

**ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE UN  
REMANENTE BOSCO EN LA HACIENDA HATO VIEJO,  
TIMBIO (CAUCA)**



Universidad  
del Cauca

**DIANA MILENA VASQUEZ CALAMBAS**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES EXACTAS Y DE LA  
EDUCACION  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA  
POPAYAN  
2019**

**ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE UN  
REMANENTE BOSCO EN LA HACIENDA HATO VIEJO,  
TIMBIO (CAUCA)**

**DIANA MILENA VASQUEZ CALAMBAS**

**Trabajo de Grado para optar al título de  
Bióloga**

**Director:**

**BERNARDO RAMIRO RAMIREZ PADILLA  
Especialista en Ecología.**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES EXACTAS Y DE LA  
EDUCACION**

**DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA**

**POPAYAN, CAUCA**

**2019**

**Nota de aceptación:**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Director** \_\_\_\_\_

**Bernardo Ramírez Padilla Esp.**

**Jurado** \_\_\_\_\_

**Giovani Varona Lic.**

**Jurado** \_\_\_\_\_

**Diego Jesús Macías MSc.**

**Fecha de Sustentación: 6 de septiembre de 2019**

*A Dios por ser el centro de mi vida,  
A mis padres Jorge Vásquez y Merencia Calambás,  
que han sido el motivo más grande para cumplir esta meta  
gracias por su amor y apoyo incondicional.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A la universidad del Cauca, por disponer de sus instalaciones, equipos y recursos humanos para la realización de este trabajo y sobre todo por contribuir a mi formación académica.

Al profesor y director de este trabajo Bernardo Ramírez Padilla, por su orientación, por permitirme trabajar y aprender junto a él.

A mis padres Jorge Vásquez y Merencia Calambás, a mis Hermanos, Suleima Vásquez, Jimena Vásquez y Andrés Vásquez, quienes me han apoyado sin condiciones en cada momento de mi vida, por ser mi ejemplo a seguir, sin ellos no lo habría logrado.

A mis amigos y compañeros, por ofrecerme su amistad, por compartir juntos este proceso lleno de alegrías, dificultades y triunfos.

Y finalmente a la asociación de la hacienda Hato Viejo, por brindarme un espacio para poder realizar mi trabajo, en especial a don José Zúñiga por su amabilidad.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localización del área de estudio. Hacienda Hato Viejo, Timbío, Cauca.....	14
Figura 2. Representación del método de muestreo de plantas leñosas propuesto por A. Gentry (1995). .....	19
Figura 3. Número de especies, géneros y familias por taxón, registradas en la Hacienda Hato Viejo.....	25
Figura 4. Relación géneros y especies de las familias más diversas de Magnoliophytas en la Hacienda Hato Viejo.....	26
Figura 5. Relación de géneros y especies en familias de Monilophyta y Licophyta en la Hacienda Hato Viejo.....	27
Figura 6. Especies con valores de densidad relativa más altos en la Hacienda Hato Viejo.....	29
Figura 7. Perfil fisionómico, (individuos con DAP $\geq$ 2,5 cm) estudiados en la hacienda Hato Viejo, Timbío (Cauca). .....	32
Figura 8. Distribución de la riqueza de especies, géneros, familias e individuos presentes en los estratos herbáceo, arbustivo y arbóreo en la Hacienda Hato Viejo.....	33
Figura 9. Distribución de clases diamétricas por individuos en la Hacienda Hato Viejo.....	34
Figura 10. Curva de acumulación de especies y transectos muestreados en la Hacienda Hato Viejo.....	36

## LISTA DE ANEXOS

Tabla 1. Riqueza, individuos e Índice de diversidad de la Hacienda Hato viejo. ...	36
Anexo 1. Magnoliophytas registradas en la Hacienda Hato Viejo. ....	46
Anexo 2. Monilofitos y Licofitos presentes en la Hacienda Hato Viejo. ....	49
Anexo 3. Variables fitosociológicas para plantas vasculares de la Hacienda Hato Viejo .....	50

## Tabla de Contenido

RESUMEN .....	1
1. INTRODUCCIÓN .....	2
2. JUSTIFICACION .....	4
3. OBJETIVOS .....	6
3.1 Objetivo general.....	6
3.2 Objetivos específicos.....	6
4. MARCO TEORICO.....	7
4.1 Bosque Subandino.....	7
4.2 Análisis de la diversidad y riqueza .....	7
4.3 El estudio de la vegetación .....	8
4.3.1 Transectos.....	9
4.3.2 Perfiles de vegetación .....	9
4.3.3 Inventario de biodiversidad:.....	9
5. ANTECEDENTES .....	10
6. ÁREA DE ESTUDIO.....	14
6.1 Geomorfología .....	16
6.2 Hidrografía .....	16
6.3 Climatología.....	17
7. MATERIALES Y METODOS .....	18
7.1 Trabajo de campo .....	18
7.1.1 Colecciones generales de plantas:.....	18
7.1.2 Muestreo de plantas leñosas:.....	18
7.2 Perfiles fisonómico.....	19
7.3 Procesamiento del material vegetal .....	19
7.3.1 Determinación del material vegetal: .....	20
7.4 Tratamiento de la información .....	20
7.4.1 Diámetro a la altura del pecho (DAP):.....	20
7.4.2 Área basal .....	20
7.4.3 Análisis estructural .....	20
Densidad (D): .....	20
Densidad relativa.....	21



Frecuencia: .....	21
Frecuencia relativa .....	21
Dominancia (Do): .....	21
Dominancia relativa (DoR) .....	22
Índice de Valor de importancia (IVI): .....	22
7.4.4 Estructura vertical o estratificación .....	22
7.5 Riqueza y diversidad florística .....	22
7.5.1 Índice de dominancia (Simpson): .....	22
7.1.2 Índice de equidad (Shannon-Wiener):.....	23
1. RESULTADOS Y DISCUSION.....	24
8.1 Aspectos generales .....	24
8.2 Composición florística.....	25
8.3 Estructura .....	29
8.4 Estimadores de riqueza de especies .....	35
8.5 Índices de diversidad .....	37
2. CONCLUSIONES.....	38
3. RECOMENDACIONES .....	39
4. BIBLIOGRAFIA .....	40
ANEXOS .....	46

## RESUMEN

Se caracterizó la estructura y composición florística del remanente boscoso ubicado en la Hacienda Hato Viejo, Timbío (Cauca). El inventario florístico se hizo mediante colecta libre realizada en el interior y la periferia del bosque. 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*”, 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; *Geissanthus cestriifolius* y *Heliocarpus americanus* fueron las especies con mayor dominancia e índice de valor de importancia en el bosque.

## 1. INTRODUCCIÓN

La diversidad biológica ha sido reconocida como un elemento fundamental para el desarrollo de planes de conservación y el uso sustentable de los recursos naturales. Por lo tanto, su conocimiento, cuantificación y análisis es esencial para entender el mundo natural y los cambios inducidos por la actividad humana (Villareal et al, 2004).

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). Lo anterior ratifica el valor de los inventarios florísticos orientados a reconocer, ordenar, catalogar, cuantificar y mapear entidades naturales, como se citó en (UNEP, 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 (Chalmers, 1996).

Colombia es uno de los países con mayor biodiversidad a nivel mundial, buena parte de la cual está concentrada en los biomas de montaña (Alvear *et al.*, 2010). Cuando se refiere a las especies vegetales, la mayor cantidad de registros corresponde a la región Andina o cordillerana con 600 tipos que se concentran en las partes altas, en el páramo y en la región Andina propiamente dicha.

La vegetación de los Andes y su composición florística son el producto de gran variedad de factores que han interactuado a través del tiempo. Particularmente, el levantamiento final de los Andes trajo consigo la aparición de ambientes con características que brindaron oportunidades excepcionales para los procesos de especiación y adaptación (Galindo *et al.*, 2003). Los suelos de estas áreas son aptos para actividades agropecuarias y agrícolas, razón por la cual los ecosistemas andinos están sometidos a fuertes presiones que afectan la composición y fisonomía florística (López *et al.*, 2015).

El IAvH (2010) menciona que el estado de conocimiento actual de la flora colombiana es aún incipiente y que además se tienen graves deficiencias en el conocimiento sobre la ecología, fisiología, biología reproductiva y métodos de propagación de la flora. En este sentido, el conocimiento de la vegetación es indispensable para determinar el grado de conservación del bosque, de igual manera es necesario puntualizar las acciones que se deban ejercer en la zona. Puesto que la vegetación es el componente biótico más notable y permanente con el que pueden caracterizarse los ecosistemas terrestres (Rodríguez *et al*, 2017).

En el presente estudio, se presenta información sobre la composición y estructura de la vegetación de un bosque secundario, situado en la hacienda Hato Viejo, vereda el Hato del municipio de Timbío-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 restauración y conservación de los ecosistemas de este territorio.

## 2. JUSTIFICACION

Evitar la pérdida de la diversidad biológica y sus servicios ambientales es uno de los mayores retos que deberá enfrentar la humanidad durante el siglo XXI. Detener y revertir las tendencias que provocan dicha pérdida requiere cambios sustantivos en las políticas y tecnologías de producción rural, en la ocupación del territorio, en el uso de los espacios comunes, en el desarrollo de proyectos industriales y turísticos, entre otros complejos procesos (Meli y Carrasco, 2011).

El remanente boscoso de la vereda el Hato cumple un rol clave en la provisión de bienes y servicios ecosistémicos como son la regulación del clima, el suministro de agua, la atenuación de las inundaciones y las sequías, la disminución de las emisiones de GEI (gas efecto invernadero) y el mantenimiento de los hábitats que permiten la permanencia a largo plazo de la biodiversidad (Bosques andinos, 2018); adicionalmente, brinda diferentes beneficios a la sociedad, en general, y a los habitantes locales, en particular. Algunos de estos beneficios son directos, como la extracción de agua, alimentos, plantas medicinales, madera etc., y otros, que no son tan claramente perceptibles pero que son indispensables para el desarrollo y el bienestar de la comunidad.

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? (Carrascal y Rangel, 2012).

La vegetación es un recurso natural clave e importante para el equilibrio del ecosistema, por lo que es necesario disponer de información cuantitativa sobre sus características y distribución. El propósito de este proyecto fue, contribuir a llenar vacíos de información científica sobre este ecosistema con el fin de aumentar la

investigación y las actividades de conservación y restauración. (Carrascal *et al*, 2012).

Es imprescindible asegurar y actuar de forma efectiva en la conservación del remanente boscoso, así como lo expone Villareal (2004), utilizando metodologías rápidas y complementarias que suministren información representativa tanto de la riqueza y composición de especies como de la estructura de la vegetación. Por esta razón se realizó un inventario florístico por medio de parcelas o transectos estandarizados; se analizaron las variables fitosociológicas y se logró hacer una descripción general que incluyó una estratificación vertical en el área de estudio, esto con el fin de hacer una aproximación a las características de la vegetación.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo general**

Determinar la estructura y la composición de especies vegetales de un remanente boscoso en la hacienda Hato Viejo del municipio de Timbío, departamento del Cauca.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Establecer la riqueza de especies vegetales.
- Calcular los parámetros fisiológicos del área de estudio tales como el DAP, dominancia, frecuencia, densidad e índice de valor de importancia, para las especies arbustivas y arbóreas presentes en el área.
- Elaborar perfiles fisiológicos que muestren la estructura vertical del área boscosa.

