

Estructura y composición florística en los remanentes de Bosque Andino municipio de San Francisco (Cundinamarca, Colombia)

Lucia Fernanda Muñoz Camacho

Trabajo de grado para optar el título de Bióloga

Director:

Jose Reinaldo Aguilar Cano

Magister en Ciencias Biológicas

Universidad Industrial De Santander

Facultad de Ciencias

Escuela de Biología

Bucaramanga

2017

Contenido

	Pág.
Introducción	12
1. Objetivos	14
2. Competencias	15
3. Materiales y métodos	15
3.1 Área de estudio	15
3.2 Fase de Campo	16
3.2.1 Muestreo	16
3.3 Localidades de muestreo.....	17
3.3.1 Sitio 1:.....	17
3.3.2 Sitio 2:.....	17
3.3.3 Sitio 3:.....	17
3.4 Fase de laboratorio.....	20
3.4.1 Composición	20
3.4.2 Estructura	20
3.4.3 Diversidad	21
3.4.3.1 Diversidad Alfa.....	21
3.4.3.2 Curva de acumulación de especies	21
3.4.3.3 Diversidad Beta.....	22

3.5 Incorporación de datos en la infraestructura institucional de datos I2D.....	22
4. Resultados.....	23
4.1 Riqueza y Composición florística.....	23
4.2 Estructura Horizontal (IVI).....	24
4.2.1 Hacienda Piamonte:	24
4.2.2 Reserva Natural Hacienda La Nube:.....	24
4.2.3 Hacienda Los Amarillos:	24
4.3 Estructura Vertical	27
4.3.1 Hacienda Piamonte:	27
4.3.2 Reserva Natural Hacienda La Nube.....	27
4.3.3 Hacienda Los Amarillos:	27
4.4 Diversidad.....	27
4.4.1 Diversidad alfa (α).....	27
4.4.2 Curva de acumulación de especies	28
4.4.2.1 Hacienda Piamonte	28
4.4.2.2 Reserva Natural Hacienda La Nube:.....	28
4.4.2.3 Hacienda Los Amarillos:	28
4.5 Diversidad Beta (β).....	30
4.6 Especies destacadas	30
4.7 URL de la infraestructura institucional con los datos incorporados de la I2D.	32
5. Discusión de resultados.....	33
5.1 Composición	33
5.2 Estructura Horizontal (IVI).....	34

5.3 Estructura 36

5.4 Diversidad Alfa..... 37

6. Conclusiones..... 38

Referencias Bibliográficas 40

Apéndices..... 43

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 Mapa de Colombia, Cundinamarca y San Francisco con los puntos de muestreo. Tomado y modificado de Sistema de información ambiental de Colombia (“SIAC,” 2017).....	19
Figura 2. Distribución vertical de los individuos en los tres sitios de estudio evaluados. A Hacienda Piamonte. B Reserva Natural, Hacienda La Nube. C Hacienda Los Amarillos.	26
Figura 3. Curva de acumulación de especies en las haciendas Piamonte, La Nube y Los Amarillos con base en los índices Chao 2 y ICE.	29
Figura 4: Localización de bosques andinos en el corredor de conectividad. Tomado de Google Earth Pro 06/10/2017. Guanentá: G;Iguaque: I, Reserva de Pedro Palo: PP, Chingaza: Chi, La Nube: LN; Los Amarillos: LA y Piamonte: P.	37

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Especies con mayor IVI en los tres bosques estudiados.	25
Tabla 2. Índice de diversidad de Shannon y Simpson realizado en el programa EstimateS versión 9.1.0 de los tres sitios de estudio.....	28
Tabla 3. Índice de similitud de Jaccard.....	30
Tabla 4. Lista de especies a resaltar (Nuevos registros, Categoría de amenaza o Endemismo para Colombia).	31
Tabla 5. Riqueza florística de diferentes bosques andinos, presentes en la cordillera Oriental de Colombia.....	33
Tabla 6. Familias con mayor importancia ecológica en los bosques andinos de la cordillera Oriental.	35

Lista de Apéndices

	Pág.
Apéndice A. Municipio de San Francisco (Cundinamarca) en el contexto de la conectividad entre los Parques Nacionales Naturales de Colombia Chingaza, Sumapaz y el Santuario de Flora y Fauna de Iguaque con el municipio de San Francisco (Cundinamarca).....	43
Apéndice B. Conectividad entre tres Distritos de Manejo Integrado y en el municipio de San Francisco (Cundinamarca).....	44
Apéndice C. Tabla de la hacienda Piamonte con las especies registradas y sus valores de: Frecuencia relativa, Densidad relativa, dominancia relativa y el índice de valor de importancia (IVI) en porcentaje.....	45
Apéndice D. Tabla de la Reserva natural hacienda La Nube con las especies registradas y sus valores de: Frecuencia relativa, Densidad relativa, dominancia relativa y el índice de valor de importancia (IVI) en porcentaje.....	48
Apéndice E. Tabla de la hacienda Los Amarillos-sector Siberia, con las especies registradas y sus valores de: Frecuencia relativa, Densidad relativa, dominancia relativa y el índice de valor de importancia (IVI) en porcentaje.....	51

Resumen

Título: Estructura y composición florística en los remanentes de bosque andino municipio de San Francisco (Cundinamarca, Colombia)*

Autor: Muñoz Camacho, Lucia Fernanda**

Palabras Claves: Bosque Andino, Estructura, Composición Florística, San Francisco, Conectividad.

En el marco del proyecto: Levantamientos de vegetación en los remanentes de bosque andino, municipio de San Francisco (Cundinamarca), realizado por el Instituto Alexander von Humboldt (IAvH), cuyo objetivo fue evaluar el estado de conservación de los bosques, se lograron identificar trayectos boscosos de alta conectividad desde los Parque Nacionales Naturales de Chingaza, Sumapaz, el Santuario de Flora y Fauna de Iguaque y los distritos de manejo integrado (DMI) de: Cerro Juaica, El Chuscal, Río Subachoque y Pantano de Arce, los cuales están dirigidos hacia el sector oriental del municipio de San Francisco, perteneciente al departamento de Cundinamarca. Allí se identificó un corredor de conectividad de 21 kilómetros desde el suroriente del municipio al nororiente. En este corredor se realizó la caracterización de tres remanentes de bosque con un esfuerzo de muestreo de 0.1 ha (10 transectos de 50 x 2 m) para cada localidad, en donde se censaron 972 individuos con DAP \geq 2,5 cm. En total se identificaron 126 especies distribuidas en 88 géneros y 51 familias botánicas. Las familias con más especies fueron Melastomataceae con 12 especies, Asteraceae y Lauraceae con 10 especies cada una y Rubiaceae con 8 especies. El género más diverso fue *Miconia* con 9 especies seguido por *Weinmannia* con 5 y *Clusia* con 4. Se calculó el índice de valor de importancia (IVI) en cada una de las coberturas censadas. También se estimaron los índices de diversidad y de dominancia: Shannon-Wiener y Simpson. Se graficó la estructura vertical de cada bosque con sus clases de altura y curvas de acumulación para determinar el esfuerzo de muestreo registrado en cada localidad, teniendo en cuenta índices no paramétricos ICE y Chao 2. Adicionalmente se evaluó la similitud de los bosques de San Francisco y los bosques andinos presentes en la cordillera Oriental, por lo que se plantea la necesidad de conservar los bosques, ya que funcionan como un corredor de conectividad.

* Proyecto de Grado

** Facultad de Ciencias, Escuela de Biología, Director: Jose Reinaldo Aguilar Cano

Abstract

Title: Structure and floristic composition in the remnants of Andean forest municipality of San Francisco (Cundinamarca, Colombia)*

Author: Muñoz Camacho, Lucia Fernanda**

Key Words: Andean Forest, Structure, Floristic Composition, San Francisco, Connectivity.

Within the framework of the project: Surveys of vegetation in the remnants of Andean forest, municipality of San Francisco (Cundinamarca), carried out by the Alexander von Humboldt Institute (IAvH), whose objective was to evaluate the state of conservation of the forests, they were able to identify highly connected forest routes from the National Natural Parks of Chingaza, Sumapaz, the Flora and Fauna Sanctuary of Iguaque and the integrated management districts (DMI) of: Cerro Juaica, El Chuscal, Río Subachoque and Pantano de Arce, which are directed towards the eastern sector of the municipality of San Francisco, belonging to the department of Cundinamarca. There, a connectivity corridor of 21 kilometers was identified from the southeast of the municipality to the northeast. In this corridor, three forest remnants were characterized with a sampling effort of 0.1 ha (10 transects of 50 x 2 m) for each location, where 972 individuals with $DAP \geq 2.5$ cm were surveyed. In total, 126 species distributed in 88 genera and 51 botanical families were identified. The families with more species were Melastomataceae with 12 species, Asteraceae and Lauraceae with 10 species each and Rubiaceae with 8 species. The most diverse genus was Miconia with 9 species followed by Weinmannia with 5 and Clusia with 4. The importance value index (IVI) was calculated in each of the census coverages. The indices of diversity and dominance were also estimated: Shannon-Wiener and Simpson. The vertical structure of each forest was graphed with its height classes and accumulation curves to determine the sampling effort registered in each locality, taking into account non-parametric ICE and Chao 2 indexes. Additionally, the similarity of San Francisco's forests was evaluated. and the Andean forests present in the Eastern Cordillera, reason why the need to conserve the forests arises, since they function as a corridor of connectivity.

* Graduation project

** Faculty of Sciences, School of Biology, Director: Jose Reinaldo Aguilar Cano

Introducción

Colombia es uno de los países con mayor biodiversidad del mundo y el segundo en plantas vasculares, luego de Brasil (Romero *et al.*, 2008). Uno de los motivos son los diferentes relieves que se presentan a lo largo del país, los cuales propician diversos ecosistemas y hábitats, generando así restricciones en el desarrollo de los organismos y aumentando la diversidad de especies (Bernal *et al.*, 2015). La región andina, hace el mayor aporte en la diversidad de plantas vasculares (Romero *et al.*, 2008). La cordillera Oriental con una longitud de 1.200 km y una superficie de 130.000 km² conserva aún importantes áreas representativas de los ecosistemas que poseen bosques andinos (Bernal *et al.*, 2015).

Los bosques andinos representan el 14,3% del área total boscosa y 8% del territorio colombiano con 9.108.474 hectáreas, mientras el bosque andino fragmentado posee 3.040.711 hectáreas lo que representa un 4,8% de área total boscosa y se encuentran ubicados por encima de los 1000 msnm, limitando casi en los 4000 msnm (Leyva, 2001). Estos porcentajes son muy bajos debido a la presión antrópica a la que se ve sometida la región andina, tales como el pastoreo, deforestación, quemas y la ampliación de la frontera agrícola, propiciando así la expansión de las zonas urbanas (Patiño *et al.*, 2015). Otra de las amenazas continuas para los ecosistemas es la explotación de los recursos mineros, en muchas ocasiones mediante técnicas de extracción inadecuadas, lo cual puede llegar a generar impactos ambientales irreversibles, afectando directamente los recursos biológicos, hídricos, geológicos, atmosféricos y socio-económicos. De estos, la contaminación del

agua y el efecto sobre los bosques naturales son los principales impactos generados por la minería, ocasionando graves pérdidas en la biodiversidad (Ramírez M. y Ledezma R., 2007).

