ramírez, B. (1995). Principios y métodos de Ecología Vegetal. Editorial Universidad del Cauca, Popayán. 45 pp.
- Rangel, J. y Velázquez, A. (1997). "Métodos de estudio de la vegetación. "Colombia Diversidad Biótica II. Tipos de vegetación en Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C. 59-87 pp.
- Rangel, O. (2000). Colombia diversidad biótica III. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de ciencias naturales. Santafé de Bogotá, D.C, 852 pp.
- Reina, M., Medina, R., Ávila, F., Angel, S. y Cortés, R. (2010). Catalogo preliminar de la flora vascular de los bosques subandinos de la reserva biológica Cachalú, Santander (Colombia). *Colombia forestal*. Vol. 13 (1): 27 – 54.
- Robins, J. D. y Cain J. R. (2002). The past and present condition of the Marsh Creek watershed. Berkeley, CA: Natural Heritage Institute. 71 pp.

- Rodríguez, A. R., Beltrán H. E. y Moreno, A. C. (2017). Caracterización florística del bosque subandino y algunas áreas disturbadas en San Bernardo (Cundinamarca), Colombia. *Biota Colombiana* 18 (2): 42 – 71
- Ruiz, M., García, C. y Sayer, J. (2007). Los servicios ambientales de los bosques. *Ecosistemas* 16 (3): 81-90 pp.
- Tinoco, F., Barragan, B. y Esquivel, H. (2014). Efecto del tamaño en la estructura, composición y diversidad de bosques premontanos en la cuenca del Rionegro-Cundinamarca. *Asoc. Col. Cienc. (Col.)*, 26: 49-58 pp.
- Watson, R., Días, B., Gámez, R., Heywood, V., Janetos, T., Reid, W. y Ruark, G. (1995). *Global Biodiversity Assessment. Summary for Policy-Makers*. Published for the United Nations Environment Programme by Cambridge University Press. Cambridge. 46 pp.
- UNICORDOBA. (2009). Instructivo para confeccionar el herbario, cátedra de diversidad vegetal II. Facultad de Ciencias Exáctas Físicas y Naturales. Escuela de Biología 1- 8 pp.
- Vásquez, D. M. (2019). Estructura y composición florística de un remanente boscoso en la hacienda Hato Viejo, Timbio (Cauca). Trabajo de grado para optar por el título de bióloga. Universidad del Cauca. 60 pp.
- Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G. y Gast, F. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Programa de inventarios de biodiversidad. Bogotá: Instituto Alexander von Humboldt. 236 pp.

ANEXOS.

Anexo 1. Magnoliophyths registradas en la finca El Rastrojo.

Familia	ESPECIE	Habito	N° CAUP
Acanthaceae	<i>Hygrophila costata</i> Nees.	H	J. Echeverry 01
Actinidiaceae	<i>Saurauia scabra</i> (Kunth) D. Ditr.	A	J. Echeverry 02
Adoxaceae	<i>Viburnum lehmannii</i> Killip & Sm.	Ar	J. Echeverry 03
Apocynaceae	<i>Mandevilla montana</i> (Kunth) Markgr.	L	J. Echeverry 04
Araceae	<i>Xanthosoma hylaeae</i> K. Krause	H	J. Echeverry 05
	<i>Anthurium longigeniculatum</i> Engl	H	J. Echeverry 06
	<i>Anthurium pedatum</i> Endl. ex Kunth	H	J. Echeverry 07
Araliaceae	<i>Oreopanax incisus</i> (Willd. ex Schult.)	A	J. Echeverry 08
	<i>Schefflera vasqueziana</i> Harms	Ar	J. Echeverry 09
Asteraceae	<i>Lepidaploa canescens</i> (Kunth) Cass.	Ar	J. Echeverry 10
	<i>Ageratum conyzoides</i> (L) L.	H	J. Echeverry 11
	<i>Austroeupatorium inulaefolium</i> (Kunth) R. M.	Ar	J. Echeverry 12
	<i>Bidens pilosa</i> L.	H	J. Echeverry 13
	<i>Mikania banisteriae</i> DC.	L	J. Echeverry 14