## **4. MARCO TEORICO**

### **4.1 Bosque Subandino**

Según Cuatrecasas (1989), la flora característica de la selva subandina, se ubica generalmente a una altura entre los 1.000 y los 2.400 m de altitud. En ellos confluyen gran parte de las biotas de la selva basal del Orinoco y del Amazonas con la biota de la selva andina y altoandina. Son bosques pluriestratificados, donde el estrato arbustivo está poco desarrollado y el estrato herbáceo es denso. Las especies más características son las Lauráceas. Las epífitas encontradas son principalmente musgos, hepáticas, líquenes y helechos, aunque también se encuentran orquídeas, bromeliáceas y ericáceas. Se encuentran también epífitos de las familias de las Clusiáceas y melastomatáceas.

Como resultado del amplio rango altitudinal de los bosques andinos, se observa toda una gama de condiciones ambientales, físicas y geográficas. Esto permite un desarrollo natural de los bosques, con lo que se conforman ecosistemas variados y, a la vez, se contribuye a la gran oferta de servicios ambientales que proporcionan estos ecosistemas, que van desde la regulación de caudales y el rendimiento hídrico, hasta escenarios de belleza escénica incomparable (Tobón, 2009.)

### **4.2 Análisis de la diversidad y riqueza**

La riqueza se define como el número de taxa que tipifican a una localidad, región o parcela. Se habla de diversidad, cuando se incorpora algún valor de abundancia (densidad, frecuencia, cobertura) (Rangel, 1997). La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea, la diversidad beta es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje, y la diversidad gamma es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta (Moreno 2001).



### 4.3 El estudio de la vegetación

La vegetación es la resultante de la acción de los factores ambientales sobre el conjunto interactuante de las especies que cohabitan en un espacio continuo. Refleja el clima, la naturaleza del suelo, la disponibilidad de agua y de nutrientes (Matteucci y Colma, 1982).

Según Ramírez (1995), una comunidad vegetal es una unidad sociológica de cualquier rango que posee una composición (aspecto florístico) y una estructura (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 físico-geográficas y la historia de la región.

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

La estructura de la vegetación se refiere a los aspectos cuantitativos de la arquitectura vegetal, es decir, el patrón de distribución de las plantas y a la caracterización de una agrupación vegetal de especies leñosas 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 (Rangel *et al*, 1997). El ordenamiento horizontal se analiza a través de la densidad, la abundancia, el DAP y la cobertura, entre otros (Cortés, 2003).

La composición florística establece el conjunto de especies vegetales que denotan maneras de asociarse en patrones o comunidades definiendo su riqueza y diversidad. La composición del bosque a su vez puede fluctuar a través del espacio y tiempo, especialmente cuando se encuentra en etapas de sucesión (Munar, 2006).

#### **4.3.1 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).

#### **4.3.2 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).

#### **4.3.3 Inventario de biodiversidad:**

Es la forma más directa de reconocer la biodiversidad de un lugar (Noss, 1990). 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 (UNEP, 1995).

## 5. ANTECEDENTES

La gran riqueza de vegetación y flora de la zona andina colombiana y de las altas montañas tropicales es el resultado de múltiples fenómenos ocurridos en el pasado que contribuyeron a conformar un escenario con alta heterogeneidad ambiental y, por ende, con alta diversidad regional. Para el siguiente estudio se tuvieron en cuenta trabajos realizados sobre vegetación, que pueden ayudar a soportar la presente investigación. En primer lugar, el estudio realizado por Alvear (2010) 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 muestra que los de las zonas baja y media corresponden a los descritos para la franja andina propiamente dicha, mientras que los de la alta a la franja alto andina.

Para el departamento del Cauca se reconocen los aportes de García *et al.* (2010), quienes describen 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 un transecto 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 Margalef, Menihnick, Shannon, Winner y Simpson. La similitud florística entre los bosques se valoró con los índices de similitud de Jaccar y Sorensen. Igualmente 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

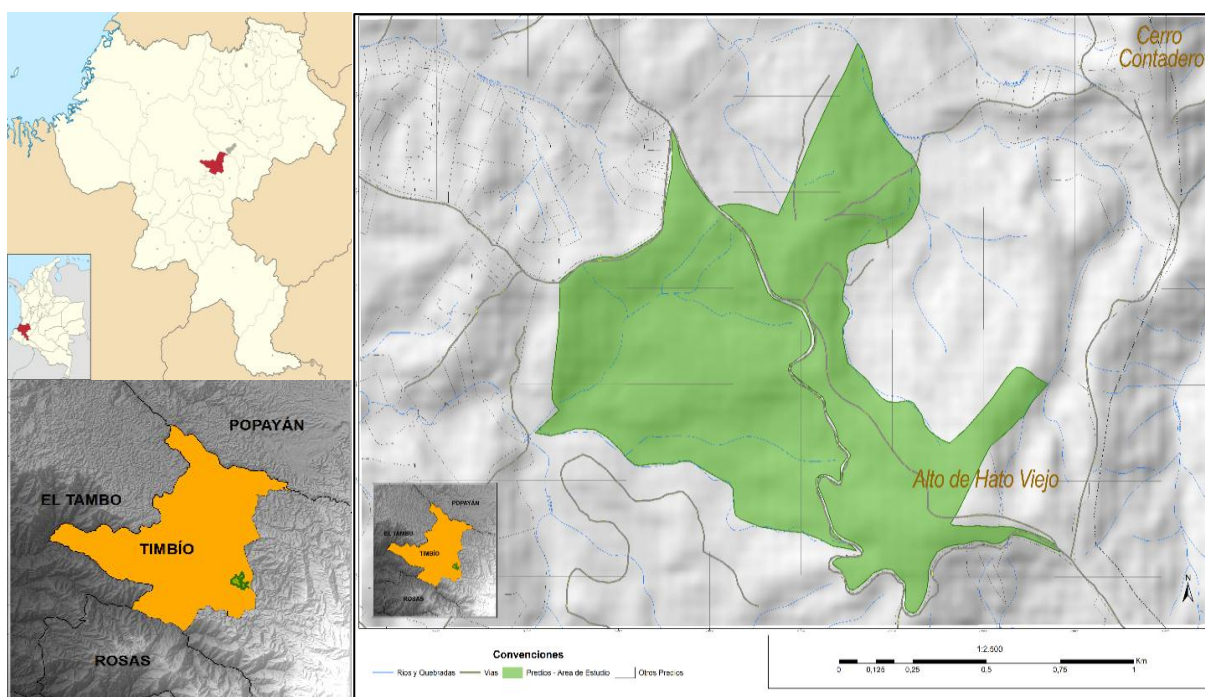
periferia del bosque. Se registraron en total 164 especies, 130 géneros y 58 familias; siendo Polypodiaceae con 4 especies la familia con mayor riqueza. Para determinar la estructura se muestrearon todos los individuos con DAP  $\geq 1$  cm en 10 bandas de 50 x 2 m, hallándose 560 individuos de plantas 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. Así mismo Bolaños et al., (2010) quienes realizaron un inventario 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, En Magnoliophyta se hallaron 152 especies, 124 géneros y 59 familias, de las cuales Asteraceae y Orchidaceae fueron las familias más diversificadas. Para determinar la estructura se muestrearon todos los individuos con DAP 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*. Por otra parte, Torres et al., (2016) describieron la vegetación presente en el ecosistema de bosque alto andino, entre los 3200 y 3400 m de altitud, en el bosque de San Juan, dentro del Parque Nacional Natural (PNN) Puracé. usando el método de Cinturón de Gentry (DAP  $> 2,5$  en 0,1 ha). El bosque estudiado estuvo compuesto por 301 individuos clasificados en 13 familias, 18 géneros y 38 especies. Las especies con mayores índices de valor de importancia (IVI) se presentaron en las familias Cunoniaceae, Chloranthaceae, Melastomataceae, Araceae, Piperaceae y Clusiaceae. El bosque se caracterizó por la presencia de abundantes árboles con alturas entre 3 a 5,9 metros. Se calculó una

diversidad de 0,18 usando el índice de Simpson. Se concluye que el bosque de San Juan posee una composición y estructura típicas de los bosques alto andinos descritos para la cordillera central colombiana. Las características de este bosque (i.e. zona de transición de bosque alto andino a páramo y su cercanía a aguas termales), lo constituyen en un referente importante para la conservación de este ecosistema en el Cauca.

Es necesario destacar el estudio realizado por Munar (2006) en el cual se realiza un análisis comparativo de la estructura y composición florística de dos áreas boscosas situadas entre 1650 y 1800 m de altitud, en el corregimiento de San Juan de Villalobos, municipio de Santa Rosa, Cauca. El estudio incluyó especies leñosas, Rubiaceae y Melastomataceae. Se muestrearon 0,1 ha para cada bosque, mediante 10 transectos de 50 x 2 m, incluyendo individuos con DAP  $\geq$  1 cm. En el inventario general se encontró un total de 534 especies distribuidas en 246 géneros y 118 familias de plantas vasculares; la mayoría de familias y géneros encontrados para las dos localidades en estudio, corresponden a los reportados por diferentes autores para la zona de vida subandina, corroborando la afirmación planteada por Cuatrecasas (1958), con respecto a que en Colombia las familias y la mayoría de géneros de plantas se repiten sin ninguna diferenciación latitudinal, e igualmente lo planteado por Holdridge (1978) acerca de que muchas especies de plantas se encuentran a través de varias asociaciones o aun de dos o más zonas de vida. De igual manera el trabajo realizado por Rodríguez., *et al* (2017) el cual caracterizó 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.

## 6. ÁREA DE ESTUDIO



**Figura 1.** Mapa de localización del área de estudio. Hacienda Hato Viejo, Timbío-Cauca.

El presente estudio se realizó en un remanente de bosque subandino en la hacienda Hato viejo ubicada en la vereda el Hato, al occidente del municipio de Timbío, Cauca, en las coordenadas  $2^{\circ} 19' 46''$  N.  $76^{\circ} 39' 45''$  W. La hacienda Hato Viejo (figura 1) tiene una extensión total de 32 ha que se distribuyen entre explotación agropecuaria, forestal, bosques ripario y una extensión de 4 ha que corresponde al área de estudio la cual consiste en un bosque secundario de 80 años de regeneración. La región corresponde a la formación de Selva Andina en el sentido de Cuatrecasas (1958) o Bosque Húmedo Premontano (bh-Pm) de acuerdo con el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge (1987); presenta alturas comprendidas entre los 1820 y los 2000 msnm; una precipitación entre 1000 y 2000 mm anuales y una temperatura promedio anual entre  $16^{\circ}\text{C}$  a  $23^{\circ}\text{C}$  (CRC).

La cobertura vegetal dominante del remanente boscoso, está constituida por pastizales, en los que se desarrollan actividades de ganadería extensiva de gran importancia socio-económica para las comunidades que allí habitan.

El bosque en general presenta un área de 2 ha, básicamente se encuentra sobre un terreno abrupto, razón por la cual se ha favorecido la regeneración natural de este bosque desde hace 80 años aproximadamente. Desde épocas pasadas hasta la actualidad, sus tierras han sido usadas para actividades ganaderas y agrícolas.

El Municipio de Timbío, 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.

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 (Diccionario Geográfico de Colombia. Tomo IV. IGAC 1996.). Limita al Norte con el municipio de Popayán, al Sur con los municipios de Rosas y Sotaró al Oriente con el municipio de Sotaró y al Occidente con el Tambo.

La superficie del Municipio de Timbío comprende una extensión de 20.502,9 Has (205 Km<sup>2</sup>), 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.

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 Timbío, 2006).