Una de las acciones para contrarrestar la pérdida de bosques y preservar la biodiversidad ante las diferentes amenazas, es la de identificar y proponer nuevas áreas de estudio en las que se logre conservar y dar un manejo racional a los recursos bióticos (Halffter, 1999), para que un área cumpla con estos objetivos hay que conocer primero su composición, estructura y diversidad (Linares, 1996). Esto se podrá lograr mediante el uso de métodos que permitan recopilar y cuantificar la información de manera eficiente, generando resultados que contribuyan a describir y medir la variación del bosque a diferentes niveles. Por esto, los estudios florísticos son la herramienta fundamental para evaluar y monitorear la diversidad (Chiarucci y Bonini, 2005), y a partir de allí emplear procesos adecuados en el manejo y conservación de los ecosistemas (Valencia *et al.*, 2008).

Este es el caso del bosque andino en el municipio de San Francisco, representando uno de los pocos y más importantes remanentes boscosos, ya que conforma un corredor de conectividad de 21 kilómetros de norte a sur en el sector oriental del municipio, esto se aprecia en el resultado de análisis paisajístico realizado por el Instituto Humboldt entre los Parques Nacionales Naturales (PNN) de Chingaza, Sumapaz y el Santuario de Fauna y Flora de Iguaque. En este análisis también se incluyeron los distritos de manejo integrado (DMI) El Chuscal, Cerro Juaica, Río Subachoque y Pantano de Arce. Allí se identificaron varias trayectorias de bosques ramificados de alta conectividad entre los PNN, DMI y el oriente del departamento de Cundinamarca (IAvH, 2017). (Anexo 1 y 2).

Tomando en cuenta el escaso conocimiento del bosque andino en San Francisco y las amenazas constantes por intervención humana y minería, en el presente trabajo se evaluó y caracterizó la

estructura, diversidad y composición florística, con el fin de determinar el estado de conservación de los principales fragmentos de bosque aún existentes en el sector oriental del municipio, y así proponer estrategias de conservación entre la conectividad de los PNN de Chingaza, Sumapaz, el Santuario de Flora y Fauna de Iguaque, sus DMI y el sector oriental del municipio de San Francisco.

1. Objetivos

- Evaluar la composición florística y estructura de los principales fragmentos de bosque andino, en el sector oriental del municipio de San Francisco (Cundinamarca).
- Determinar la similitud florística entre los bosques estudiados en el sector oriental del municipio de San Francisco y otros bosques andinos que conforman el corredor de conectividad, en la cordillera Oriental.
- Elaborar una lista de especies de interés de acuerdo con su categoría de amenaza, origen y estatus, de acuerdo con el Catálogo de Plantas y Líquenes de Colombia (Bernal et al. 2015).
- Publicar los registros biológicos por medio del recurso electrónico en la dirección IPT del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

2. Competencias

- Aplicar técnicas y métodos de muestro rápidas para caracterizaciones florísticas por medio de transectos tipo RAP (*Rapid Assesment Program*) (Gentry, 1982).
- Recolectar y herborizar, especímenes de plantas para su posterior inclusión en el herbario.
- Utilizar diferentes herramientas para la determinación taxonómica de especies de plantas vasculares, a partir del material colectado.
- Analizar información de registros biológicos y datos ecológicos por medio de herramientas informáticas.
- Publicar datos y documentar metadatos de registros biológicos y ecológicos en plataformas electrónicas.

3. Materiales y métodos

3.1 Área de estudio

En el departamento de Cundinamarca provincia de Gualiva, se encuentra ubicado el municipio de San Francisco a 55 km del occidente de Bogotá D.C. San Francisco posee una superficie de 118 km² y su cabecera municipal se encuentra ubicada a 1520 msnm, con una temperatura media de 20 °C, estas tierras están comprendidas en los pisos térmicos templado, frío y piso bioclimático

páramo bajo. El municipio se encuentra dividido en 10 veredas: San Antonio, Muña, San Miguel, Toriba, Arrayan, Pueblo Viejo, La Laja, Juan de Vera, El Peñón y Sabaneta. Sus límites son, Supatá y La Vega hacía el norte, por el oriente Subachoque y El Rosal, al sur con Facatativá y al occidente con La Vega. El municipio se encuentra privilegiado al poseer una de las cuencas hidrográficas más abundantes de la región, comprendida por las sub-cuencas de los ríos Sabaneta, San Miguel, Cañas y la cuenca del río Tabacal que pertenecen a la cuenca principal de río Negro. (“Alcaldía de San Francisco de Sales - Cundinamarca,” 2017).

3.2 Fase de Campo

3.2.1 Muestreo La elección de los sitios de estudio se hizo mediante el uso de cartografía aérea, teniendo en cuenta una cobertura boscosa homogénea. Se siguió la metodología de inventarios rápidos propuesta por Gentry (1982), estableciendo diez transectos de 50 x 2 m (0.1 ha) para cada sitio de estudio, los cuales se orientaron aleatoriamente, teniendo en cuenta que no se traslaparan y evitando zonas alteradas como caminos o claros dentro del bosque. En cada transecto se censaron y recolectaron todos los individuos con diámetro a la altura del pecho (DAP) $\geq 2,5$ cm, a cada uno se le registró la altura (estimada visualmente) y el perímetro o circunferencia a la altura del pecho (CAP) a 1.3 m por encima del suelo, empleando una cinta métrica. En el caso de plantas con tallos múltiples o que se ramifican por debajo de 1.3 m de altura o de palmetos (herbáceas acaules), se midieron independientemente cada uno de los brotes, ramas o pecíolos. Como complemento al muestreo se colectaron individuos fértiles que se hallaban por fuera de los transectos o que no cumplían con el DAP $\geq 2,5$, para facilitar la identificación del material.

También se tomaron muestras de tejidos para posteriores análisis moleculares de las mismas ramas colectadas para el prensado. Se seleccionaron hojas con el mejor estado vegetativo (sin señales de herbívora, enfermedades u hongos). Se extrajo una muestra de máximo 2 x 2 cm de tejido y se depositaron en sobres de papel rotulados con su respectivo voucher de herbario. Dichos tejidos se almacenaron en bolsas herméticas con silica.

3.3 Localidades de muestreo

3.3.1 Sitio 1: Finca Piamonte ubicada en la vereda El Peñón (Latitud: 4,754814, Longitud: -74,271933). Su gradiente altitudinal entre 2400 y 2900 m. Reporta una temperatura máxima de 18,5 °C; y la mínima de 7,12 °C. La precipitación anual es de 704,68 mm, con dos periodos marcados de lluvia al año en los meses de abril-mayo y octubre-noviembre, y una humedad del 82,17 % (“IDEAM,” 2017). El muestreo se llevó a cabo entre los días 18 al 20 de octubre del 2016.

3.3.2 Sitio 2: Reserva natural Hacienda La Nube ubicado en la vereda La Laja (Latitud: 4,944731, Longitud: -74,247128), con un gradiente altitudinal entre los 2500 y 2730 m. Sus temperaturas van desde los 17,27 °C hasta los 6,6 °C, con una precipitación anual de 884,52 mm y humedad de 85,54 %, también con dos periodos de lluvia fuertemente registrados en el año (“IDEAM,” 2017). Los días de muestreo fueron del 13 al 15 de diciembre del 2016.

3.3.3 Sitio 3: Hacienda Los Amarillos, se encuentra ubicada en la vereda Sabaneta (Latitud: 4,886047, Longitud: -74,280039), sector Siberia. Su gradiente altitudinal va desde los 2800 a 3000 m. Sus temperaturas van desde los 15 °C hasta los 5,7 °C, con una precipitación anual de 900,5

mm y humedad de 87,12 %, también con dos periodos de lluvia fuertemente registrados en el año (“IDEAM,” 2017). Los días de muestreo se realizaron del 21 al 23 de febrero del 2017.

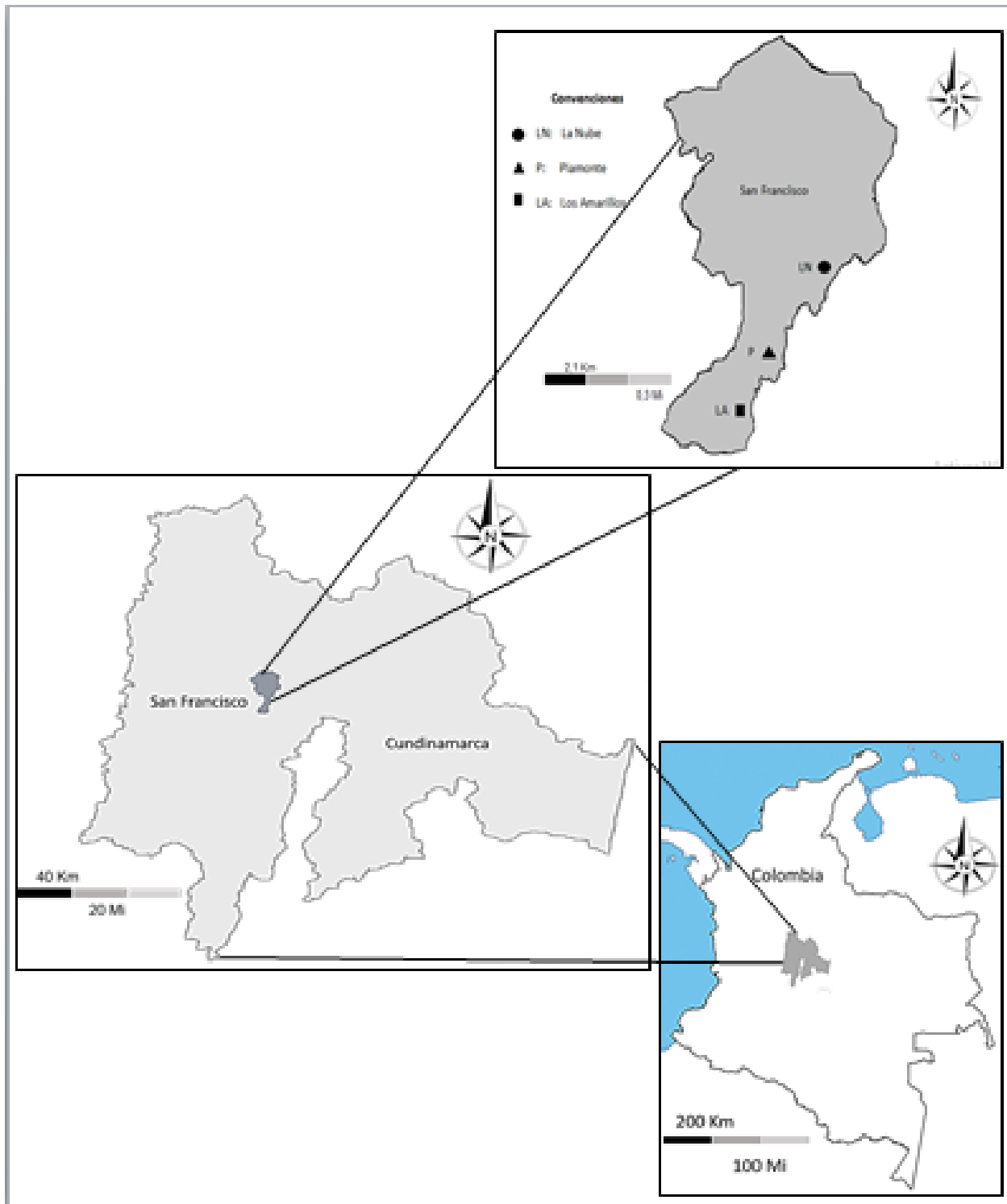


Figura 1 Mapa de Colombia, Cundinamarca y San Francisco con los puntos de muestreo. Tomado y modificado de Sistema de información ambiental de Colombia (“SIAC,” 2017).