	<i>Elephantopus mollis</i> Kunth	H	J. Echeverry 15
	<i>Calea sessiliflora</i> Menos	H	J. Echeverry 16
	<i>Condylopodium cuatrecasasii</i> R. M. King & H. Rob.	Ar	J. Echeverry 17
Bromeliaceae	<i>Tillandsia fendleri</i> Griseb.	He	J. Echeverry 18
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	He	J. Echeverry 19
Caricaceae	<i>Vasconcellea pubescens</i> A. DC.	A	J. Echeverry 20
Caryophyllaceae	<i>Arenaria lanuginosa</i> (Michaux) Rohrb.	H	J. Echeverry 21
Chloranthaceae	<i>Hedyosmum bonplandianum</i> Kunth	A	J. Echeverry 22
Commelinaceae	<i>Commelina diffusa</i> Burm	H	J. Echeverry 23
	<i>Commelina erecta</i> L.	H	J. Echeverry 24
Cucurbitaceae	<i>Melothria pendula</i> L.	L	J. Echeverry 25
	<i>Cayaponia</i> sp	L	J. Echeverry 26
Cyperaceae	<i>Rhynchospora fusca</i> (CB Clarke) Kral	H	J. Echeverry 27
	<i>Cyperus hermaphroditus</i> (Jacq.) Standl.	H	J. Echeverry 28
Euphorbiaceae	<i>Alchornea latifolia</i> Sw.	A	J. Echeverry 29
	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.	A	J. Echeverry 30

Fabaceae	<i>Inga punctata</i> Willd.	A	J. Echeverry 31
	<i>Senna papillosa</i> (Britton & Rose) HSlrwin	A	J. Echeverry 32
	<i>Mimosa albida</i> Willd	Ar	J. Echeverry 33
Hypericaceae	<i>Vismia lauriformis</i> (Lam.) Choisy.	Ar	J. Echeverry 34
Lamiaceae	<i>Hyptis sidifolia</i> Briq.	H	J. Echeverry 35
	<i>Salvia scutellarioides</i> Kunth	H	J. Echeverry 36
	<i>Marsypianthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze	H	J. Echeverry 37
	<i>Hyptis atrorubens</i> Poit.	H	J. Echeverry 38
Lauraceae	<i>Aiouea dubia</i> (Kunth) Mez	A	J. Echeverry 39
	<i>Cinnamomum triplinerve</i> (Lundell) Kosterm.	A	J. Echeverry 40
	<i>Nectandra acutifolia</i> (Ruiz & Pav.) Mez	A	J. Echeverry 41
	<i>Rhodostemonodaphne</i> sp	A	J. Echeverry 42
Loranthaceae	<i>Oryctanthus spicatus</i> (Kunth) Kuijt.	Hp	J. Echeverry 43
Malpighiaceae	<i>Tetrapterys benthamii</i> Triana & Planch.	L	J. Echeverry 44
Malvaceae	<i>Heliocarpus americanus</i> L.	A	J. Echeverry 45
	<i>Pavonia sepioides</i> Fryxell & Krapov.	Ar	J. Echeverry 46

	<i>Sida rhombifolia</i> L.	H	J. Echeverry 47
Melastomataceae	<i>Miconia speciosa</i> (Bonpl.) Naudin	A	J. Echeverry 48
	<i>Miconia theaezans</i> (Bonpl.) Cogn.	A	J. Echeverry 49
	<i>Miconia aeruginosa</i> Naudin	Ar	J. Echeverry 50
	<i>Tibouchina ciliaris</i> (Benth.) Cogn.	Ar	J. Echeverry 51
Moraceae	<i>Ficus americana</i> Aubl.	A	J. Echeverry 52
Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp	A	J. Echeverry 53
	<i>Myrcia popayanensis</i> Hieron.	A	J. Echeverry 54
	<i>Psidium guineense</i> Sw.	Ar	J. Echeverry 55
Onnagraceae	<i>Ludwigia peruviana</i> (L.) H. Hara	H	J. Echeverry 56
Orchidaceae	<i>Elleanthus aureus</i> (Poepp. & Endl.) Rchb.f.	He	J. Echeverry 57
	<i>Lepanthes</i> sp	He	J. Echeverry 58
	<i>Malaxis andicola</i> (Ridl.) Kuntze	He	J. Echeverry 59
	<i>Pleurothallis</i> sp	He	J. Echeverry 60
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma</i> sp	A	J. Echeverry 61
	<i>Phyllanthus niruri</i> L.	H	J. Echeverry 62