### **6.1 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 geformas mayores dominantes: Una montañosa y la otra plana a semiplana, de muy poca extensión, asociada con procesos agradacionales (Alcaldía de Timbío, 2006)

### **6.2 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 Alfonso, 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 Timbío, 2006)

### **6.3 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 Timbío, 2006)

Timbío se encuentra, a una altura promedio entre 1000 y 1900 metros sobre el nivel del mar y su temperatura fluctúa entre los 18 y 24 grados centígrados. El piso térmico predominante es clima templado.

## **7. MATERIALES Y METODOS**

### **7.1 Trabajo de campo**

#### **7.1.1 Colecciones generales de plantas:**

las colecciones de plantas se realizaron durante todo el tiempo de la fase de campo, en especial durante los recorridos de reconocimiento y una vez finalizados los muestreos con transectos (Villareal 2004). Las plantas recolectadas cumplieron con las características tales como: tener hojas, tallo, 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 (UNICORDOBA, 2009).

Con los ejemplares colectados se realizó un inventario para el área de estudio; los ejemplares montados, identificados y etiquetados se depositaron en el herbario de la Universidad del Cauca (CAUP).

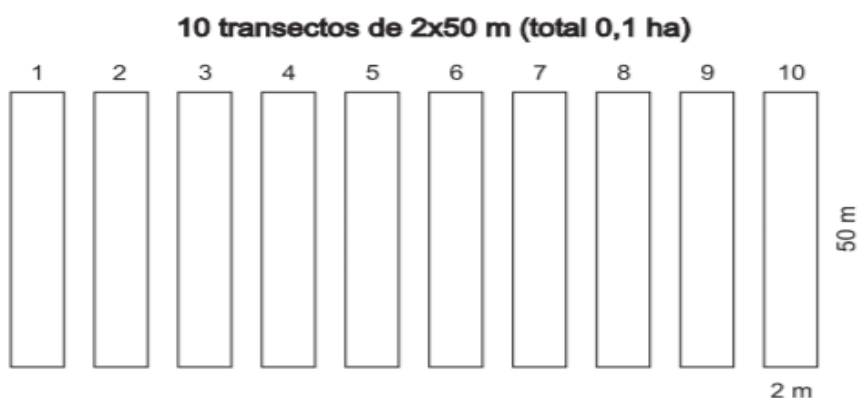
#### **7.1.2 Muestreo de plantas leñosas:**

se censaron en una unidad de muestreo de 0.1 ha, todos los individuos cuyo tallo tenía un diámetro a la 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 metros, evitando que se interceptaran, distanciados uno del otro por lo menos 20 metros Método propuesto por A. Gentry (1982) y Villareal (2004); el transecto número uno corresponde a la zona más alta a partir de la cual se distribuyeron los demás transectos, quedando los 5 primeros en la zona más alta y escarpada y los últimos en las zonas bajas y de menor pendiente. Es importante mencionar que entre el punto más alto y bajo del bosque existe un gradiente altitudinal de 100 m y esto nos permite tener dos zonas para análisis estadístico.

Con ayuda de fichas de campo, se registró en cada transecto datos como: especie, el DAP (diámetro a la altura del pecho) aproximadamente a 1.3 m del suelo, altura del fuste, la altura total y algunas características como habito, color de corteza y

presencia de exudado de cada planta, utilizando el método de Gentry (1995) citado por Muñoz y Noguera (2007);

Se tomaron muestras en cada transecto para su posterior determinación y herborización.



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

## 7.2 Perfiles fisonómico

Se eligió el transecto cinco 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 con 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 obtenida 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).

## 7.3 Procesamiento del material vegetal

En la fase de campo se colectaron, en lo posible tres muestras por cada individuo, para cada uno se anotaron los siguientes datos: color de flores, frutos presencia o no de exudado y coordenadas del lugar de colecta. Cada muestra se preno en papel periódico, se numeró y se alcoholizó.

El material colectado se llevó al herbario de la Universidad del Cauca (CAUP) Museo de Historia Natural. La desecación de los ejemplares se hizo en el horno a una temperatura de 80°C, durante un tiempo de 24 horas.

### **7.3.1 Determinación del material vegetal:**

para determinar las muestras se emplearon claves taxonómicas de Mendoza & Ramírez (2004), bases de datos del herbario virtual de la Universidad Nacional y se realizaron comparaciones con exicados del herbario de la Universidad del Cauca (CAUP). Para la nomenclatura y escritura de los nombres científicos se consultó la base de datos del Missouri Botanical Garden (<http://www.tropicos.org>). El material herborizado se depositó en el herbario de la Universidad del Cauca bajo la colección de Diana Milena Vásquez Calambas (D. Vásquez & C. Burbano & J. Córdoba) con el número 01 a la 092.

## **7.4 Tratamiento de la información**

**7.4.1 Diámetro a la altura del pecho (DAP):** En este caso, a cada uno de los ejemplares con  $DAP \geq 1$  cm se le 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).

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

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

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

**7.4.3 Análisis estructural:** con la información recopilada, se calcularon 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).

**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.

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

**Di**= Número de individuos de la iésima especie.

**$\Sigma Di$**  = 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

**$\Sigma Fi$**  = sumatoria 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 (IVI):** 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

#### **7.4.4 Estructura vertical o estratificación:**

Se refiere al tamaño y cobertura de la copa de cada estrato dentro de la comunidad. Al interior de la comunidad las plantas se incluyen dentro de uno de los siguientes estratos (Ramírez 1995):

- Herbáceo = 0.3 – 1.5 m
- Arbustivo = 1.5 – 5 m
- Arbóreo = 5 y 12 m

#### **7.5 Riqueza y diversidad florística**

La riqueza de especies se expresó como número de familias, géneros y especies encontradas en 0.1 ha. Adicionalmente se elaboró una lista de especies colectadas en los transectos.

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

$$\lambda = \sum p_i^2$$

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.

**7.1.2 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, 2011).

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

Donde: **H**= Diversidad de especies

**P<sub>i</sub>**= Número de individuos en total de la muestra que pertenecen a la especie  $i$



## 1. RESULTADOS Y DISCUSION

### 8.1 Aspectos generales

El bosque en general corresponde a un fragmento de tipo secundario, con sectores mejor 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 bosque es bastante denso, en tanto que el piso de halla tapizado por una gruesa capa de hojarasca.

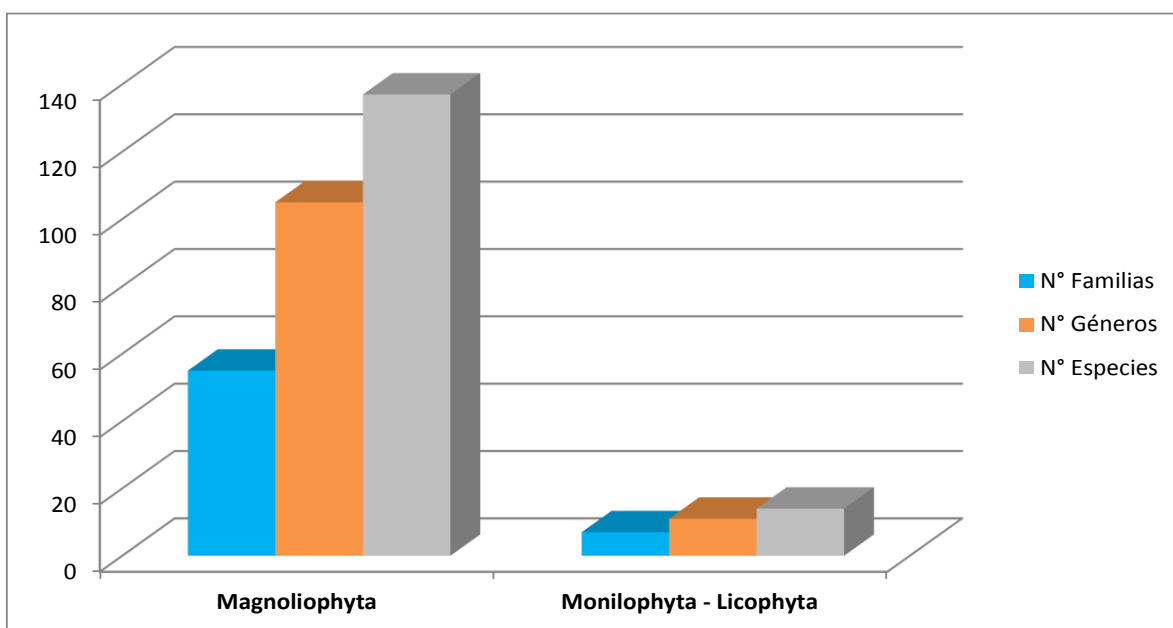
El remanente de bosque se encuentra rodeado por zonas cultivadas, donde predominan los cultivos de café (*Coffea arabica*), yuca (*Manihot esculenta*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), maíz (*Zea mays*) frutales y pastos para ganadería extensiva. Adicionalmente se encuentra uno de los fragmentos forestales de la empresa Smurfit Kappa Cartón de Colombia en donde es significativo el cultivo comercial de Pinos y Eucaliptos.

La vegetación natural del área de estudio se halla fragmentada en pequeños lotes que se distribuyen en las vertientes de las cañadas y drenajes permanentes en formaciones relictuales y bosques de galería, donde destacan especies como el roble (*Quercus humboldtii*), palo bobo (*Heliocarpus americanus*), guayacán de Manizales (*Lafoensia acuminata*), impamo (*Clusia* sp), arrayán (*Myrcia* sp.), aguacatillo (*Ocotea* sp.) entre otras.

Es frecuente el cultivo de granadilla de Quijos (*Passiflora popenovii*); en zonas aledañas a las fuentes de agua que rodean este bosque, se hallan agregaciones de caña brava (*Gynerium sagittatum*) y guadua (*Guadua angustifolia*). Las especies antes mencionadas constituyen fuentes de ingresos para las familias y las haciendas de estos predios; otras como la guayaba (*Psidium guajava*) se utilizan para el consumo y material dendroenergético.