3.4 Fase de laboratorio

3.4.1 Composición El material colectado se procesó en el herbario FMB del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH) sede Villa de Leyva; este proceso incluyó secado, etiquetado y determinación taxonómica.

Los especímenes colectados se entregaron de acuerdo con los estándares del Herbario FMB para el depósito del material, el cual quedó disponible para su montaje, catalogación, sistematización e ingreso en los compactadores.

Los especímenes se identificaron con la ayuda de claves especializadas como: “A Field Guide to the Families and Genera of Woody Plants of Northwest South America (Colombia, Ecuador, Peru) with Supplementary Notes on Herbaceous Taxa” (Gentry, 1994), comparación con muestras de herbario y la ayuda de los especialistas de los diferentes grupos botánicos (Humberto Mendoza, Melastomataceae y Rubiaceae; Wilson Rodriguez, Cyatheaceae y Dicksoniaceae; Jose Aguilar, Asteraceae). Algunos especímenes identificados a nivel de especie se evidenciaron por medio de la citación del número de catálogo o URL con la imagen del exicado tipo o de referencia sobre el cual se basó la identificación. Los especímenes no identificados se agruparon a nivel de morfoespecie, basado en comparaciones morfológicas simultáneas, con todos los otros especímenes de la colección de referencia del herbario FMB.

3.4.2 Estructura De acuerdo con datos estructurales y ecológicos se calculó el índice de valor de importancia ecológica (IVI), para cada especie siendo IVI la sumatoria de la densidad relativa, frecuencia relativa y la dominancia relativa, $(IVI = DenR + DomR + FR)$ donde: **Densidad relativa**= número de individuos por especie / número total de individuos x 100. **Dominancia**

relativa= sumatoria del área basal de todos los individuos de cada especie / sumatoria del área basal total x 100. **Frecuencia relativa**= número de veces que aparece la especie en cada uno de los transectos /sumatoria de las frecuencias x 100.

Para el establecimiento de los intervalos de las clases de alturas se empleó el método de Sturge: $C = (X_{\max} - X_{\min}) / m$ donde: $m = 1 + 3.3 (\log n)$, n = número total de individuos, m = número de intervalos, C = amplitud del intervalo y X = alturas en metros.

3.4.3 Diversidad

3.4.3.1 Diversidad Alfa La diversidad local de especies se calculó usando el índice de diversidad de Shannon (Magurran, 1988): $H' = -\sum (N_i/N)(\log N_i / N)$, donde: N_i = número de individuos por especie; N = número total de individuos. Empleando el programa EstimateS versión 9.1.0 (Colwell R.K., 2014).

Se realizó también el índice de diversidad de Simpson (Simpson, 1949) ($\lambda = \sum p_i^2$), donde 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.

3.4.3.2 Curva de acumulación de especies Para evaluar la eficacia del muestreo se realizó una curva de acumulación de especies para cada unidad de muestreo por medio del programa EstimateS versión 9.1.0 (Colwell R.K., 2014). La curva de acumulación se realizó teniendo en cuenta la presencia/ausencia registrada para los 10 transectos. De acuerdo con la naturaleza de los datos se emplearon dos estimadores no paramétricos (ICE y Chao2) porque son insensibles al tamaño de la muestra y son poco sesgados (López G. and Williams L., 2006).

3.4.3.3 Diversidad Beta La diversidad Beta se estimó con el coeficiente de similitud de Jaccard (Jaccard, 1901): $I_j = c / a + b$ donde a = número de especies presentes en el sitio A; b = número de especies presentes en el sitio B; c = número de especies presentes en ambos sitios A y B. Este análisis se basó en la presencia/ausencia de las especies, relacionando el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas.

3.5 Incorporación de datos en la infraestructura institucional de datos I2D

La I2D está orientada a asegurar la integración, seguridad, disponibilidad y acceso a la información generada o custodiada por el Instituto. En este proceso se incluyó información biológica, ecológica y geográfica.

Los conjuntos de datos integrados a la I2D, van acompañados de sus respectivos metadatos, estos son componentes clave para los sistemas de administración de datos, porque describen aspectos como el “quién, qué, cómo, cuándo y dónde” del conjunto de datos (I2D, 2017).

Para hacer la incorporación de los datos se realizó una capacitación sobre el manejo de la plataforma y del formato estándar Darwin Core (DwC). Estos datos fueron supervisados por personal del IAvH y comparados con las etiquetas del material depositado en el herbario FMB, asegurando la veracidad de los datos.

4. Resultados

4.1 Riqueza y Composición florística

En total se censó 972 individuos y se colectó 271 especímenes por las tres localidades de estudio, con esto se logró identificar 126 especies, de las cuales 17 se agruparon al nivel de morfoespecies, distribuidas en 88 géneros y 51 familias botánicas. En la hacienda Piamonte se censaron 256 individuos, reportando una riqueza de 65 especies ó morfoespecies distribuidas en 33 familias y 44 géneros, las familias con mayor número de especies fueron Melastomataceae (7), Lauraceae (6) Asteraceae y Rubiaceae con 5 especies cada una. El género con mayor número de especies fue *Miconia* con 6 (Anexo 3). Se encontró un bosque andino alto denso en buen estado de conservación, epifitismo y sotobosque moderado con elementos de orquídeas y bromelias terrestres.

En la hacienda La Nube se censaron 395 individuos, correspondientes a 38 especies ó morfoespecies distribuidas en 23 familias y 27 géneros. Las Familias con más especies fueron Asteraceae y Cunoniaceae con 4 cada una, seguidas por Ericaceae y Melastomataceae con 3 especies. El género con mayor número de especies fue *Weinmannia* con 4, (Anexo 4). Este bosque presentó robledales y bosque de encenillal (*Weinmannia*) denso de porte bajo.

Para la hacienda Los Amarillos - sector Siberia, se censaron 321 individuos, donde se identificaron 48 especies ó morfoespecies distribuidas en 29 familias y 40 géneros. Las familias con mayor número de especies fueron Asteraceae con 5, Melastomataceae y Lauraceae con 4 cada

una. Los géneros de mayor riqueza fueron *Clusia*, *Weinmannia*, *Solanum* y *Miconia*, todos con dos especies (Anexo 5). El bosque predominante es Andino a Alto-andino, con epifitismo abundante, sotobosque tupido con helechos, plántulas, orquídeas y chusque. Este bosque presentó sectores con infestación de chusque (*Chusquea*), que evita el crecimiento de otros árboles.

4.2 Estructura Horizontal (IVI)

4.2.1 Hacienda Piamonte: El valor más alto fue *Ladenbergia macrocarpa* con 7,33% del IVI total. La especie con mayor densidad, para esta localidad fue *Miconia denticulata* y la mayor dominancia se vio representada por una Lauraceae (Tabla 1).

4.2.2 Reserva Natural Hacienda La Nube: *Weinmannia tomentosa* registró el valor más elevado del IVI en todos los sitios de estudio con 12.73% del IVI total, el mayor valor en densidad se dio en dos especies *W. tomentosa* y *Palicourea angustifolia*. La mayor dominancia en esta localidad también la aportó *W. tomentosa*, justificando así sus valores de importancia ecológica (Tabla 1).

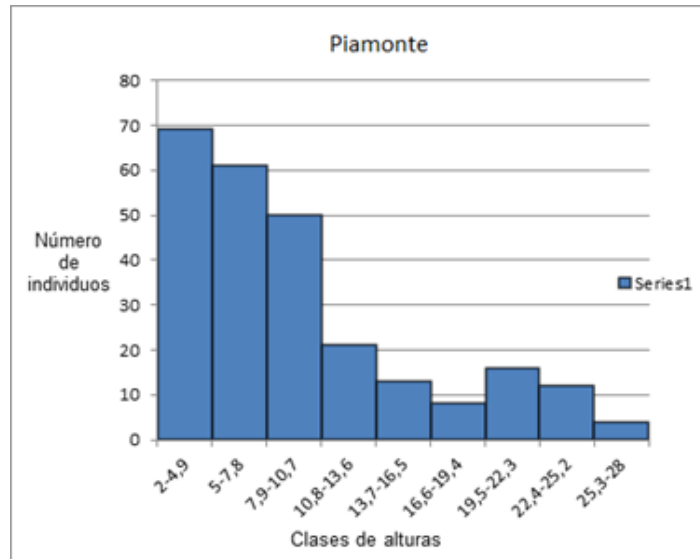
4.2.3 Hacienda Los Amarillos: *Hedyosmum colombianum* reportó 11,11% del IVI total, ya que fue la especie con mayor densidad y la especie con mayor dominancia fue *Meriania aguaditensis*. (Tabla 1).

Tabla 1.

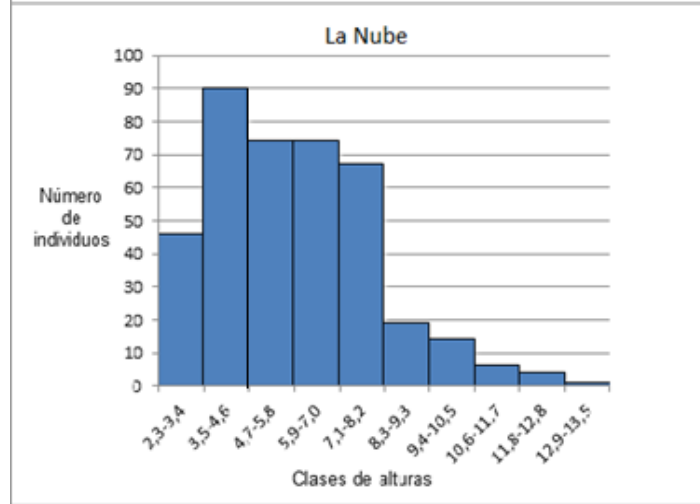
Especies con mayor IVI en los tres bosques estudiados.

Familia	Especie	Densidad	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	IVI %	IVI
Hacienda piamonte						
Rubiaceae	<i>Ladenbergia macrocarpa</i>	5,08	4,20	12,73	7,33	22,00
Lauraceae	<i>Indet. 1</i>	1,95	2,10	15,55	6,53	19,60
Rutaceae	<i>Zanthoxylum melanostictum</i>	4,30	5,59	6,16	5,35	16,05
Melastomataceae	<i>Axinaea scutigera</i>	4,30	2,80	7,99	5,03	15,08
Clethraceae	<i>Clethra fagifolia</i>	6,64	4,20	2,32	4,38	13,15
Reserva natural- hacienda La Nube						
Cunoniaceae	<i>Weinmannia tomentosa</i>	12,15	6,02	20,02	12,73	38,19
Clethraceae	<i>Clethra fagifolia</i>	8,10	7,52	10,63	8,75	26,25
Rubiaceae	<i>Palicourea angustifolia</i>	12,15	5,26	2,08	6,50	19,50
Clusiaceae	<i>Clusia inesiana</i>	5,06	6,02	5,93	5,67	17,01
Adoxaceae	<i>Viburnum jamesonii</i>	9,62	0,75	6,01	5,46	16,38
Hacienda los amarillos						
Chloranthaceae	<i>Hedyosmum colombianum</i>	18,07	64,52	6,45	11,11	33,33
Melastomataceae	<i>Meriania aguaditensis</i>	7,17	56,45	5,65	9,90	29,69
Adoxaceae	<i>Viburnum jamesonii</i>	9,97	64,52	6,45	8,41	25,24
Poaceae	<i>Chusquea spencei</i>	9,97	56,45	5,65	6,40	19,21
Winteraceae	<i>Drimys granadensis</i>	3,43	40,32	4,03	5,89	17,68

2a.