Piperaceae	<i>Piper aduncum</i> L.	Ar	J. Echeverry 63
	<i>Piper crassinervium</i> C. DC.	Ar	J. Echeverry 64
	<i>Peperomia enantiostachya</i> C. DC.	He	J. Echeverry 65
	<i>Peperomia ewanii</i> Trel.& Yunk	He	J. Echeverry 66
Plantaginaceae	<i>Plantago australis</i> Lam.	H	J. Echeverry 67
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i> (L.) Hitch.	H	J. Echeverry 68
	<i>Opismenus hirtellus</i> (L.) Beauv.	H	J. Echeverry 69
	<i>Pseudechinolaena polystachya</i> (Kunth) Staff	H	J. Echeverry 70
Polygonaceae	<i>Persicaria nepalensis</i> (Meins.) Miyabe	H	J. Echeverry 71
Rubiaceae	<i>Palicourea acetosoides</i> Wernham.	Ar	J. Echeverry 72
	<i>Palicourea angustifolia</i> Kunth.	Ar	J. Echeverry 73
	<i>Palicourea thyrsoflora</i> (Ruiz & Pav.) DC.	Ar	J. Echeverry 74
	<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	Ar	J. Echeverry 75
	<i>Coccocypselum lanceolatum</i> (Ruiz & Pav.)	H	J. Echeverry 76
	<i>Richardia scabra</i> L.	H	J. Echeverry 77
	<i>Spermacoce capitata</i> Ruiz & Pav.	H	J. Echeverry 78

	<i>Galium hypocarpium</i> (L.) Endl. ex Griseb.	H	J. Echeverry 79
Santalaceae	<i>Phoradendron undulatum</i> (Pohl ex DC.)	Hp	J. Echeverry 80
Sapindaceae	<i>Allophylus mollis</i> (Kunth) Radlk.	A	J. Echeverry 81
Solanaceae	<i>Solanum sp</i>	Ar	J. Echeverry 82
	<i>Browallia americana</i> L	H	J. Echeverry 83
	<i>Solanum asperolanatum</i> Ruiz & Pav.	Ar	J. Echeverry 84
Urticaceae	<i>Cecropia angustifolia</i> Bertol.	A	J. Echeverry 85
Zingiberaceae	<i>Renealmia ligulata</i> Maas	H	J. Echeverry 86

De acuerdo al habito de crecimiento se empleó las siguientes abreviaturas: A: Árbol, Ar: Arbusto, H: Hierba, He: Hierba epifita, Hp: Hemiparásita, L: Liana.

Anexo 2. Monilophytas y Licophyta registradas en la finca El Rastrojo.

Familia	ESPECIE	Habito	N° CAUP
Anemiaceae	<i>Anemia flexuosa</i> (Savigny) Sw.	H	J. Echeverry 87
Aspleniaceae	<i>Asplenium aethiopicum</i> (Burm.f.) Bech.	H	J. Echeverry 88
	<i>Asplenium theciferum</i> (Kunth) Mett.	H	J. Echeverry 89
Blechnaceae	<i>Blechnum asplenioides</i> Sw	H	J. Echeverry 90
Cyatheaceae	<i>Cyathea horrida</i> (L.) Sm.	Ar	J. Echeverry 91
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.) Maxon	H	J. Echeverry 92
Dryopteridaceae	<i>Elaphoglossum engelii</i> (Karst.) H. Christ.	H	J. Echeverry 93

Equisetaceae	<i>Equisetum bogotense</i> Kunth	H	J. Echeverry 94
Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes hymenoides</i> Hedw.	H	J. Echeverry 95
Lycopodiaceae	<i>Huperzia reflexa</i> (Lamb.) Trevis	H	J. Echeverry 96
Polypodiaceae	<i>Grammitis apiculata</i> (Kunze ex Klotzsch) F. Seym.	H	J. Echeverry 97
	<i>Pleopeltis macrocarpa</i> Borys ex.Wild.	H	J. Echeverry 98
	<i>Serpocaulon dissimile</i> (L.) A. R. Sm	H	J. Echeverry 99
	<i>Serpocaulon levigatum</i> (Cav.) A.R. Sm.	H	J. Echeverry 100
Selaginellaceae	<i>Sellaginella geniculata</i> (C. Presl.) Spring	H	J. Echeverry 101
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris</i> sp.	H	J. Echeverry 102

De acuerdo al habito de crecimiento se empleó las siguientes abreviaturas: H: Hierba, Ar: arbusto.