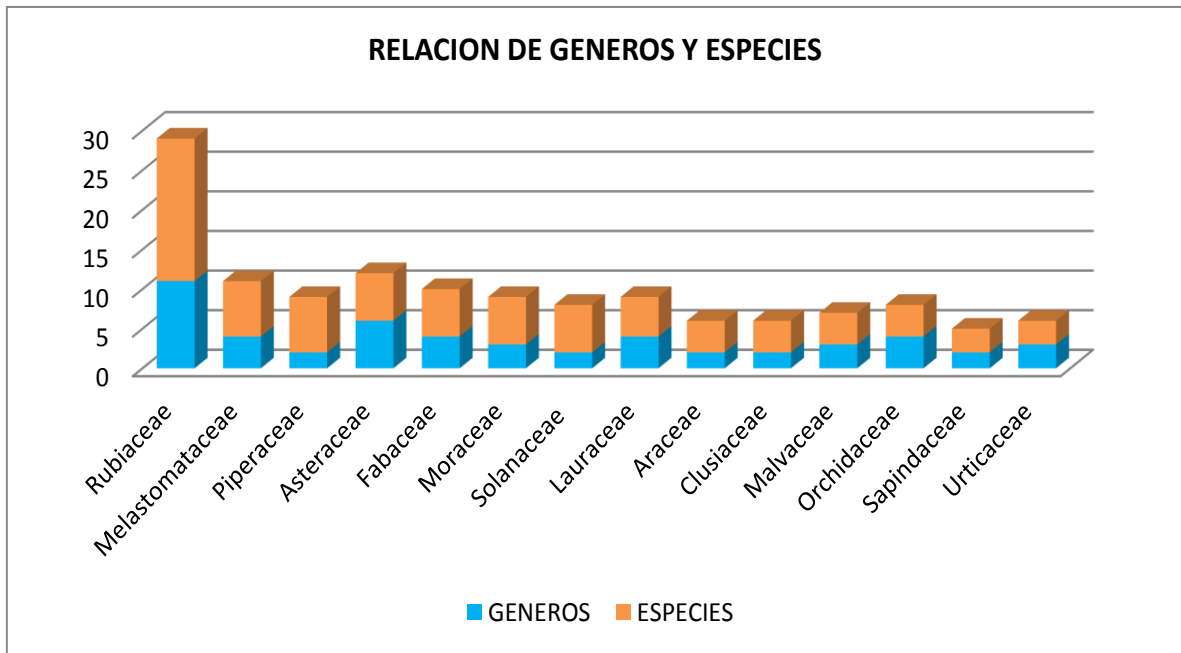
## 8.2 Composición florística

La flora vascular del área boscosa de la Hacienda Hato Viejo del municipio de Timbío está representada por 151 especies pertenecientes a 116 géneros y 62 familias. En Magnoliophyta (Anexo 1) se registraron 137 especies, distribuidas en 105 géneros y 55 familias (Figura 3). Las familias con más especies y géneros fueron Rubiaceae (18 especies/11 géneros), Melastomataceae (7/4), Piperaceae (7/2), Asteraceae (6/6), Fabaceae (6/4), Moraceae (6/3), Solanaceae (6/2) y Lauraceae (5/4). El resto de familias, presentaron menos de 4 especies (Figura 2).



**Figura 3.** Número de especies, géneros y familias por taxón, registradas en la Hacienda Hato Viejo.

En un área boscosa en el Jardín Botánico “Álvaro José Negret”, Vereda La Rejoja (Popayán - Cauca) con una extensión de 2,5 ha, a 1800 msnm se registraron 152 especies, 124 géneros y 59 familias (Bolaños *et al.*, 2010), valores que son muy similares a los encontrados en la Hacienda Hato Viejo (2 ha) debido al tamaño del área, similitud en el gradiente altitudinal, precipitación y por pertenecer de igual manera a un ecosistema de bosque Subandino.



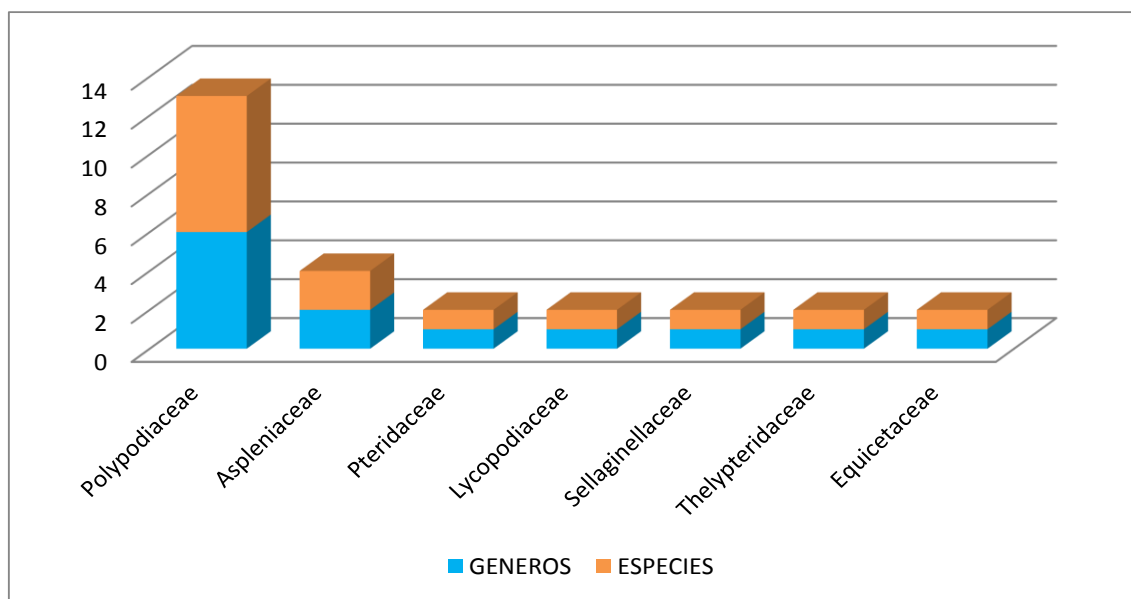
**Figura 4.** Relación géneros y especies de las familias más diversas de Magnoliophytas en la Hacienda Hato Viejo.

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.*, 2006; 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). En general, estas familias se encontraron en el fragmento de bosque secundario, transformado anteriormente por actividades de tipo agropecuaria y forestal, pero que actualmente está siendo protegido por reservas de la sociedad civil.

Los géneros más diversos fueron *Palicourea* (7 especies), *Piper* (5 especies), *Miconia*, *Solanum* y *Ficus* (4 especies cada uno). Géneros típicos de bosques secundarios tempranos y más o menos avanzados (Gentry, 1992; Giraldo-Cañas,

1995). *Anthurium*, *Clusia* e *Inga* presentaron 3 especies cada uno. Los otros géneros están representados por 1 o 2 especies.

La mayoría de especies de Asteraceae, Melastomataceae, Rubiaceae y Solanaceae se encontraron en áreas de ecotono o zonas de transición, mientras que Piperaceae, Fabaceae, Lauraceae y Moraceae se hallaron en el interior del bosque.



**Figura 5.** Relación de géneros y especies en familias de Monilophyta y Licophyta en la Hacienda Hato Viejo.

En Monilophytas y Licophyta se reconocieron 14 especies, 11 géneros y 7 familias (Anexo 2, Figura 5). La familia con más especies fue Polypodiaceae (7 especies /6 géneros), seguida por Aspleniaceae (2/1). Las restantes familias solo presentaron 1 sola especie (figura 5). Estos resultados son diferentes a los que se encontraron 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) y 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).

Los géneros con mayor número de especies fueron *Asplenium* y *Campyloneurum* (2 especies).

El fragmento de bosque de la Hacienda Hato Viejo presentó menor riqueza de especies si se compara con el estudio realizado en La Rejoja, donde se reportan 182 especies, 144 géneros y 74 familias. Algo similar muestra el estudio realizado por Pérez *et al.* (2009) en el Bosque de Pubenza, Municipio de Restrepo, Valle del Cauca, a 1700 msnm, donde se registraron 196 especies, 139 géneros y 67 familias. Estas diferencias se explican por características particulares del sitio como la historia de uso del mismo, el tipo e intensidad de las perturbaciones pasadas, la topografía del lugar y la fauna existente (León *et al.*, 2009).

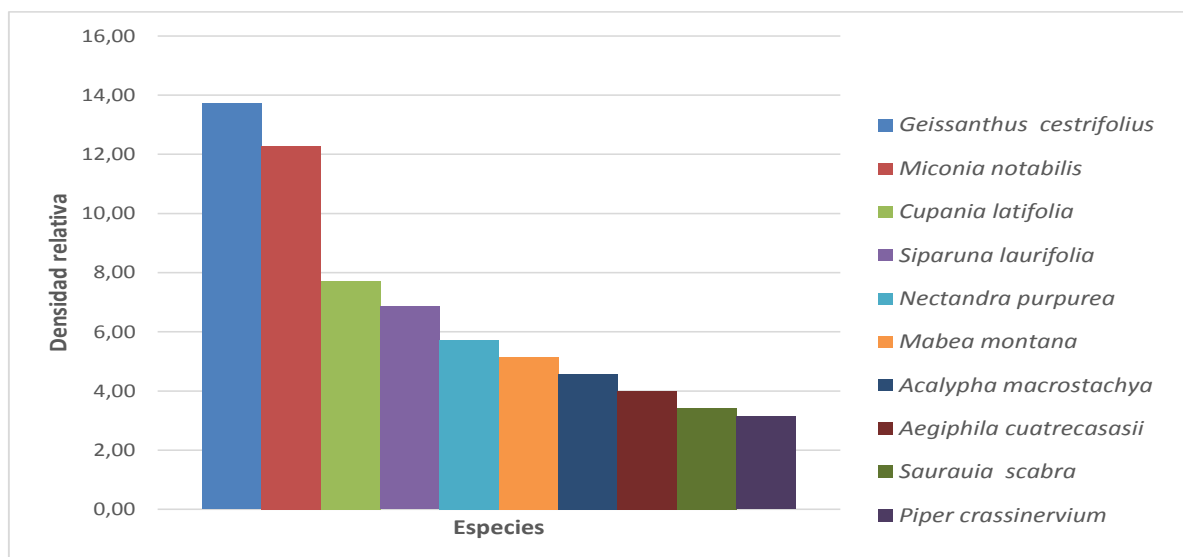
Por otra parte, la presencia de plantaciones de *Pinus*, *Eucalyptus* y áreas de pastizal alrededor del fragmento de bosque, es un factor limitante para la dispersión y el establecimiento de especies silvestres, propias del bosque Subandino. Las plantaciones de *Pinus* afectan los componentes hídricos y edáficos; generan además algunas reacciones alelopáticas y químicas en el suelo y establecen relaciones de competencia por luz y nutrientes, lo que puede promover la inhibición en el desarrollo de individuos de especies silvestres (Rodríguez-Lombana *et al.*, 2017).

Las familias Rubiaceae y Melastomataceae, en este tipo de zonas de vida, son indicadoras de áreas de bosque secundario (López *et al.*, 2015). La importancia y representatividad en el área de estudio de las familias Araceae y Piperaceae es favorecida posiblemente por una pequeña microcuenca, la cual genera ambientes húmedos, propicios para el desarrollo de las especies de estas familias (Cuatrecasas, 1958). La familia Asteraceae en la zona de estudio solo es frecuente en áreas de borde o en lugares donde hay mayor incidencia de luz. Además, el estrato arbóreo probablemente reduce fuertemente la disponibilidad de luz, restringiendo o reduciendo la densidad de especies y familias menos tolerantes a la sombra (Gutiérrez & Becerra, 2018).

### 8.3 Estructura

El muestreo de individuos con un DAP  $\geq 2,5$  en 0,1 ha en la Hacienda Hato Viejo, registró un total de 349 individuos de plantas vasculares, agrupadas en 46 especies, 37 géneros y 22 familias. El número de especies fue equivalente al de otros reportes de ambientes con características similares (Gutiérrez & Rojas, 1996; Bolaños *et al.*, 2010; López *et al.*, 2015).

La estructura del bosque Hacienda Hato Viejo, muestra a *Geissanthus cestrifolius*, *Miconia notabilis*, *Heliocarpus americanus* y *Cupania latifolia* como las especies con mayor IVI (Anexo 3). Los individuos de estas especies tienen en su mayoría DAP > 9 cm y unos pocos superan los 20 cm de DAP. Las especies *Geissanthus cestrifolius*, *Miconia notabilis*, *Cupania latifolia*, *Siparuna laurifolia* y *Nectandra purpurea* son las de mayor abundancia. Aspecto importante de estas especies para realizar procesos de restauración ecológica teniendo en cuenta sus aportes ecológicos los cuales pueden ser de gran ayuda en los ecosistemas de bosque Subandino que han sido degradados, dañados o destruidos por diferentes acciones antrópicas.