2b.



2c.

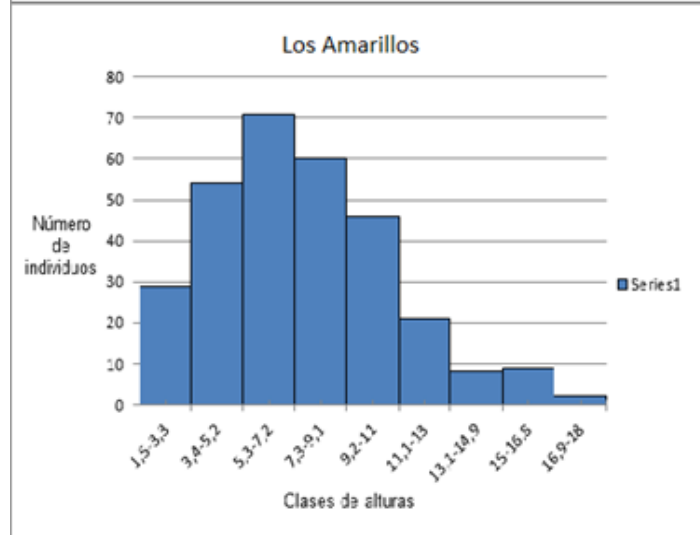


Figura 2. Distribución vertical de los individuos en los tres sitios de estudio evaluados. A Hacienda Piamonte. B Reserva Natural, Hacienda La Nube. C Hacienda Los Amarillos.

4.3 Estructura Vertical

4.3.1 Hacienda Piamonte: Se presentan nueve estratos de altura (Fig. 2a), donde 69 individuos se registran entre los 2 y 4,9 m.

4.3.2 Reserva Natural Hacienda La Nube: Se presentaron 10 tipos de estratos, donde la mayor cantidad de registros se encontró entre los 3,5 y 4,6 m de altura con 90 individuos (Fig. 2b).

4.3.3 Hacienda Los Amarillos: El estrato comprendido entre los 5,3 y 7,2 m concentró el mayor número de individuos con 71. Se presentaron nueve tipos de estratos. (Fig. 2c).

4.4 Diversidad

4.4.1 Diversidad alfa (α) Los índices de Simpson y Shannon concuerdan con la riqueza específica elevada de los remanentes boscosos censados en San Francisco, siendo inversamente proporcional a la dominancia registrada de cada lugar. Reafirmando la alta heterogeneidad y biodiversidad florística de la hacienda Piamonte.

Las haciendas La Nube y Los Amarillos exhibieron semejanzas en los índices (Shannon y Simpson), esta última cuenta con 10 especies más en comparación con La Nube, por lo que se esperaban valores más altos en el índice de Simpson para la hacienda Los Amarillos, sin embargo se apreció una leve dominancia de la especie *Hedyosmum colombianum*, ya que Simpson y Dominancia son inversamente proporcionales. (Tabla 2).

Tabla 2.

Índice de diversidad de Shannon y Simpson realizado en el programa EstimateS versión 9.1.0 de los tres sitios de estudio.

	Piamonte	La Nube	Los Amarillos
N° Especies	65	38	48
Individuos	256	395	321
Shannon	3,74	3,11	3,15
Simpson	0,97	0,94	0,93
Dominancia	0,03	0,06	0,07

4.4.2 Curva de acumulación de especies

4.4.2.1 Hacienda Piamonte: (Fig. 3 a.) En esta localidad el estimador ICE reporta 114 especies, con una eficacia de muestreo de 57%. Chao 2 espera encontrar 104 especies y en comparación con las 65 observadas reportó una eficacia de muestreo del 62,6%.

4.4.2.2 Reserva Natural Hacienda La Nube: (Fig. 3 b). El estimador ICE espera encontrar 49 especies, y según lo observado representa un 77,8% en la eficacia del muestreo. Chao 2 espera encontrar 46 especies señalando que la eficacia del muestreo es del 82% al compararlo con las 38 observadas.

4.4.2.3 Hacienda Los Amarillos: (Fig. 3 c.). El estimador ICE espera encontrar 76 especies, y según lo observado representa una eficacia de muestreo del 63,15%. Chao 2 espera encontrar 78 especies, mostrando así una eficacia del muestreo de 61,2%.

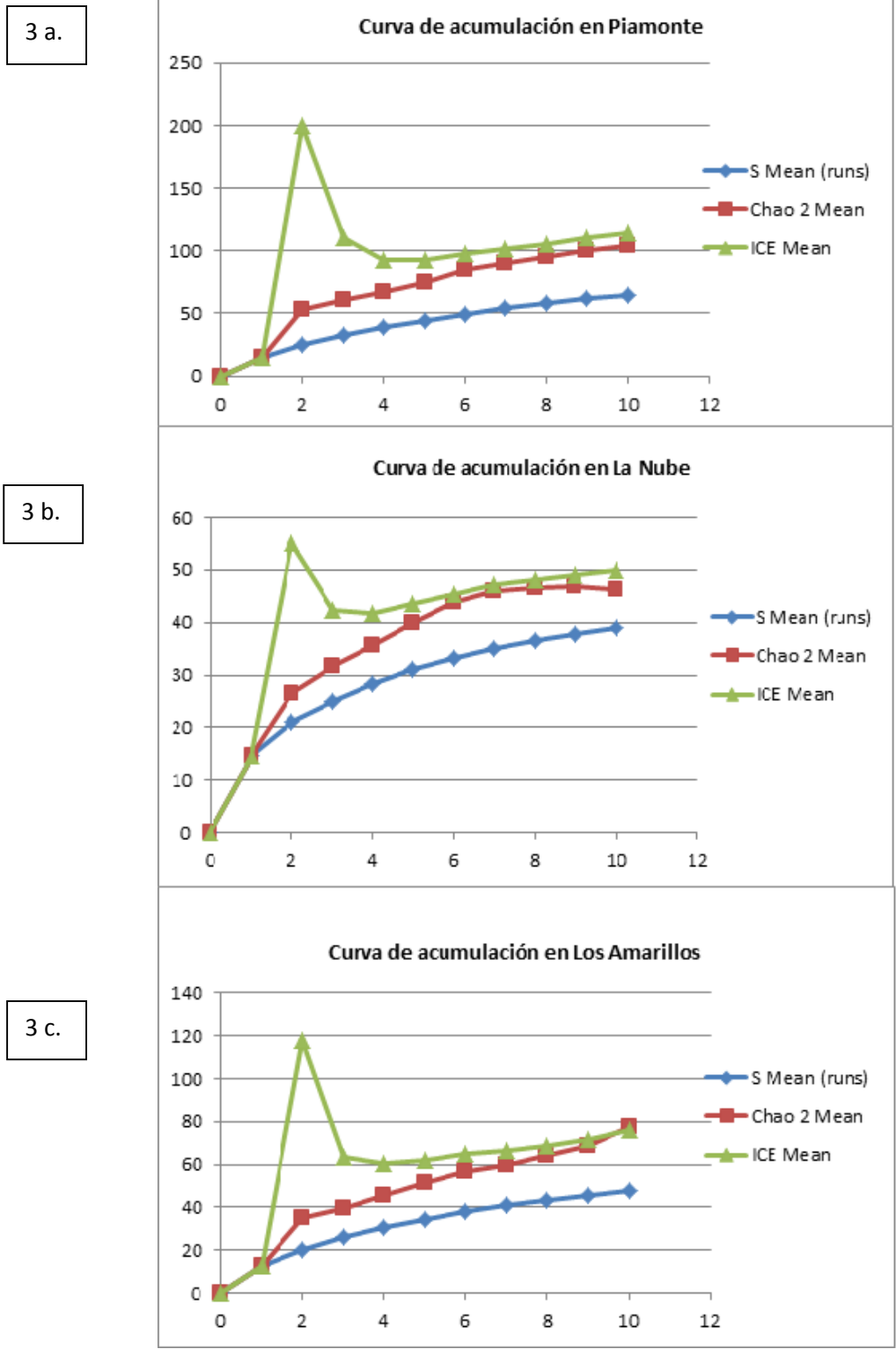


Figura 3. Curva de acumulación de especies en las haciendas Piamonte, La Nube y Los Amarillos con base en los índices Chao 2 y ICE.

4.5 Diversidad Beta (β)

Empleando el coeficiente de Jaccard se obtuvo el índice de similitud entre las localidades censadas con base en la composición de las especies (Tabla 3). La mayor similitud se presentó entre las haciendas Piamonte y La Nube con un 18,39%. Seguido por la similitud entre las Haciendas Los Amarillos y Piamonte con un 6,6 %, y la similitud entre La Nube y Los Amarillos correspondiente a un 6,17%.

Tabla 3.

Índice de similitud de Jaccard.

	La Nube	Los Amarillos
Piamonte	0,1839	0,066
La Nube		0,0617

4.6 Especies destacadas

La tabla 4 se basó en el Catálogo de plantas y líquenes de Colombia (Bernal et al. 2015), donde se reportan ocho nuevos registros para Cundinamarca. Se registran 16 especies endémicas de Colombia, entre ellas se resalta *Weinmannia cundinamarcensis*, la cual solo reporta presencia en el departamento de Cundinamarca y *Solanum humboldtianum* limitada a los departamentos de Cundinamarca, Santander y Boyacá.

En la categoría de amenaza se reportó una especie en peligro, dos en estado vulnerable y siete en preocupación menor.

Durante el proceso de identificación se encontró un nuevo reporte para Colombia, que hasta el momento solo ha sido registrado en Costa Rica, *Clethra formosa*. También la posible presencia de

una nueva especie perteneciente a la familia Lamiaceae, (*Salvia aff. falcata*) esta solo reporta presencia hasta los 1000 m de elevación y el hallazgo se realizó sobre los 2400 m. Otra diferencia se presenta en los caracteres florales, como el tamaño de los pedicelos, siendo *S. falcata* de pedicelos más cortos. Dando muestras de que sea una posible novedad para la biodiversidad.

Tabla 4.

Lista de especies a resaltar (Nuevos registros, Categoría de amenaza o Endemismo para Colombia).