Anexo 3. Variables fisiológicas para plantas vasculares en la finca El Rastrojo.

ESPECIE	D	Dr	F	Fr	Do	Dor	IVI
<i>Aiouea dubia</i>	30	0,744	30	2,128	7,436	0,232	3,104
<i>Alchornea latifolia</i>	100	2,481	40	2,837	509,293	15,872	21,190
<i>Alchornea triplinervia</i>	740	18,362	90	6,383	173,266	5,400	30,145
<i>Allophylus mollis</i>	50	1,241	20	1,418	39,928	1,244	3,903
<i>Cecropia angustifolia</i>	70	1,737	40	2,837	548,205	17,085	21,659
<i>Cinnamomum triplinerve</i>	150	3,722	90	6,383	185,900	5,794	15,899
<i>Eugenia</i> sp	60	1,489	40	2,837	97,482	3,038	7,364
<i>Ficus americana</i>	40	0,993	30	2,128	43,017	1,341	4,461
<i>Hedyosmum bonplandianum</i>	140	3,474	50	3,546	25,579	0,797	7,817
<i>Heliocarpus americanus</i>	30	0,744	20	1,418	88,419	2,756	4,918

<i>Hieronyma sp</i>	140	3,474	40	2,837	145,676	4,540	10,851
<i>Inga punctata</i>	40	0,993	30	2,128	47,767	1,489	4,609
<i>Miconia speciosa</i>	100	2,481	50	3,546	138,376	4,312	10,340
<i>Miconia theaezans</i>	120	2,978	50	3,546	20,160	0,628	7,152
<i>Myrcia popayanensis</i>	40	0,993	30	2,128	78,960	2,461	5,581
<i>Nectandra acutifolia</i>	390	9,677	100	7,092	281,358	8,768	25,538
<i>Oreopanax incisus</i>	60	1,489	40	2,837	19,119	0,596	4,922
<i>Palicourea acetosoides</i>	140	3,474	60	4,255	19,119	0,596	8,325
<i>Palicourea angustifolia</i>	200	4,963	70	4,965	28,728	0,895	10,823
<i>Palicourea thyriflora</i>	360	8,933	60	4,255	15,771	0,492	13,680
<i>Piper aduncum</i>	60	1,489	40	2,837	44,321	1,381	5,707
<i>Piper crassinervium</i>	180	4,467	60	4,255	25,150	0,784	9,506
<i>Psychotria carthagenensis</i>	300	7,444	60	4,255	14,260	0,444	12,144
<i>Rhodostemonodaphne sp</i>	30	0,744	10	0,709	168,385	5,248	6,701
<i>Saurauia scabra</i>	90	2,233	50	3,546	162,738	5,072	10,851
<i>Schefflera vasqueziana</i>	10	0,248	10	0,709	17,905	0,558	1,515
<i>Senna papillosa</i>	170	4,218	90	6,383	51,388	1,601	12,203
<i>Solanum sp</i>	100	2,481	20	1,418	11,613	0,362	4,262
<i>Trema micrantha</i>	10	0,248	10	0,709	33,025	1,029	1,987
<i>Vasconcellea pubescens</i>	10	0,248	10	0,709	6,446	0,201	1,158
<i>Viburnum lehmannii</i>	40	0,993	40	2,837	10,524	0,328	4,157
<i>Vismia lauriformis</i>	30	0,744	30	2,128	149,429	4,657	7,529

Variables fisiológicas: densidad (D), densidad relativa (DR), frecuencia (F), frecuencia relativa (FR), dominancia (Do), dominancia relativa (DoR) e índice de valor de importancia (IVI).