**Figura 6.** Especies con valores de densidad relativa más altos en la Hacienda Hato Viejo.

Las especies con densidad relativa más alta (Figura 6) fueron *Geissanthus cestrifolius* con 13,71 %, seguido de *Miconia notabilis* con 12,29 %. Las familias mejor representadas, en cuanto a número de individuos son: Primulaceae con 84, Melastomataceae 43, Sapindaceae 27, Siparunaceae 25 y Lauraceae 24; que representan el 47,85% del total de individuos.

Las especies más frecuentes fueron *Geissanthus cestrifolius*, *Miconia notabilis*, *Cupania latifolia*, *Siparuna laurifolia*, *Nectandra purpurea*, *Arachnothryx perezii* y *Psychotria carthagenensis* (Anexo 3).

Las especies que presentaron mayor valor de dominancia absoluta y relativa (Anexo 3) fueron: *Heliocarpus americanus*, *Maytenus macrocarpa* y *Cecropia angustifolia*. 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).

Las especies con mayor peso ecológico (IVI) presentes en la Hacienda Hato Viejo fueron: *Geissanthus cestrifolius* (22,76), *Miconia notabilis* (21,58), *Heliocarpus americanus* (18,32), *Cupania latifolia* (17,04) y *Siparuna laurifolia* (16,18). Han desarrollado estrategias para poderse mantener en bosque subandino, como la dispersión anemócora y ornitócora, logrando de esta manera llegar a áreas alejadas de las plantas parentales (Palacios, 2012). Estas especies difieren de las presentes en otros fragmentos de bosque similares como La Rejoja (Bolaños *et al.*, 2010), donde el IVI mayor lo obtuvieron *Alchornea latifolia* (96,3), *Syzygium jambos* (42,2), *Lacistema aggregatum* (29,6), *Palicourea heterochroma* (18,4) y *Hedyosmum bonplandianum* (17,6) que determinan la heterogeneidad de los bosques en estos ecosistemas de bosque Subandino.

Estructuralmente, se distinguen 3 estratos: herbáceo, arbustivo y arbóreo (Figura 7). El estrato herbáceo está constituido por 42 individuos correspondientes a 4 familias, 7 géneros y 10 especies (Figura 7), conformado básicamente por *Anthurium nigrescens*, *Anthurium pedatum*, *Monstera obliqua*, *Calea sessiliflora*, *Lepidaploa canescens*, *Tripogandra elongata*, *Ludwigia peruviana*, *Sida rhombifolia*, *Phyllanthus niruri*, *Melinis minutiflora*, *Coccocypselum lanceolatum* y *Cuphea racemosa*.

El estrato arbustivo conformado por 161 individuos distribuidos en 19 familias, 29 géneros y 34 especies. Este estrato es el dominante en cuanto al número de individuos (figura 7); está conformado por *Austroeupatorium inulifolium*, *Chrysochlamys sp*, *Viburnum lehmannii*, *Vismia lauriformis*, *Miconia aeruginosa*, *Tibouchina ciliaris*, *Psidium guajava*, *Piper aduncum*, *P. aequale*, *Notopleura macrophylla*, *Palicourea angustifolia*, *P. demissa*, *P. thyrsoiflora*, *Psychotria carthagenensis*, *Posoqueria coriacea*, *Siparuna aspera*, *Cestrum mariquitense*, *Cestrum ochraceum*, *Urera caracasana* y *Aegiphila cuatrecasasii*.

El estrato arbóreo está representado por 146 individuos, distribuidos en 20 familias, 28 géneros y 34 especies (figura 7); se destacan *Heliocarpus americanus*, *Nectandra purpurea*, *Saurauia scabra*, *Quercus humboldtii*, *Ladenbergia oblongifolia*, *Cecropia angustifolia*, *Ficus americana*, *F. subandina*, *Erythrina fusca*, *Cinnamomum triplinerve*, *Maytenus macrocarpa*, *Acalypha macrostachya*, *Mabea montana*, *Miconia notabilis* y *Cupania latifolia*.

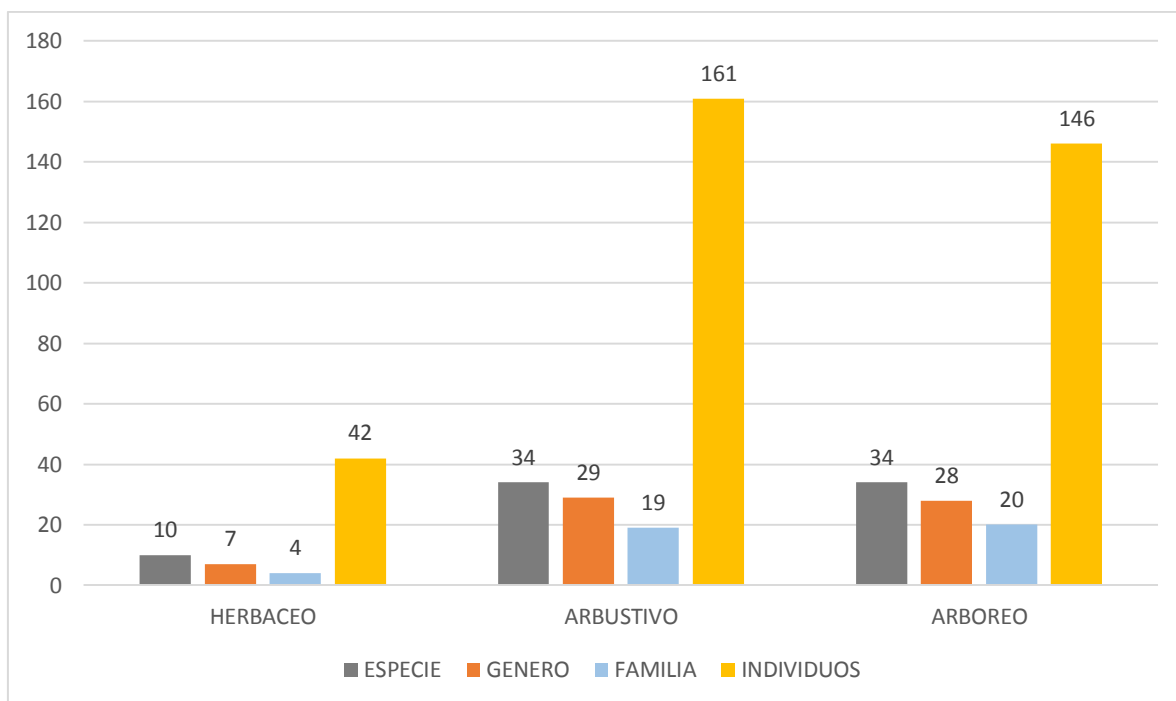
Según (Tejada 2009) el número de estratos está relacionado con la calidad del suelo y la humedad, cuanto menos favorables son las condiciones, tanto menor es la cantidad de estratos, esta aseveración se aplica al bosque estudiado en la hacienda Hato Viejo, Timbío, pues se reporta tres estratos frente a los reportados en otros estudios (Munar, 2006) y con ellos una baja riqueza de la zona.



Figura 7. Perfil fisionómico, (individuos con DAP  $\geq$  2,5 cm) estudiados en la hacienda Hato Viejo, Timbío (Cauca).

1. *Aegiphila cuatrecasasii* 2. *Anthurium pedatum* 3. *Coccocypselum lanceolatum* 4. *Cupania latifolia*
5. *Geissanthus cestrifolius* 6. *Mabea montana* 7. *Miconia notabilis* 8. *Nectandra purpurea* 9. *Psychotria aff carthagenensis* 10. *Quercus humboldtii* 11. *Sorocea trophoides* 12. *Piper aduncum*



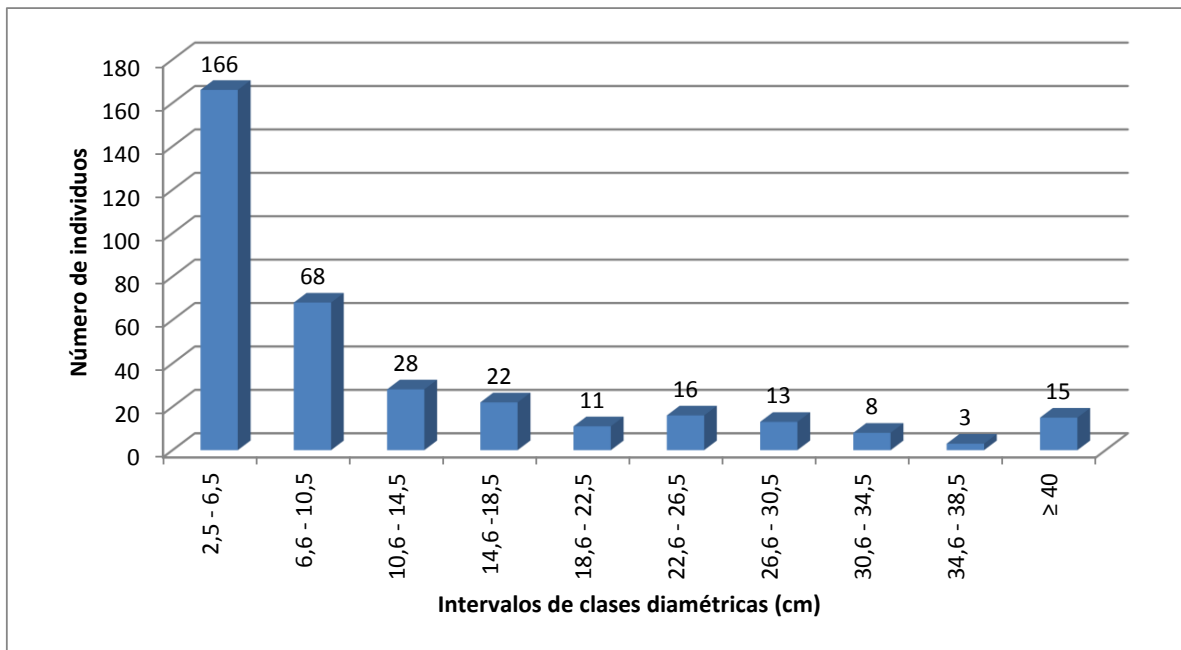


**Figura 8.** Distribución de la riqueza de especies, géneros, familias e individuos presentes en los estratos herbáceo, arbustivo y arbóreo en la Hacienda Hato viejo.

La mayoría de individuos en el fragmento de bosque estudiado pertenecen al estrato arbustivo (161 individuos) y arbóreo (146), cuya suma representa el 88% del total de individuos muestreados. Las diferencias observadas en la distribución vertical suponen una estructura variable que puede responder a la gran dinámica de claros en ecosistemas montañosos con altas pendientes (Robert, 2003) y a la presencia de un dosel denso que impide la entrada de luz al sotobosque.

El bajo epifitismo es un reflejo de las condiciones de poca humedad ambiental existente en el área de estudio, pese a que fluye una pequeña quebrada por el interior del bosque, existe un dosel arbóreo muy cerrado que impide poca entrada de luz. Sin embargo, se encontró un número reducido de especies e individuos como *Anthurium nigrescens*, *Anthurium sp*, *Comparettia falcata*, *Pleurothallis sp*, *Peperomia enantiostachya* y *Peperomia ewanii*. Es notorio el hecho de que no exista el marcado predominio de las monocotiledóneas, especialmente de orquídeas sobre los demás grupos tan común para el neotrópico (Gentry & Dodson, 1987).