Espece	Categoría de Amenaza	Novedades	Estatus de la especie
<i>Viburnum jamesonii</i>	No Evaluada	Cundinamarca	
<i>Schefflera paniculitomentosa</i>	No Evaluada		Endémica
<i>Geonoma deversa</i>	Preocupación menor		
<i>Jungia calyculata</i>	No Evaluada	Cundinamarca	Endémica
<i>Brunellia propinqua</i>	No Evaluada		Endémica
<i>Hedyosmum colombianum</i>	No Evaluada		Endémica
<i>Clethra Formosa</i>		Colombia	
<i>Clethra pedicellaris</i>	No Evaluada	Cundinamarca	
<i>Clusia alata</i>	No Evaluada		Endémica
<i>Clusia cundinamarcensis</i>	No Evaluada		Endémica
<i>Clusia inesiana</i>	No Evaluada	Cundinamarca	Endémica
<i>Weinmannia cundinamarcensis</i>	No Evaluada		Endémica
<i>Cavendishia nítida</i>	No Evaluada		Endémica
<i>Escallonia discolor</i>	No Evaluada		Endémica
<i>Quercus humboldtii</i>	Vulnerable		
<i>Aegiphila glabrata</i>	No Evaluada	Cundinamarca	
<i>Lepechinia bullata</i>	Preocupación menor		
<i>Lepechinia conferta</i>	Preocupación menor		
<i>Meriania aguaditensis</i>	Vulnerable		

Espece	Categoría de Amenaza	Novedades	Estatus de la especie
<i>Miconia cundinamarcensis</i>	No Evaluada		Endémica
<i>Miconia plethorica</i>	No Evaluada		Endémica
<i>Guarea kunthiana</i>	Preocupación menor		
<i>Hieronyma duquei</i>	No Evaluada	Cundinamarca	
<i>Hieronyma rufa</i>	No Evaluada		Endémica
<i>Picramnia gracilis</i>	No Evaluada	Cundinamarca	
<i>Piper archeri</i>	No Evaluada		Endémica
<i>Geissanthus occidentalis</i>	No Evaluada		Endémica
<i>Faramea quinqueflora</i>	No Evaluada	Cundinamarca	
<i>Palicourea angustifolia</i>	Preocupación menor		
<i>Palicourea demissa</i>	Preocupación menor		
<i>Salvia aff. falcata</i>		Posible especie Nueva.	
<i>Solanum aphyodendron</i>	Preocupación menor		
<i>Solanum humboldtianum</i>	En peligro		Endémica

4.7 URL de la infraestructura institucional con los datos incorporados de la I2D.

Se realizó la incorporación de 1011 registros biológicos en el formato Darwin Core, donde 271 son colecciones biológicas, depositadas en el Herbario Federico Medem Bogotá y los 740 restantes corresponden a observaciones humanas, todos los registros cuentan con una descripción del área de muestreo, las familias más destacadas de cada localidad, datos de altura en metros y CAP en centímetros. Dicha información se encuentra disponible en las siguientes direcciones electrónicas: URL donde reposan los datos y metadatos:

IPT_IAvH: http://ipt.biodiversidad.co/iavh/resource.do?r=rrbb_sanfrancisco_2017

5. Discusión de resultados

5.1 Composición

Las familias con más especies en todo el muestreo fueron; Melastomataceae con 12, Asteraceae y Lauraceae con 10 especies cada una, Rubiaceae y Ericaceae con 8 especies (Tabla 6). Los géneros con mayor riqueza fueron *Miconia* con 9 especies seguido por *Weinmannia* con 5 y *Clusia* con 4. Los registros obtenidos demuestran que la composición de estos remanentes boscosos es típica de bosques andinos evaluados en la cordillera oriental, como se evidencian en los diferentes estudios realizados en otros bosques localizados en el corredor de conectividad entre: San Francisco, los PNN y sus DMI (Franco-R. *et al.*, 1986; Marín y Betancur, 1997; Galindo *et al.*, 2003; y Hernández *et al.*, (2016), (Tabla 5.).

Tabla 5.

Riqueza florística de diferentes bosques andinos, presentes en la cordillera Oriental de Colombia.

Localidad	Altitud (m)	N° Familias	N° Especies	N° Individuos
Reserva Forestal Laguna de Pedro Palo, Cundinamarca, Colombia. ** Hernández et al., (2016)	2150	71	204	2462
Hacienda Piamonte, El Peñón, San Francisco, Cundinamarca, Colombia. (Este estudio).	2400	33	65	256

Localidad	Altitud (m)	N° Familias	N° Especies	N° Individuos
La Sierra, Santander, Colombia. Galindo et al., 2003	2500	40	85	411
Reserva Natural-Hacienda La Nube, La Laja, San Francisco, Cundinamarca, Colombia. (Este estudio).	2700	23	38	395
Chontales Bajo, Santander, Colombia. Galindo et al., 2003	2800	28	54	576
Estudio Florístico en un robledal del SFF Iguaque, Boyaca, Colombia. Marín y Betancur, (1997)	2800	27	53	384
Hacienda Los Amarillos-Sector Siberia, El Peñón, San Francisco, Cundinamarca, Colombia. (Este estudio).	2900	29	48	321
Chontales Alto, Santander, Colombia. Galindo et al., 2003	3000	24	46	516
El Venado, Boyacá, Colombia. Galindo et al., 2003	3100	23	43	605
Alrededores de la laguna de Chingaza, Cundinamarca. *	3500	N/R	44	N/R

*Estudio fitosociológico, reporta especies comunes y comparaciones con otros bosques andinos.

** Esfuerzo de muestreo de 0.12 ha (parcelas de 10 x 20 m)

5.2 Estructura Horizontal (IVI)

Los estudios desarrollados en Guanentá, sector La Sierra e Iguaque presentan la especie *Quercus humboldtii* con el IVI más alto y en Iguaque *W. tomentosa* en segundo lugar. A pesar de la similitud en cuanto a la riqueza florística entre los bosques evaluados en san Francisco y los bosques del

corredor de conectividad en Guanentá, Iguaque y Chingaza (Tabla 5.), los elementos florísticos de mayor importancia ecológica son diferentes para cada localidad, lo cual pone de manifiesto las particularidades ecológicas de cada una de las áreas que conforman el corredor de conectividad y por tanto se evidencia la necesidad de proponer estrategias que permitan conservar la integridad ecológica de los remanentes de bosque andino tanto del sector oriental del municipio de San Francisco como de los demás bosques que conforman dicho corredor.

El estudio fitosociológico realizado en Chingaza Franco-R. *et al.*, (1986), aunque no reporta la importancia ecológica de las especies, si pone de manifiesto una asociación muy importante en la franja del bosque andino entre los géneros *Weinmannia* y *Drymis*, siendo una similitud con este estudio. En este estudio también se realizan comparaciones con otros bosques andinos ubicados en el mismo gradiente altitudinal. Con los resultados obtenidos se supone el buen estado de conservación de los bosques de San Francisco, la necesidad de conservarlos como un complemento en el corredor de conectividad, y que están en un estadio sucesional de acuerdo con la estructura horizontal y vertical del bosque.

Tabla 6.

Familias con mayor importancia ecológica en los bosques andinos de la cordillera Oriental.

Localidad	Familias
Reserva Forestal Laguna de Pedro Palo. Hernández et al., (2016)	Asteraceae
	Araceae
	Rubiaceae
	Solanaceae
	Orchidaceae
	Melastomataceae
	Fagaceae
Rubiaceae	

Localidad	Familias
Santuario Guanentá, Santander. Galindo <i>et al.</i> , (2003)	Lauraceae
	Clusia
Santuario de Fauna y Flora, Iguaque, Villa de Leyva, Boyacá. (Marín y Betancur, 1997)	Fagaceae
	Cunoniaceae
	Ericaceae
	Clusiaceae
	Lauraceae
San Francisco, Cundinamarca (Este estudio)	Melastomataceae
	Asteraceae
	Lauraceae
	Rubiaceae
	Ericaceae

5.3 Estructura

Los diferentes bosques estudiados se destacan por las diferentes alturas del dosel, entre ellos, La Nube, por ser el de portes más bajos, esto se puede presentar por el grado de inclinación del terreno, la ganadería y los fuertes vientos que azotan al bosque. Pero no por ello es menos importante que uno de mayores alturas, ya que cuenta con diversidad representativa de un bosque andino, como lo resalta Franco-R. *et al.*, (1986) en un estudio, donde el estrato arbóreo alcanza los 15 m, muy similar a los presentados en La Nube (Fig. 2b). La mayoría de los individuos para San Francisco se agruparon entre los 3 y 9 m de altura, aunque también se observaron árboles con más de 20 m (Fig. 2), similar a lo reportado para los bosques de Iguaque (Marín y Betancur, 1997) y Guanentá (Galindo *et al.*, 2003), evidenciando la necesidad de conservar los bosques andinos que conforman el corredor conectividad.

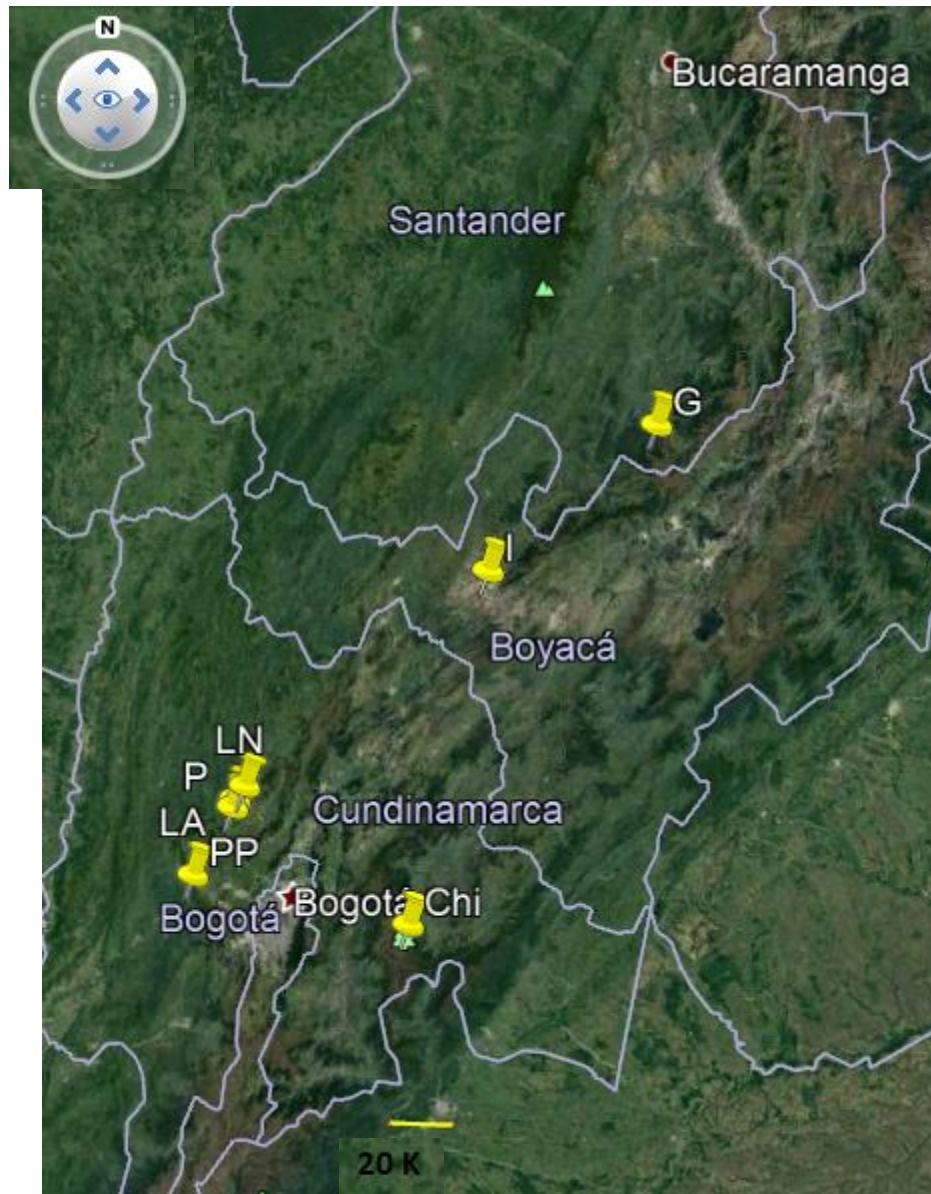


Figura 4: Localización de bosques andinos en el corredor de conectividad. Tomado de Google Earth Pro 06/10/2017. Guanentá: G;Iguaque: I, Reserva de Pedro Palo: PP, Chingaza: Chi, La Nube: LN; Los Amarillos: LA y Piamonte: P.