Las lianas o bejucos se encontraron especialmente en el borde del fragmento de bosque, con pocas especies como *Passiflora alnifolia*, *Clematis haenkeana*, *Securidaca sp*, *Mandevilla montana* y *Asclepias curassavica*. Sin embargo, algunos estudios han documentado que la abundancia de lianas y hemiepífitas están mayormente asociadas con bosques primarios (Clark & Clark 1990, Mascaro *et al.*, 2004).



**Figura 9.** Distribución de clases diamétricas por individuos en la Hacienda Hato Viejo.

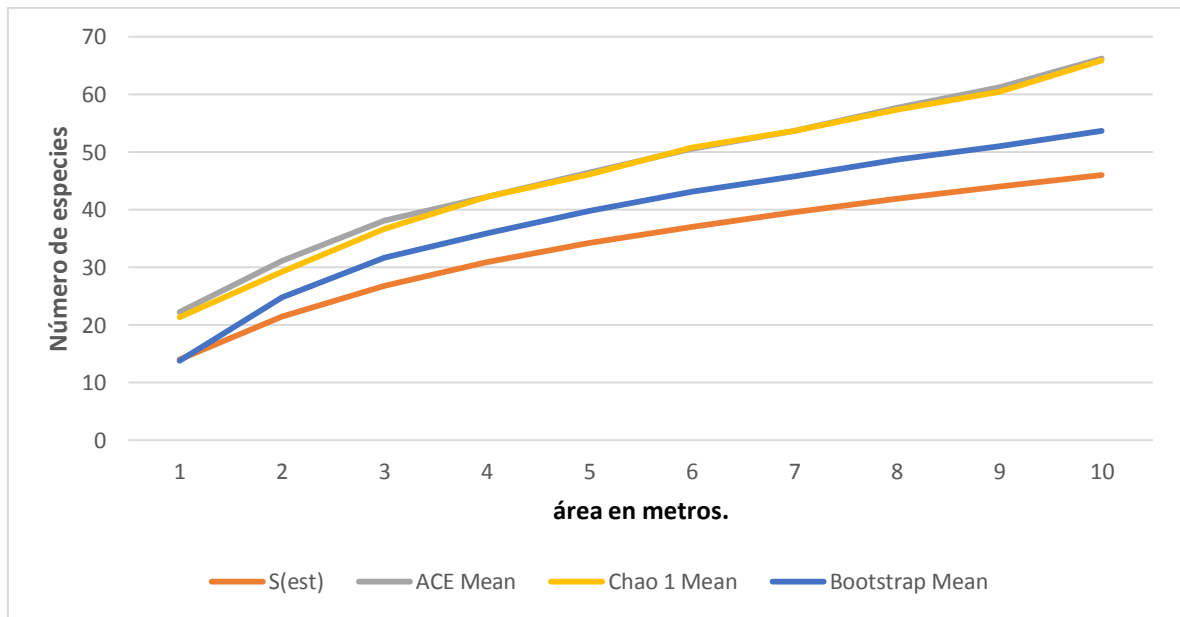
La mayoría de individuos, que representan el 47% del total, registraron valores de DAP menores o iguales a 6,5 cm y pertenecen a 30 especies, 26 géneros y 18 familias. Valores por encima de 40 cm se presentaron en muy pocos individuos pertenecientes a 6 familias, 9 géneros y 9 especies. El número de individuos disminuye progresivamente al aumentar el rango diamétrico, lo que indica que las especies poseen distribuciones diamétricas en forma de "J" invertida (figura 9). 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 refleja una característica sucesional secundaria del fragmento de bosque.

En este sentido, el fragmento de bosque estudiado representa una oportunidad de subsistencia de la flora regional y la fauna asociada a esta y se convierte en un banco de semillas o germoplasma que puede emplearse en futuros programas de restauración ecológica (Barrera *et al.*, 2010).

#### **8.4 Estimadores de riqueza de especies**

Respecto a la curva de acumulación de especies que representa gráficamente la forma como las especies van apareciendo en las unidades de muestreo (figura 10). El comportamiento de la curva para los cuatro estimadores de riqueza muestra que el número de especies de la comunidad de plantas de la Hacienda Hato viejo no aumentó rápidamente a medida que lo hace la superficie, pues no hay un transecto de muestreo donde se genere un punto de inflexión claro, para que la asíntota se estabilice, ya que a medida que se aumenta el área de muestreo aparecen nuevas especies. Esto indica que este fragmento de bosque presenta alta diversidad de especies y que 0,1 ha no son suficientes para conocer todas las especies de este ecosistema de bosque Subandino.

Sin embargo, un mayor esfuerzo de muestreo no asegura la estabilidad de la curva especies – área. La estabilización de esta curva no sucede prácticamente en ningún estudio de plantas leñosas de bosques tropicales debido principalmente a que las especies que aportan a la diversidad son especies raras y de distribución poco conocidas (Cabrera, 2005). Otro factor que estaría influyendo en la estabilidad de la curva en los estimadores de riqueza sería la dinámica de la sucesión natural que presenta el fragmento de bosque y que implica el establecimiento de nuevas especies que incrementan la diversidad (García *et al.*, 2010).



**Figura 10.** Curva de acumulación de especies y transectos muestreados en la Hacienda Hato Viejo.

Con relación a los estimadores de riqueza, Bootstrap mostró el menor sesgo y la mayor exactitud, a pesar de que muestra una curva que no alcanza una asíntota definida. Cabe resaltar que es el único estimador que coincide en un valor de riqueza de 46 especies para todas las especies agrupadas. Según Moreno (2001), el estimador Bootstrap, debido a que se basa en la proporción de unidades de muestreo que contiene cada especie, resultó ser el más preciso en el cálculo de la diversidad de especies de flora que pudiese existir en la Hacienda Hato viejo.

Chao 1 fue el que presentó el mayor sesgo y la menor exactitud. Según Gimaret *et al.* (1998) utilizando datos de riqueza de árboles de dos bosques tropicales primarios para evaluar Chao 1 y otros estimadores, encontraron que la proporción de especies raras presentes en la muestra influye en la forma de la curva de estimación. En el sitio con alto nivel de rareza (90% de especies con 1 ó 2 individuos/ha) ninguna de las curvas alcanzó una asíntota, mientras que en el sitio con menor nivel de rareza (65% de especies con 1 ó 2 individuos/ha), las curvas de Chao 1 alcanzó una asíntota.

## 8.5 Índices de diversidad

Los valores obtenidos en el índice de Shannon Wiener para el fragmento de bosque Hacienda Hato Viejo mostró valores normales de riqueza de especies (3,158) (Tabla 1), por lo que se puede establecer que el fragmento de bosque muestra heterogeneidad. Valores que son casi similares al confrontarlos con los reportados por García *et al.* (2014) para cuatro sitios de estudio ubicados sobre la meseta de Popayán. La diferencia encontrada en los sitios puede deberse especialmente al estado de conservación de los bosques en comparación.

**Tabla 1.** Riqueza, individuos e Índice de diversidad de la Hacienda Hato viejo.

Taxa_S	Individuos	Dominancia_D	Simpson_1-D	Shannon
46	349	0.062	0.938	3,158

El índice de Simpson mostró alta diversidad, ya que presentó valores cercanos a cero (0,062) (Tabla 1), lo que define una alta tasa de heterogeneidad. 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). De acuerdo con el valor del recíproco de Simpson (0,938) (Tabla 1), las comunidades presentes en el área de estudio, presentan vegetación que tiende a tener poca equidad en la abundancia de especies y por lo tanto existe dominio de unas pocas. Sin embargo, mostró una mayor equidad debido a que es un bosque con buen grado de conservación.

Los índices de diversidad indican que el fragmento de bosque Hacienda Hato Viejo es diverso, 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 a este remanente de bosque.

## 2. CONCLUSIONES

- En el inventario florístico realizado en la Hacienda Hato Viejo, Timbío se registraron 151 especies de plantas vasculares pertenecientes a 116 géneros y 62 familias. El mayor número de especies lo aportan las familias Rubiaceae, Melastomataceae, Asteraceae y Piperaceae. Distinguiéndose como taxones característicos de bosques perturbados en el ecosistema de bosque Subandino.
- El muestreo de plantas leñosas con  $DAP \geq 2,5$  en 0,1 ha muestra a *Geissanthus cestrifolius*, como la especie de mayor abundancia, frecuencia, dominancia, área basal e índice de valor de importancia.
- 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.
- Los índices de diversidad indican que el remanente de bosque de la Hacienda Hato Viejo posee un bosque heterogéneo a pesar de las perturbaciones antrópicas, manifiestas especialmente en plantaciones forestales y en la ganadería que se desarrolla en esta zona.
- Las condiciones topográficas del área de estudio como son las pendientes pronunciadas y el hecho de pertenecer la Hacienda Hato Viejo a un grupo social ha favorecido el mantenimiento del bosque, convirtiéndose en potencial para la restauración ecológica en áreas aledañas, con participación de la comunidad.

### 3. RECOMENDACIONES

- Es necesario adelantar cursos o talleres sobre educación ambiental con los propietarios de la Hacienda Hato Viejo y personas residentes del área de estudio para generar conciencia sobre la importancia de conservar y usar responsablemente los bosques de la zona.
- Adelantar procesos de restauración ecológica con las especies que presentaron mayor índice de valor de importancia, para contribuir en la recuperación, en gran medida de 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.



#### 4. BIBLIOGRAFIA

- Alvear, M. Betancur, J. Franco, P. 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. 2010.
- Alcaldía de Timbío. 2006. Diagnostico Territorial. DEPARTAMENTO DEL CAUCA MUNICIPIO DE TIMBIO, PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL. 2006.
- 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).
- Barrera, J., S. Contreras, N. Garzón, A. Moreno y P. Montoya. 2010. Manual para la Restauración Ecológica de los Ecosistemas Disturbados del Distrito Capital. Obra Independiente. Bogotá, D.C., 403 pp.
- Bernal, R., S.R. Gradstein & M. Celis (eds.). 2019. Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>.
- Bolaños, G., E. Chito., C. Feuillet y B. R. Ramírez P. 2018. Vegetación, estructura y composición de un área boscosa en el jardín botánico “Alvaro José Negret”, vereda la Rejoja, Popayán (Cauca, Colombia). *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia natural*. bol.cient.mus.hist.nat. 14 (2): 19 – 38.
- Bosques andinos. 2018. Manejo sostenible del paisaje de montañas frente al cambio climático. <https://www.flickr.com/people/bosquesandinos/>.
- Cabrera, W. H. 2005. Diversidad florística de un bosque montano en los andes tropicales del noroeste de Bolivia. *Ecología en Bolivia*. 40(3) 380-395.
- Carrascal, M. Rangel, L. 2012. Distribución de las especies florísticas en el área destinada al proyecto jardín botánico Jorge Enrique Quintero Arenas De La Universidad Francisco De Paula Santander Ocaña.
- Clark, D. & D. Clark. 1990. Distribution and effects on tree growth of lianas and woody hemiepiphytes in a Costa Rican tropical wet forest. *Journal of Tropical Ecology* 6 (3): 321-331.

- Cortés, S. P. 2003. Estructura de la vegetación arbórea y arbustiva en el costado oriental de la serranía de Chía (Cundinamarca, Colombia). Programa de doctorado en Biología. Biodiversidad y Conservación. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, D.C. *Caldasia* 25 (1) 2003: 119-1337.
- Chalmers, N.R. 1996. Monitoring and inventoring biodiversity. Collections data and training, pp. 171-179, en: F. Di Castri y T. Yuonés. Biodiversity, science and development. Cambridge: CAB Internacional, University Press.
- CRC. Diagnostico Territorial. Departamento del Cauca. municipio de Timbío Plan Básico de ordenamiento territorial. Conocimiento Ambiental.
- Cuatrecasas, J. 1958. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 10(40), 221-268.
- Galindo, R. T., J. Betancur y M. Cadena 2003. Estructura y composición florística de cuatro bosques andinos del santuario de flora y fauna Guanentá-alto río Fonce, cordillera Oriental colombiana. *Caldasia* 25(2): 313-335.
- Galvez, J. Ordoñez, O. Bussmann, R. 2003. Estructura del bosque montano perturbado y no-perturbado en el Sur de Ecuador. *Lyonia* 3(1): 83-98, 2003.
- García, C., Marin, H., Moriones, D., Muñoz, M., Valencia, C. 2014. Estructura, composición y diversidad de los bosques naturales de Smurfit Kappa Cartón de Colombia: Popayán y Cajibío. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. 12 (1): 10-19.
- García, C., Suarez C. y Daza, M. 2010. Estructura y diversidad florística de dos bosques naturales (Buenos Aires, Departamento del Cauca, Colombia). *Reporte de casos*. 8(1) 74-81.
- Gentry, A. H. 1995. Patterns of diversity and floristic composition in Neotropical montane forest. Pages 103-126. 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.
- Gentry, A. Dodson, C. 1987. Diversity and Biogeography of Neotropical Vascular Epiphytes. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 74(2), 205-233.

- Gentry, AH. 1992. Biodiversidad de bosques tropicales: patrones de distribución y su importancia conservadora. *Oikos* , 19-28
- Gimaret C., Pélissier R., Pascal J. y Houllier F. (1998). Sampling strategies for the assessment of tree species diversity. *Journal of Vegetation Science* 9:161-172.
- Guerreo, P. 2012. Bosques andinos. <https://geografia.laguia2000.com/general/bosque-andino>.
- Gutierrez, I & Becerra, P. (2018). Composición, diversidad y estructura de la vegetación de bosques ribereños en el centro sur de Chile. *BOSQUE*. 39(2): 239-253.
- Hernández, P. J. 2000. Estudio de flora y vegetación. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. 37 p.
- Holdridge, L. R. 1987. Ecología basada en zonas de vida (83). Agroamérica. San José de Costa Rica. 216 p.
- Holdridge, LR, y Grenke, WC. 1971. Ambientes forestales en zonas de vida tropical: un estudio piloto. *Ambientes forestales en zonas de vida tropical: un estudio piloto*.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2010. Estrategia Nacional para la Conservación de Plantas Actualización de los antecedentes normativos y políticos, y revisión de avances. 164 p.
- León, J.D., Vélez, G. y Yepes, A.P. 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 p.
- López Vargas, L.E., Becoche Mosquera, J.M., Macías Pinto, D.J., Ruiz Montoya, K., Velasco Reyes, A. y Pineda, S. 2015. Estructura y composición florística de la Reserva Forestal - Institución Educativa Cajete, Popayán (Cauca). *Revista Luna Azul*, 41, 131-151.
- Magurran, A. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey. 179 p.

- Mascaro, J., Schnitzer, S. y Carson, W. 2004. Liana diversity, abundance, and mortality in a tropical wet forest in Costa Rica. *Forest Ecology and Management* 190: 3-14.
- Mattucci, S. D. y A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Universidad Nacional experimental Francisco de Miranda – Organización de los Estados Americanos, programa regional para el desarrollo científico y tecnológico. Washington. 168 p.
- Meli, P, y V. Carrasco C. 2011. Restauración ecológica de riberas Manual para la recuperación de la vegetación ribereña en arroyos de la Selva Lacandona. Serie Diálogos / Número 5. Corredor Biológico Mesoamericano México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 62 p.
- Mendoza H. y Ramírez B. 2006. Guía ilustrada de géneros Melastomataceae y Memecylaceae de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt; Universidad del Cauca. Colombia. 288 p.
- 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. 351p
- 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.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 p.
- Munar, D. M. 2006. Caracterización florística y fisionómica de dos bosques, municipio de Santa Rosa, Bota Caucana, Colombia. Universidad del Cauca, facultad de ciencias exactas y de la educación. Trabajo de grado Biología, departamento de Biología.
- Muñoz, A. G. y Noguera, W. E. 2007. Evaluación de la estructura, composición y diversidad florística de especies leñosas con DAP  $\geq 1$  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 trabajo de grado tecnología forestal, San Juan de Pasto. 247 p.

- Noss, R. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical model. *Conservation Biology* 4: 335 – 364.
- Palacios, L, J. (2012). Estructura y composición de la vegetación arbórea y arbustiva del Cerro Chimayoy, región norandina de Nariño, Colombia. Trabajo de grado para obtener el título de Bióloga con énfasis en Ecología. Universidad de Nariño. 129 p.
- Peralvo, M., M. Bustamante, F. Cuesta y M. T. Becerra. 2012. Panorama andino sobre el cambio climático. Adaptación y vulnerabilidad de los sistemas productivos andinos. Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecoregión Andina – CONDESAN SGCAN, Lima. 287 p.
- Pérez, O. Parra, E y Morales, G. (2009). Inventario florístico de la reserva “Bosque de Pubenza” municipio de Restrepo, Valle del Cauca (Colombia). En: Libro de resúmenes V congreso Colombiano de Botánica. San Juan de Pasto. 80p.
- Rangel, J. O., Lowy, P., & Aguilar, M. 1997. Colombia diversidad biótica II: tipos de vegetación en Colombia. La distribución de los tipos de vegetación en Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, Ministerio del Medio Ambiente, Colombia. 440 p.
- Rangel, O. 2000. Colombia diversidad biótica III. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de ciencias naturales. Santafé de Bogotá, D.C, 852 p.
- Robert, A. 2003. Simulation of the effect of topography and tree falls on stand dynamics and stand structure of tropical forests. *Ecological Modelling* 167 (3): 287-303.
- Rodríguez-Lombana, A. R., H. E. Beltrán-Gutiérrez y A. C. Moreno. 2017. Caracterización florística del bosque subandino y algunas áreas disturbadas en San Bernardo (Cundinamarca), Colombia. *Biota Colombiana* 18 (2): 42 – 71.
- Tobón, C. 2009. Los bosques andinos y el agua. Serie investigación y sistematización #4. Programa Regional ECOBONA – INTERCOOPERATION, CONDESAN. Quito. 13 p.

- Torres, G., & Marina, A. 2016. Caracterización Florística De Un Bosque Alto Andino En El Parque Nacional Natural Puracé, Cauca, COLOMBIA. Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural, 20(1), 27-39.
- Triana L. M., & Murillo, J. 2009. Los Pteridofitos De Un Bosque Subandino En El Municipio De Alban, Cundinamarca (Colombia). Acta Biológica Colombiana, Vol.9 (2), 125 p. 2004. Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.
- UniCórdoba. 2009. Instructivo para confeccionar el herbario. Córdoba.
- Unep. 1995. Global biodiversity assessment. V.H. Heywood, R. Watson, T. Cambridge. UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME.
- Villarreal H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A. M. Umaña. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. 236 p.

## ANEXOS

### Anexo 1. Magnoliophytas registradas en la Hacienda Hato Viejo.

Familia	Especie	Habito
Acanthaceae	<i>Hygrophila costata</i> Nees.	H
Actinidiaceae	<i>Saurauia scabra</i> (Kunth) D. Dietr.	A
Anarcadiaceae	<i>Rhus striatum</i> (Ruiz & Pav)	Ar
Apiaceae	<i>Sanicula liberta</i> Cham. & Schltld.	H
Apocynaceae	<i>Asclepias curassavica</i> L.	H
	<i>Mandevilla montana</i> (Kunth) Markgr.	L
Araceae	<i>Anthurium nigrescens</i> Engl.	H
	<i>Anthurium pedatum</i> Kunth.	H
	<i>Anthurium sp</i>	H
	<i>Monstera obliqua</i> Miq.	H
Araliaceae	<i>Oreopanax incisus</i> (Willd. ex Schult.)	A
Arecaceae	<i>Chameadorea pinnatifrons</i> (Jacq.) Oerst.	Ar
Asteraceae	<i>Austroeupatorium inulifolium</i> (Kunth) R.M. Kingh	Ar
	<i>Baccharis inamoena</i> L.	Ar
	<i>Calea sessiliflora</i> Less.	H
	<i>Condylopodium cuatrecasasii</i> R.M.	Ar
	<i>Lepidaploa canescens</i> (Kunth.) H. Rob.	Ar
	<i>Steiractinia sodiroi</i> (Hieron.) S.F.Blake.	H
Bromeliaceae	<i>Tillandsia sp.</i>	H
Celastraceae	<i>Maytenus macrocarpa</i> (Ruiz & Pav.) Briq	A
Clusiaceae	<i>Chrysochlamys sp</i>	A
	<i>Clusia sp</i>	A
	<i>Clusia colombiana</i> Pipoly.	A
	<i>Clusia ellipticifolia</i> Cuatrec.	A
Commelinaceae	<i>Tripogandra elongata</i> (G. Mey.) Woodson.	H
Cyperaceae	<i>Eleocharis elegans</i> (Kunth) Roemer & J. A. Schultes	H
	<i>Rhynchospora nervosa</i> Vahl.	H
	<i>Rhynchospora fusca</i> (CB Clarke) Kral	H
Ericaceae	<i>Bejaria mathewsii</i> Fielding & Gardner.	Ar
	<i>Monotropa uniflora</i> L.	H
Euphorbiaceae	<i>Acalypha macrostachya</i> Jacq.	A
	<i>Alchornea latifolia</i> SO.	A
	<i>Croton sp</i>	A
Fabaceae	<i>Caesalpinia pluviosa</i> GP Lewis	A

	<i>Erythrina fusca</i> Lour.	H
	<i>Inga sp1</i>	A
	<i>Inga sp2</i>	A
	<i>Inga villosissima</i> (Benth)	A
	<i>Mimosa quitensis</i> Benth.	Ar
Fagaceae	<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.	A
Hypericaceae	<i>Viburnum lehmannii</i> Killip & A.C. Sm.	Ar
	<i>Vismia lauriformis</i> (Lam.) Choisy.	A
Lamiaceae	<i>Salvia rufula</i> (kunth).	Ar
	<i>Stachys micheliana</i> Briq.	H
Lauraceae	<i>Aiouea dubia</i> (Kunth) Mez	A
	<i>Cinnamomum triplinerve</i> (Lundell) Kosterm.	A
	<i>Nectandra purpurea</i> (Ruiz & Pav.) Mez	A
	<i>Nectandra sp</i>	A
	<i>Rhodostemonodaphne</i>	A
Loranthaceae	<i>Oryctanthus alveolatus</i> (Kunth) Kuijt.	H
Lythraceae	<i>Cuphea racemosa</i> (L. f.) Spreng.	H
Malpighiaceae	<i>Stigmaphyllon bogotense</i> Triana y Planch.	L
	<i>Tetrapterys benthamii</i> Triana & Planch.	H
Malvaceae	<i>Heliocarpus americanus</i> L.	A
	<i>Pavonia sp.</i>	H
	<i>Pavonia sepioides</i> Fryxell & Krapov.	H
	<i>Sida rhombifolia</i> L.	H
Melastomataceae	<i>Meriania speciosa</i> (Bonpl.) Naudin	A
	<i>Miconia acuminifera</i> Triana.	A
	<i>Miconia aeruginosa</i> Naudin.	Ar
	<i>Miconia aff cladonia</i> Gleason	Ar
	<i>Miconia theizans</i> (Bonpl.) Cogn.	Ar
	<i>Monochaetum ciliatum</i> Gleason.	H
	<i>Tibouchina ciliaris</i> (Vent.) Cogn.	H
Meliaceae	<i>Guarea sp</i>	A
Menispermaceae	<i>Abuta antioquiiana</i> Krukoff & Barneby	A
Moraceae	<i>Ficus americana</i> Aubl.	A
	<i>Ficus andina</i> Standl.	A
	<i>Ficus gigantocyde</i> Dugand	A
	<i>Ficus subandina</i> Dugand.	A
	<i>Mabea montana</i> Müll. Arg.	A
	<i>Sorocea trophoides</i> W.C. Burger	A
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	Ar
	<i>Syzygium jambos</i> ; (L.) Alston	A
Nyctaginaceae	<i>Guapira sp.</i>	Ar
Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	A
Onagraceae	<i>Ludwigia peruviana</i> (L.) H. Hara.	H