5.4 Diversidad Alfa

Se compararon los tres lugares muestreados y según lo reportado en la literatura, todos cuentan con un valor elevado de diversidad (>3) (Pla, 2006), típico de un bosque andino (Hernández *et al.*,

2016). Donde Piamonte obtuvo el primer lugar con un valor de 3,74. Seguido de Los Amarillos y La Nube (Tabla 2). En la reserva de Pedro Palo el valor más alto para el índice de Shannon fue de 3,2 lo que resalta la importancia de conservar los bosques de San Francisco y sus zonas aledañas, para lograr una conectividad.

La curva de acumulación de especies para La Nube demostró ser el muestreo más eficaz, ya que se alcanzó a observar una estabilidad en la curva, sin embargo los valores obtenidos en Piamonte y Los Amarillos se vieron afectados por la importancia dada a las especies “raras” por parte de los estimadores no paramétricos elegidos y el número de especies identificadas fue más alto a comparación de La Nube.

De acuerdo con los resultados de composición, estructura y diversidad se infiere la importancia que tienen la conservación integral de todos los remanentes de bosque andino que hacen parte del corredor de conectividad, así como la necesidad de proponer estrategias que tiendan a la conservación de las distintas comunidades vegetales que albergan las áreas privadas que actualmente no cuentan con ninguna figura de conservación y/o manejo.

6. Conclusiones

- Los bosques evaluados presentan una estructura y composición florística típica de los bosques andinos de la cordillera Oriental.
- Los bosques evaluados presentan una alta diversidad, soportada por los valores obtenidos en los índices de Shannon, Simpson y las características únicas de algunas especies.

- Tanto los bosques estudiados como los localizados en el corredor de conectividad requieren especial atención, dada la heterogeneidad ecológica y particularidad florística, sumado a la presencia de especies endémicas.

Referencias Bibliográficas

- Alcaldía de San Francisco de Sales - Cundinamarca. 2017. Sitio Of. San Franc. Sales En Cundinamarca Colomb. Available at <http://www.sanfrancisco-cundinamarca.gov.co/index.shtml>.
- Bernal, R., S. Gradstein, and M. Celis. 2015. Catálogo de las plantas de Colombia, versión preliminar, vol. 1 (Líquenes Laxmanniaceae): 1-786; vol. 2 (Lecythidaceae Zygothylaceae): 787-1619. Bogotá Univ. Nac. Colomb.
- Chiarucci, A., and I. Bonini. 2005. Quantitative floristics as a tool for the assessment of plant diversity in Tuscan forests. *For. Ecol. Manag.* 212(1): 160–170.
- Colwell R.K. 2014. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples.
- Franco-R., P., O. Rangel-ch., and G. Lozano-C. 1986. Estudios ecológicos en la cordilera Oriental — II Las comunidades vegetales de los alrededores de la laguna de Chingaza (Cundinamarca). *Caldasia* 15(71/75): 219–248.
- Galindo, R., J. Betancur, and J. 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.
- Gentry, A.H. 1982. Patterns of Neotropical Plant Species Diversity. p. 1–84. *In* Hecht, M.K., Wallace, B., Prance, G.T. (eds.), *Evolutionary Biology: Volume 15*. Springer US, Boston, MA.
- Gentry, A.H. 1994. A Field Guide to the Families and Genera of Woody Plants of Northwest South America (Colombia, Ecuador, Peru) with Supplementary Notes on Herbaceous Taxa. *SERBIULA Sist. Libr.* 20 45.

- Halfpiter, G. 1999. Áreas naturales protegidas y conservación de la biodiversidad: una perspectiva Latinoamericana (SD Matteucci, OT Solbrig, J Morello, and G Halfpiter, Eds.). *Biodivers. Uso Tierra Conceptos Ej. Latinoam.* 24.
- Hernández, M., N. Rosales, and S.P. Cortés. 2016. Riqueza y diversidad florística de un bosque de niebla subandino en la Reserva Forestal Laguna De Pedro Palo (Tena–Cundinamarca, Colombia). *Rev. Fac. Cienc. Básicas* 7(1): 32–47.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. 2017. IDEAMA available at <http://www.ideam.gov.co/>.
- Instituto Alexander von Humboldt (IAvH). 2017. Expediciones Humboldt San Francisco, Cundinamarca. IAvH, San Francisco, Cundinamarca, Colombia.
- Jaccard, P. 1901. Distribution de la flore alpine dans le bassin des dranses et dans quelques regions voisines. *Bull Soc Vaud Sci Nat* 37: 241–272.
- Leyva, P. (Ed). 2001. El medio ambiente en Colombia. 2nd ed. Santa Fe de Bogotá.
- Linares, R. 1996. Caracterización del bosque de cativo (*Prioria copaifera*) en dos estados sucesionales: clímax y 21 años post-aprovechamientos. p. 26–33. *In* Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal (ed.),
- López G., A.M., and G. Williams L. 2006. Evaluación de métodos no paramétricos para la estimación de riqueza de especies de plantas leñosas en cafetales. *Bol. Soc. Botánica México* 78: 7–15.
- Magurran, A.E. 1988. Why diversity? p. 1–5. *In* Ecological diversity and its measurement. Springer.
- Marín, C., and J. Betancur. 1997. Estudio florístico en un robledal del Santuario de Flora y Fauna de Iguaque (Boyacá, Colombia). *Revista Acad. Colomb*, 21: 249–259.
- Patiño, J.E., L.M. Estupiñán Suárez, and Ú. Jaramillo. 2015. Humedales y actividades antropogénicas. *Biodiversidad 2015. Estado y tendencias de la biodiversidad continental*

de Colombia. (MF Gómez, LA Moreno, and GI Andrade, Eds.). Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C., Colombia.

Pla, L. 2006. Biodiversidad: Inferencia basada en el Índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia* 31: 583–590.

Ramírez M., G., and E. Ledezma R. 2007. Efectos de las actividades socio-económicas (minería y explotación maderera) sobre los bosques del departamento del Chocó. *Rev. Inst. Univ. Tecnológica Chocó* 26(1): 58–65.

Romero, M., E. Cabrera, and N. Ortiz. 2008. Informe sobre el estado de la biodiversidad en Colombia 2006-2007. Instituto Alexander von Humboldt, Bogotá, D.C., Colombia.

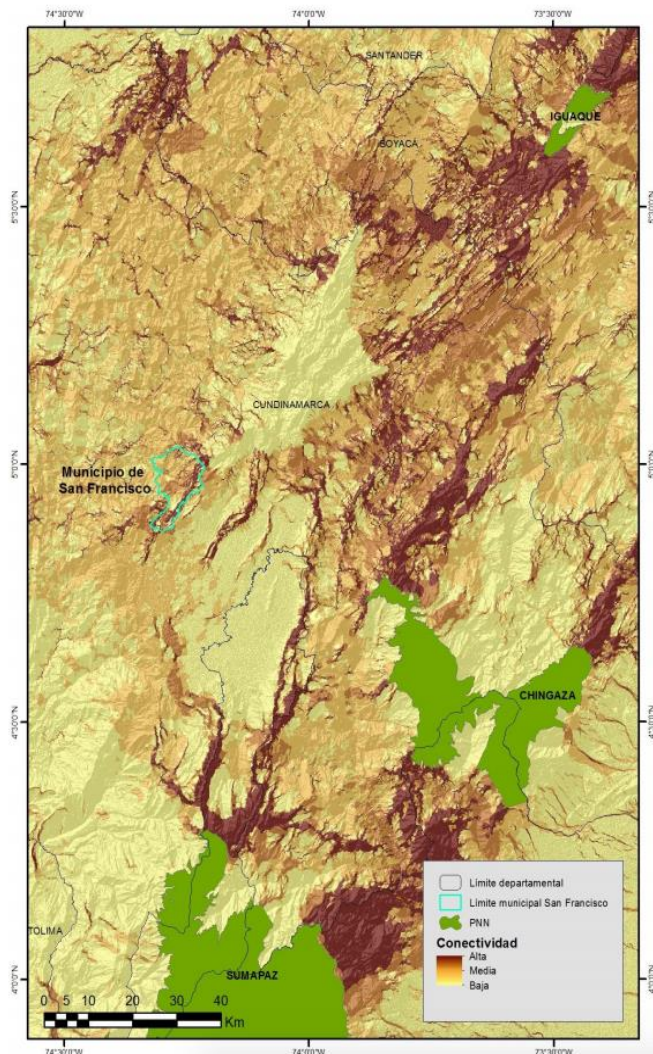
Sistema de Información Ambiental de Colombia. 2017. SIACA available at <http://sig.anla.gov.co:8083/>.

Simpson, E.H. 1949. Measurement of diversity. *Nature* 163: 688–688.

Valencia, A., L. Restrepo, and S.I.U. Soto. 2008. Conectividad estructural del paisaje cafetero en la cuenca alta del río San Juan, suroeste antioqueño, Colombia. *Rev. Bol. Cienc. Tierra*.

Apéndices

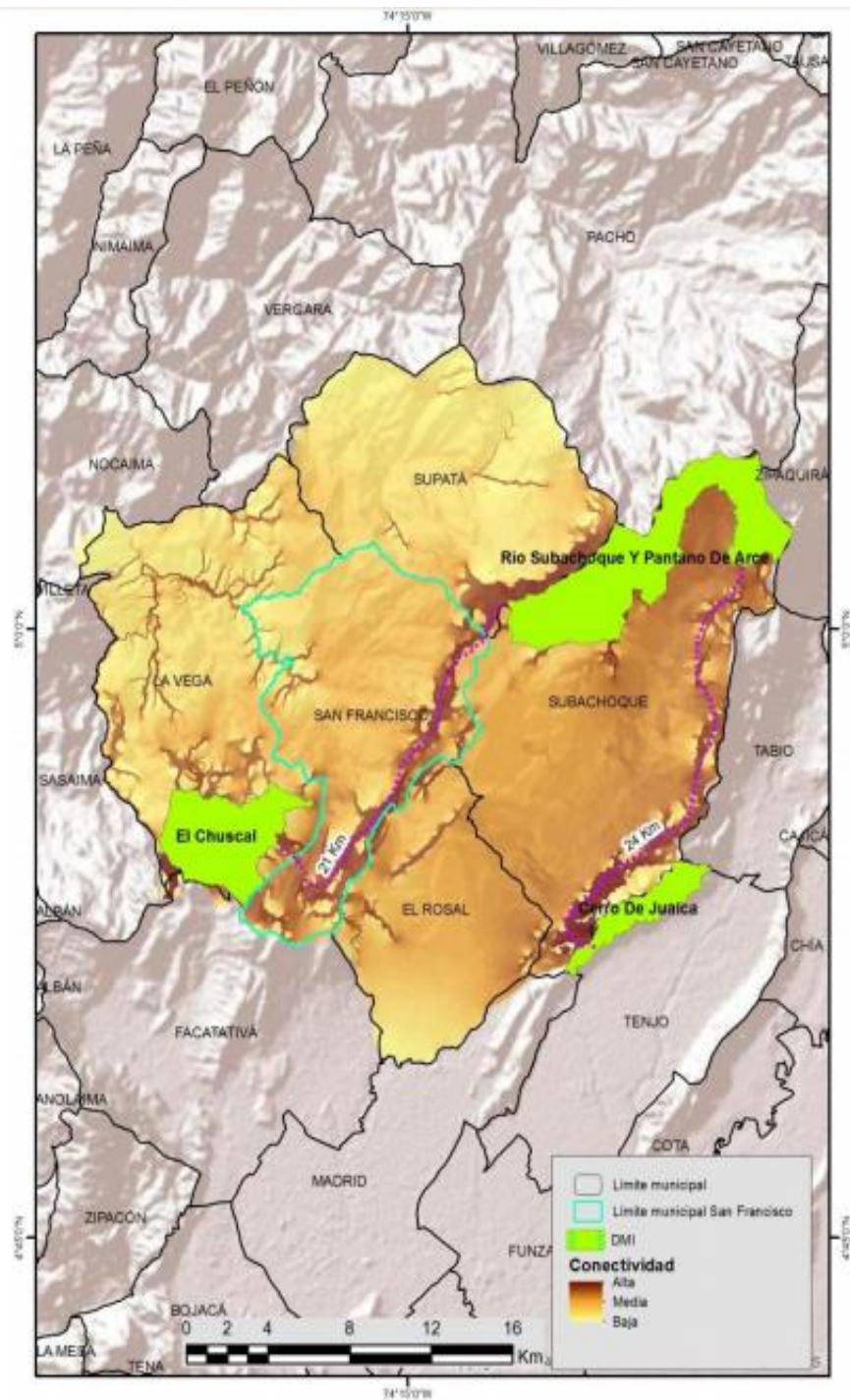
Apéndice A. Municipio de San Francisco (Cundinamarca) en el contexto de la conectividad entre los Parques Nacionales Naturales de Colombia Chingaza, Sumapaz y el Santuario de Flora y Fauna de Iguaque con el municipio de San Francisco (Cundinamarca).



Tomado del informe Expediciones Humboldt. San Francisco, Cundinamarca. (Instituto

Alexander von Humboldt (IAvH), 2017)

Apéndice B. Conectividad entre tres Distritos de Manejo Integrado y en el municipio de San Francisco (Cundinamarca).



Tomado del informe Expediciones Humboldt. San Francisco, Cundinamarca. (Instituto Alexander von Humboldt (IAvH), 2017).

Apéndice C. Tabla de la hacienda Piamonte con las especies registradas y sus valores de:
Frecuencia relativa, Densidad relativa, dominancia relativa y el índice de valor de
importancia (IVI) en porcentaje.

Familia	Especie	Voucher	Densidad	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	IVI %
ADOXACEAE	<i>Viburnum jamesonii</i> (Oerst.) Killip & A.C.Sm.	3608	1,95	2,80	1,54	2,10
AQUIFOLIACEAE	<i>Ilex sp. 1</i>	3675	0,78	1,40	0,17	0,78
ARALIACEAE	<i>Schefflera paniculitomentosa</i> Cuatrec.	3647	0,78	1,40	1,91	1,36
ARECACEAE	<i>Geonoma deversa</i> (Poit.) Kunth	3627	0,39	0,70	0,04	0,38
ASTERACEAE	<i>Pentacalia sp. 2</i>	3606	0,39	0,70	0,10	0,40
ASTERACEAE	<i>Indet.</i>	3617	0,39	0,70	0,34	0,48
ASTERACEAE	<i>Critoniopsis bogotana</i> (Cuatrec.) H.Rob.	3650	0,78	0,70	0,17	0,55
ASTERACEAE	<i>Diplostephium revolutum</i> S.F. Blake	3660	0,39	0,70	0,22	0,44
ASTERACEAE	<i>Ageratina sp. 1</i>	3663	0,39	0,70	0,06	0,38
BRUNELLIACEAE	<i>Brunellia propinqua</i> Kunth	3623	0,39	0,70	1,65	0,91
BRUNELLIACEAE	<i>Brunellia acutangula</i> Bonpl.	3656	0,39	0,70	0,04	0,38
CARICACEAE	<i>Indet.</i>	S.N-3	0,39	0,70	0,50	0,53
CLETHRACEAE	<i>Clethra fagifolia</i> Kunth	3607	6,64	4,20	2,32	4,38
CLETHRACEAE	<i>Clethra formosa</i> E. Alfaro & J.F.Morales	3612	0,78	0,70	0,25	0,58
CLUSIACEAE	<i>Clusia cundinamarcensis</i> Cuatrec.	3608A	4,69	4,20	4,13	4,34
CLUSIACEAE	<i>Clusia inesiana</i> Cuatrec.	3652	0,39	0,70	0,02	0,37
CUNONIACEAE	<i>Weinmannia tomentosa</i> L. f.	3648	3,13	1,40	0,90	1,81
CYATHEACEAE	<i>Cyathea squamipes</i> H.Karst.	3619	3,52	3,50	2,89	3,30
ERICACEAE	<i>Bejaria mathewsii</i> Fielding & Gardner	3657	0,78	0,70	0,54	0,67
EUPHORBIACEAE	<i>Sapium stylare</i> Müll. Arg.	3604	0,39	0,70	0,14	0,41
HELIOTROPIACEAE	<i>Tournefortia polystachya</i> Ruiz & Pav.	3603	1,56	0,70	0,69	0,98
INDET. 5	<i>Indet.</i>	S.N-4	0,39	0,70	0,10	0,40
LAMIACEAE	<i>Aegiphila glabrata</i> Moldenke	3691	0,39	0,70	0,60	0,56

Familia	Especie	Voucher	Densidad	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	IVI %
LAURACEAE	<i>Ocotea stuebelii</i> Mez	3610	3,91	2,80	3,29	3,33
LAURACEAE	<i>Beilschmiedia costaricensis</i> (Mez & Pittier) C.K.Allen	3625	2,73	2,10	3,73	2,85
LAURACEAE	<i>Indet. 2</i>	3629	1,95	2,80	1,53	2,09
LAURACEAE	<i>Indet. 1</i>	3635	1,95	2,10	15,55	6,53
LAURACEAE	<i>Indet. 4</i>	3669	1,17	0,70	2,26	1,38
LAURACEAE	<i>Indet. 3</i>	3678	0,39	0,70	0,28	0,46
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia lonchophylla</i> Naudin	3611	1,56	1,40	0,37	1,11
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia denticulata</i> Naudin	3615	7,42	3,50	1,21	4,04
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia dolichopoda</i> Naudin	3618	3,13	1,40	2,52	2,35
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia theizans</i> (Bonpl.) Cogn.	S.N-2	0,39	0,70	0,03	0,37
MELASTOMATACEAE	<i>Axinaea scutigera</i> Triana	3655	4,30	2,80	7,99	5,03
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia sp.</i>	3667	2,73	2,10	1,47	2,10
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia resima</i> Naudin	S.N-5	0,39	0,70	0,74	0,61
MELIACEAE	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	3628	0,39	0,70	0,17	0,42
MELIACEAE	<i>Ruagea hirsuta</i> (C. DC.) Harms	3686	0,39	0,70	0,11	0,40
MYRICACEAE	<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl.	3659	0,78	0,70	0,32	0,60
MYRICACEAE	<i>Morella parvifolia</i> (Benth.) Parra-Os.	3664	0,39	0,70	1,34	0,81
MYRTACEAE	<i>Eugenia sp.</i>	3679	0,39	0,70	0,15	0,41
PHYLLANTHACEAE	<i>Hieronyma duquei</i> Cuatrec.	3609	0,78	1,40	1,80	1,33
PHYLLANTHACEAE	<i>Hieronyma macrocarpa</i> Müll.Arg.	3630	0,39	0,70	1,27	0,79
PHYLLANTHACEAE	<i>Hieronyma scabrida</i> (Tul.) Müll.Arg.	3642	1,95	2,10	0,63	1,56
PICRAMNIACEAE	<i>Picramnia gracilis</i> Tul.	3685	0,39	0,70	0,03	0,37
PIPERACEAE	<i>Piper barbatum</i> Kunth.	3605	0,78	1,40	0,19	0,79
PIPERACEAE	<i>Piper archeri</i> Trel. & Yunck.	3638	0,39	0,70	1,13	0,74
POACEAE	<i>Chusquea uniflora</i> Steud.	3631	4,30	4,20	1,21	3,24
PRIMULACEAE	<i>Geissanthus occidentalis</i> Cuatrec.	3614	0,39	0,70	0,77	0,62
PRIMULACEAE	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) Roem. & Schult.	3654	0,78	1,40	0,39	0,86
PRIMULACEAE	<i>Myrsine latifolia</i>	3672	1,17	1,40	1,37	1,31

Familia	Especie	Voucher	Densidad	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	IVI %
	(Ruiz & Pav.)Spreng.					
RUBIACEAE	<i>Cinchona lancifolia</i> Mutis	3681	1,95	2,10	2,11	2,05
RUBIACEAE	<i>Ladenbergia macrocarpa</i> (Vahl) Klotzsch	3643	5,08	4,20	12,73	7,33
RUBIACEAE	<i>Palicourea angustifolia</i> Kunth	3658	2,73	2,80	0,23	1,92
RUBIACEAE	<i>Rudgea sp.</i>	3670	0,39	0,70	0,04	0,38
RUBIACEAE	<i>Palicourea sp.</i>	3680	0,78	1,40	0,40	0,86
RUTACEAE	<i>Zanthoxylum melanostictum</i> Schltdl. & Cham.	3616	4,30	5,59	6,16	5,35
SAPINDACEAE	<i>Billia rosea</i> (Planch. & Linden) C.Ulloa & P.Jørg.	3613	2,34	3,50	1,60	2,48
SIPARUNACEAE	<i>Siparuna sp.</i>	3683	1,17	1,40	0,10	0,89
SOLANACEAE	<i>Cestrum cuneifolium</i> Francey	3612A	0,78	1,40	1,90	1,36
SOLANACEAE	<i>Lycianthes radiata</i> (Sendtn.) Bitter	3624	0,39	0,70	0,05	0,38
SOLANACEAE	<i>Solanum aphyodendron</i> S.Knapp	3639	1,56	0,70	0,29	0,85
SOLANACEAE	<i>Cestrum humboldtii</i> Francey	3640	0,39	0,70	0,97	0,69
THEACEAE	<i>Gordonia fruticosa</i> (Schrad.) H. Keng	3649	0,78	0,70	0,73	0,74
WINTERACEAE	<i>Drimys granadensis</i> L.f.	3674	1,56	2,10	1,53	1,73
SUMATORIA TOTAL			100	100	100	100

Apéndice D. Tabla de la Reserva natural hacienda La Nube con las especies registradas y sus valores de: Frecuencia relativa, Densidad relativa, dominancia relativa y el índice de valor de importancia (IVI) en porcentaje.