Orchidaceae	<i>Comparettia falcata</i> Poepp & Endl.	H
	<i>Elleanthus aureus</i> (Poepp. & Endl.) Rchb.f.	H
	<i>Malaxis</i> sp	H
	<i>Pleurothallis</i> sp	H
Passifloraceae	<i>Passiflora alnifolia</i> kunth.	L
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus niruri</i> L.	H
Picramniaceae	<i>Picramnia</i> sp	Ar
Piperaceae	<i>Peperomia enantiostachya</i> C.D.C.	H
	<i>Peperomia ewanii</i> Trel.& Yunk	H
	<i>Piper aduncum</i> L.	Ar
	<i>Piper aequale</i> Vahl.	Ar
	<i>Piper crassinervium</i> C. DC.	Ar
	<i>Piper glanduligerum</i> C. DC.	Ar
	<i>Piper hartwegianum</i> (Kunth) A. DC.	Ar
Poaceae	<i>Melinis minutiflora</i> P. Beauv.	H
	<i>Lasiacis</i> sp	H
Polygalaceae	<i>Securidaca</i> sp	H
Polygonaceae	<i>Persicaria punctata</i> (Elliott) Small.	H
Primulaceae	<i>Geissanthus cestriifolius</i> (Kunth) Mez	A
	<i>Rapanea coriacea</i> (Mez, Carl Christian)	Ar
Proteaceae	<i>Roupala monosperma</i> (Ruiz & Pav) I.M Johnst	A
Ranunculaceae	<i>Clematis haenkeana</i> C. Presl.	Ar
Rosaceae	<i>Rubus rosifolius</i> Sm.	H
	<i>Rubus urticifolius</i> Poir.	Ar
Rubiaceae	<i>Arachnothryx perezii</i> (Standl. Ex Steyerm.)	Ar
	<i>Cinchona pubescens</i> vah.	Ar
	<i>Coccocypselum lanceolatum</i> (Ruiz & Pav.)	H
	<i>Elaeagia myriantha</i> (Standl.) CM Taylor & Hammel	A
	<i>Guettarda</i> sp	A
	<i>Ladenbergia macrocarpa</i> (Vahl) Klotzsch.	A
	<i>Manettia lehmannii</i> (Wernham) Standl.	L
	<i>Notopleura macrophylla</i> (Ruiz & Pav.) C.M. Taylor.	Ar
	<i>Notopleura</i> sp	Ar
	<i>Palicourea acetosoides</i> Wernham.	Ar
	<i>Palicourea angustifolia</i> Kunth.	Ar
	<i>Palicourea demissa</i> Standl.	Ar
	<i>Palicourea guianensis</i> Aubl.	Ar
	<i>Palicourea</i> sp	Ar
	<i>Palicourea</i> sp1	Ar
	<i>Palicourea thyrsoiflora</i> (Ruiz & Pav).	Ar
	<i>Posoqueria coriacea</i> M. Martens & Galeotti.	Ar
<i>Psychotria aff carthagenensis</i> Jacq.	Ar	

Salicaceae	<i>Banara ulmifolia</i> (Kunth) Benth.	A
Santalaceae	<i>Phoradendron undulatum</i> (Pohl ex DC.) Eichler	H
Sapindaceae	<i>Allophylus mollis</i> (Kunth) Radlk.	A
	<i>Cupania americana</i> L.	A
	<i>Cupania latifolia</i> Kunth.	A
Scrophulariaceae	<i>Castilleja arvensis</i> Schltl. & Cham.	H
Siparunaceae	<i>Siparuna aspera</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	Ar
	<i>Siparuna laurifolia</i> (Kunth) A. DC.	Ar
Solanaceae	<i>Cestrum mariquitense</i> Kunth.	Ar
	<i>Cestrum ochraceum</i> Francey.	Ar
	<i>Solanum asperolanatum</i> (Ruiz & Pav).	Ar
	<i>Solanum capsicoides</i> All.	H
	<i>Solanum lepidotum</i> Dunal.	Ar
	<i>Solanum sp</i>	Ar
Urticaceae	<i>Cecropia obtusifolia</i> Bertol.	A
	<i>Phenax sp</i>	Ar
	<i>Urera caracasana</i> (Jacq.) Gaudich. ex Griseb.	Ar
Verbenaceae	<i>Aegiphila cuatrecasasii</i> Moldenke	A

## Anexo 2. Monilofitos y Licofitos presentes en la Hacienda Hato Viejo.

Familia	Especie	Habito
Aspleniaceae	<i>Asplenium aethiopicum</i> (Burm. f.) Bech.	H
	<i>Asplenium radicans</i> L.	H
Equisetaceae	<i>Equisetum bogotense</i> Kunth.	H
Lycopodiaceae	<i>Huperzia reflexa</i> (Lamb.) Trevis	H
Polypodiaceae	<i>Campyloneurum angustifolium</i> (Sw.) Fée.	H
	<i>Campyloneurum repens</i> (Aubl.)	H
	<i>Lellingeria apiculata</i> (Kunze ex Klotzsch) A.R. Sm. & R. C. Moran	H
	<i>Pecluma eurybasis</i> (C. Chr.) M. G. Price	H
	<i>Pleopeltis macrocarpa</i> Borys ex Wild.	H
	<i>Serpocaulon giganteum</i> (Desv)	H
	<i>Pleopeltis remota</i> (Desv)	H
Pteridaceae	<i>Adiantum andicola</i> Liebm.	H
Selaginellaceae	<i>Sellaginella geniculata</i> (C. Presl.) Spring	H
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris sp</i>	H

**Anexo 3.** Variables fitosociológicas para plantas vasculares de la Hacienda Hato Viejo.

<b>Especie</b>	<b>D</b>	<b>Dr</b>	<b>F</b>	<b>Fr</b>	<b>Do</b>	<b>Dor</b>	<b>IVI</b>
<i>Geissanthus cestrifolius</i>	480	13,714	100,000	7,407	66,800	1,643	22,764
<i>Miconia notabilis</i>	430	12,286	90,000	6,667	107,079	2,633	21,585
<i>Heliocarpus americanus</i>	10	0,286	10,000	0,741	703,145	17,289	18,316
<i>Cupania latifolia</i>	270	7,714	90,000	6,667	108,188	2,660	17,041
<i>Siparuna laurifolia</i>	240	6,857	90,000	6,667	107,943	2,654	16,178
<i>Nectandra purpurea</i>	200	5,714	60,000	4,444	106,927	2,629	12,788
<i>Mabea montana</i>	180	5,143	50,000	3,704	117,511	2,889	11,736
<i>Aegiphila cuatrecasasii</i>	140	4,000	50,000	3,704	107,555	2,645	10,348
<i>Saurauia scabra</i>	120	3,429	50,000	3,704	107,494	2,643	9,775
<i>Arachnotryx perezii</i>	90	2,571	60,000	4,444	102,201	2,513	9,529
<i>Acalypha macrostachya</i>	160	4,571	50,000	3,704	29,776	0,732	9,007
<i>Piper crassinervium</i>	110	3,143	50,000	3,704	46,919	1,154	8,000
<i>Piper hartwegianum</i>	110	3,143	30,000	2,222	107,101	2,633	7,999
<i>Quercus humboldtii</i>	110	3,143	30,000	2,222	102,733	2,526	7,891
<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	60	1,714	40,000	2,963	108,079	2,658	7,335
<i>Psychotria carthagenensis</i>	80	2,286	60,000	4,444	23,851	0,586	7,317
<i>Inga villosissima</i>	80	2,286	30,000	2,222	107,271	2,638	7,146
<i>Oreopanax incisus</i>	50	1,429	40,000	2,963	102,147	2,512	6,903
<i>Palicourea thyrsoiflora</i>	50	1,429	30,000	2,222	108,830	2,676	6,327
<i>Cecropia obtusifolia</i>	30	0,857	30,000	2,222	131,879	3,243	6,322
<i>Maytenus macrocarpa</i>	20	0,571	10,000	0,741	185,308	4,556	5,869
<i>Sorocea trophoides</i>	70	2,000	10,000	0,741	117,862	2,898	5,639
<i>Cinchona pubescens</i>	30	0,857	20,000	1,481	131,109	3,224	5,562
<i>Urera caracasana</i>	50	1,429	20,000	1,481	99,699	2,451	5,362
<i>Chrysochlamys sp</i>	20	0,571	20,000	1,481	116,317	2,860	4,913
<i>Piper glanduligerum</i>	70	2,000	20,000	1,481	54,387	1,337	4,819
<i>Aiouea dubia</i>	20	0,571	20,000	1,481	108,197	2,660	4,713
<i>Palicourea acetosoides</i>	20	0,571	10,000	0,741	136,215	3,349	4,662
<i>Guettarda sp1</i>	20	0,571	10,000	0,741	106,632	2,622	3,934
<i>Inga sp2</i>	20	0,571	10,000	0,741	101,921	2,506	3,818
<i>Posoqueria coriacea</i>	10	0,286	10,000	0,741	58,012	1,426	2,453
<i>Nectandra sp1</i>	10	0,286	10,000	0,741	45,837	1,127	2,154
<i>Ficus americana</i>	10	0,286	10,000	0,741	42,096	1,035	2,062
<i>Inga sp2</i>	10	0,286	10,000	0,741	42,096	1,035	2,062
<i>Erythrina fusca</i>	10	0,286	10,000	0,741	31,831	0,783	1,809
<i>Ficus subandina</i>	10	0,286	10,000	0,741	28,727	0,706	1,733
<i>Rhus striatum</i>	10	0,286	10,000	0,741	28,727	0,706	1,733
<i>Securidaca sp1</i>	10	0,286	10,000	0,741	28,727	0,706	1,733
<i>Piper aduncun</i>	10	0,286	10,000	0,741	25,783	0,634	1,660
<i>Palicourea angustifolia</i>	10	0,286	10,000	0,741	22,996	0,565	1,592

<i>Siparuna aspera</i>	10	0,286	10,000	0,741	15,597	0,384	1,410
<i>Alchornea latifolia</i>	10	0,286	10,000	0,741	7,958	0,196	1,222
<i>Cinamomum triplinerve</i>	10	0,286	10,000	0,741	7,958	0,196	1,222
<i>Picramnia sp1</i>	10	0,286	10,000	0,741	7,958	0,196	1,222
<i>Chamaedorea pinnatifrons</i>	10	0,286	10,000	0,741	6,446	0,158	1,185
<i>Guarea sp1</i>	10	0,286	10,000	0,741	5,093	0,125	1,152