Familia	Especie	Voucher	Densidad	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	IVI %
ADOXACEAE	<i>Viburnum jamesonii</i> (Oerst.) Killip & A.C.Sm.	3939	9,62	0,75	6,01	5,46
AQUIFOLIACEAE	<i>Ilex obtusata</i> Triana & Planch.	3966	0,51	0,75	0,13	0,46
ARALIACEAE	<i>Oreopanax incisus</i> (Schult.) Decne. & Planch.	3937	3,04	5,26	1,77	3,36
ARALIACEAE	<i>Schefflera</i> <i>paniculitomentosa</i> Cuatrec.	3967	0,51	0,75	0,19	0,48
ASTERACEAE	<i>Ageratina sp. 1</i>	3948	1,52	3,76	0,32	1,87
ASTERACEAE	<i>Critoniopsis</i> <i>bogotana</i> (Cuatrec.) H.Rob.	3958	3,04	3,76	2,31	3,04
ASTERACEAE	<i>Diplostephium</i> <i>revolutum</i> S.F. Blake	3976	3,29	2,26	5,99	3,85
ASTERACEAE	<i>Ageratina sp. 2</i>	3992	0,76	1,50	0,19	0,82
BRUNELLIACEAE	<i>Brunellia propinqua</i> Kunth	3972	0,51	1,50	2,05	1,35
CLETHRACEAE	<i>Clethra fagifolia</i> Kunth	3943	8,10	7,52	10,63	8,75
CLUSIACEAE	<i>Clusia</i> <i>cundinamarcensis</i> Cuatrec.	3940	3,04	4,51	2,12	3,22
CLUSIACEAE	<i>Clusia inesiana</i> Cuatrec.	3960	5,06	6,02	5,93	5,67
CUNONIACEAE	<i>Weinmannia</i> <i>tomentosa</i> L. f.	3938	12,15	6,02	20,02	12,73
CUNONIACEAE	<i>Weinmannia</i> <i>lentiscifolia</i> C.Presl	3957	2,28	3,01	7,16	4,15
CUNONIACEAE	<i>Weinmannia</i> <i>reticulata</i>	3975	4,81	2,26	3,39	3,49

Familia	Especie	Voucher	Densidad	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	IVI %
	Ruiz & Pav.					
CUNONIACEA E	<i>Weinmannia cundinamarcensis</i> Cuatrec.	3997	1,77	0,75	1,47	1,33
ERICACEAE	<i>Cavendishia nitida</i> (Kunth) A.C. Sm.	3961	3,54	3,01	2,78	3,11
ERICACEAE	<i>Gaultheria buxifolia</i> Willd.	3952	2,28	3,76	1,22	2,42
ERICACEAE	<i>Indet. 2</i>	3977	0,51	0,75	0,09	0,45
ESCALLONIA CEAE	<i>Escallonia discolor</i> Vent.	3987	0,76	0,75	0,63	0,71
FAGACEAE	<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.	3947	1,01	1,50	2,41	1,64
INDET. 4	<i>Indet.</i>	3954	0,25	0,75	0,10	0,37
LAMIACEAE	<i>Lepechinia conferta</i> (Benth.) Epling	3942	2,78	5,26	2,12	3,39
LORANTHAC EAE	<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G.Don	3955	2,28	2,26	4,26	2,93
MELASTOMA TACEAE	<i>Miconia dolichopoda</i> Naudin	3951	0,51	1,50	0,93	0,98
MELASTOMA TACEAE	<i>Miconia theizans</i> (Bonpl.) Cogn	3983	0,25	0,75	0,21	0,40
MELASTOMA TACEAE	<i>Miconia pedicellata</i> Cogn.	3996	0,25	0,75	0,08	0,36
MYRICACEAE	<i>Morella parvifolia</i> (Benth.) Parra-Os.	3978	4,05	4,51	6,09	4,88
MYRICACEAE	<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl.	3962	0,25	0,75	0,88	0,63
PRIMULACEA E	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) Roem. & Schult.	3944	3,04	6,02	2,15	3,73
PROTEACEAE	<i>Panopsis suaveolens</i> (Klotzsch) Pittier	3959	0,51	1,50	0,27	0,76
RHAMNACEA E	<i>Rhamnus goudotiana</i> Triana & Planch.	3945	2,78	3,76	1,46	2,67
RUBIACEAE	<i>Palicourea angustifolia</i> Kunth	3941	12,15	5,26	2,08	6,50
RUBIACEAE	<i>Palicourea demissa</i> Standl.	3985	0,25	0,75	0,05	0,35
RUTACEAE	<i>Zanthoxylum quinduense</i> Tul.	3949	0,25	0,75	0,05	0,35
RUTACEAE	<i>Zanthoxylum sp.</i>	3971	0,25	0,75	0,15	0,39
SALICACEAE	<i>Abatia parviflora</i>	3950	0,25	0,75	0,02	0,34

Familia	Especie	Voucher	Densidad	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	IVI %
	Ruiz & Pav.					
THYMELAEAE CEAE	<i>Daphnopsis caracasana</i> Meisn.	3946	1,77	3,76	2,28	2,60
SUMATORIA TOTAL			100	100	100	100

Apéndice E. Tabla de la hacienda Los Amarillos-sector Siberia, con las especies registradas y sus valores de: Frecuencia relativa, Densidad relativa, dominancia relativa y el índice de valor de importancia (IVI) en porcentaje.

Familia	Especie	Voucher	Densidad	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	IVI%
ADOXACEAE	<i>Viburnum jamesonii</i> (Oerst.) Killip & A.C.Sm.	4103	9,97	6,45	8,82	8,41
AQUIFOLIACEAE	<i>Ilex sp. 2</i>	4109	0,62	1,61	0,85	1,03
ASTERACEAE	<i>Munnozia senecionidis</i> Benth.	S.N-2	0,31	0,81	0,02	0,38
ASTERACEAE	<i>Jungia calyculata</i> Cuatrec.	4129	0,31	0,81	0,01	0,38
ASTERACEAE	<i>Pentacalia axillariflora</i> S.Díaz & Pedraza	4147	0,62	0,81	0,05	0,49
ASTERACEAE	<i>Ageratina sp. 1</i>	4171	0,62	0,81	0,26	0,56
ASTERACEAE	<i>Verbesina arborea</i> Kunth	4180	0,31	0,81	0,44	0,52
BRUNELLIACEAE	<i>Brunellia acutangula</i> Bonpl.	4145	0,31	0,81	0,09	0,40
CHLORANTHACEAE	<i>Hedyosmum colombianum</i> Cuatrec.	4086	18,07	6,45	8,81	11,11
CLETHRACEAE	<i>Clethra pedicellaris</i> Turcz.	4150	0,31	0,81	0,01	0,38
CLUSIACEAE	<i>Clusia guaviarensis</i> Cuatrec.	4095	3,43	2,42	1,91	2,58
CLUSIACEAE	<i>Clusia alata</i> Planch. & Triana	4102	1,25	1,61	6,17	3,01
CUNONIACEAE	<i>Weinmannia rollottii</i> Killip	4148	0,31	0,81	0,20	0,44
CUNONIACEAE	<i>Weinmannia reticulata</i> Ruiz & Pav.	S.N-6	0,31	0,81	0,08	0,40
CYATHEACEAE	<i>Cyathea squamipes</i> H.Karst.	4101	3,43	4,84	2,01	3,42

Familia	Especie	Voucher	Densidad	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	IVI%
DICKSONIACEAE	<i>Dicksonia karsteniana</i> (Klotzsch) T.Moore	4172	2,49	0,81	4,35	2,55
ERICACEAE	<i>Cavendishia nítida</i> (Kunth) A.C. Sm.	4106	0,93	1,61	0,06	0,87
ERICACEAE	<i>Indet. 1</i>	4158	0,31	0,81	0,02	0,38
ERICACEAE	<i>Psammisia sp.</i>	4159	1,25	0,81	0,13	0,73
GESNERIACEAE	<i>Glossoloma tetragonoides</i> (Mansf.) J.L.Clark	4099	0,31	0,81	0,32	0,48
INDET. 1	<i>Indet.</i>	S.N-5	0,31	0,81	0,03	0,38
INDET. 2	<i>Indet.</i>	S.N-1	0,31	0,81	0,14	0,42
INDET. 3	<i>Indet.</i>	S.N-4	0,31	0,81	0,10	0,41
LAMIACEAE	<i>Lepechinia bullata</i> (Kunth) Epling	S.N-3	0,31	0,81	2,08	1,07
LAURACEAE	<i>Ocotea calophylla</i> Mez	4092	2,49	4,03	5,97	4,17
LAURACEAE	<i>Aniba panurensis</i> (Meisn.) Mez	4111	2,80	4,03	0,88	2,57
LAURACEAE	<i>Indet. 5</i>	4157	0,31	0,81	0,21	0,44
LAURACEAE	<i>Indet. 6</i>	4162	0,31	0,81	2,74	1,29
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia cundinamarcensis</i> Wurdack	4089	4,05	3,23	5,48	4,25
MELASTOMATACEAE	<i>Meriania aguaditensis</i> Humberto Mend. & Fern. Alonso	4096	7,17	5,65	16,88	9,90
MELASTOMATACEAE	<i>Tibouchina lepidota</i> (Bonpl.) Baill.	4107	2,80	2,42	6,51	3,91
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia plethorica</i> Naudin	4126	1,56	2,42	3,95	2,64
PENTAPHYLACACEAE	<i>Ternstroemia meridionalis</i> L.f.	4087	0,93	2,42	0,56	1,30
PHYLLANTHACEAE	<i>Hieronyma rufa</i> P.Franco R.	4093	0,93	2,42	0,47	1,27
POACEAE	<i>Chusquea spencei</i> Ernst	4098	9,97	5,65	3,60	6,40
POLYGONACEAE	<i>Indet.</i>	4105	1,25	2,42	0,09	1,25
POLYGONACEAE	<i>Muehlenbeckia tamnifolia</i> (Kunth) Meisn.	4131	0,93	1,61	0,06	0,87
PRIMULACEAE	<i>Cybianthus iteoides</i> (Benth.) G.Agostini	4088	1,56	3,23	0,34	1,71

Familia	Especie	Voucher	Densidad	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	IVI%
PRIMULACEAE	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) Roem. & Schult.	4130	1,87	2,42	0,95	1,75
RUBIACEAE	<i>Faramea quinqueflora</i> Poepp.	4104	0,31	0,81	0,13	0,42
RUBIACEAE	<i>Palicourea sp.</i>	4115	0,93	2,42	0,08	1,15
RUBIACEAE	<i>Psychotria sp.</i>	4167	0,31	0,81	0,05	0,39
SALICACEAE	<i>Indet.</i>	4149	0,62	0,81	0,38	0,60
SOLANACEAE	<i>Solanum cornifolium</i> Dunal	4127	4,67	1,61	0,51	2,27
SOLANACEAE	<i>Solanum humboldtianum</i> Granados- Tochoy & S. Knapp	4144	0,93	1,61	0,09	0,88
STYRACACEAE	<i>Styrax macrocalyx</i> Perkins	4094	1,25	2,42	2,00	1,89
SYMPLOCACEAE	<i>Symplocos flosfragrans</i> Chaparro	4091	1,87	3,23	0,92	2,00
WINTERACEAE	<i>Drimys granadensis</i> L.f.	4090	3,43	4,03	10,22	5,89
SUMATORIA TOTAL			100	100	100	100