

**Diferencias Florísticas entre Hábitos de Crecimiento en Relictos de Bosques
Montanos en la Cordillera Oriental de Colombia**

Heidy Catherine Caro Ayala

Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniera Forestal

Director

MSc Diego Suescún Carvajal

Codirector

MSc Boris Stefan Villanueva Tamayo

Universidad Industrial de Santander

Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia

Programa de Ingeniería Forestal

Málaga - Santander

2022

**Diferencias Florísticas entre Hábitos de Crecimiento en Relictos de Bosques
Montanos en la Cordillera Oriental de Colombia**

Susana Maria Arango Carvajal

Trabajo de Grado para Optar el Título de Bióloga

Director

Ph.D Fernando Alzate Guarín

Codirector

MSc Diego Suescún Carvajal

Universidad de Antioquia

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

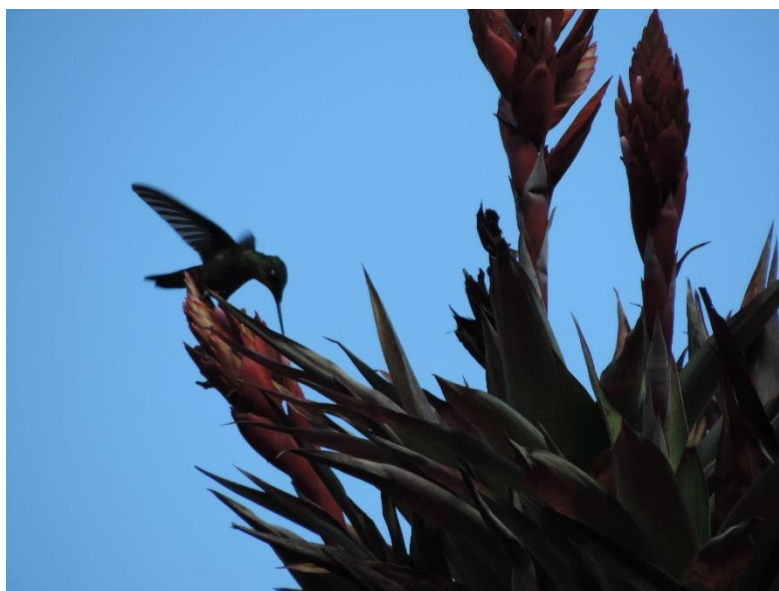
Instituto de Biología,

Medellin, Antioquia

2022

Dedicatoria

A mi madre *Maria Antonia Ayala*, por ser mi razón de ser, ella que a pesar de las dificultades nunca desistió de sus responsabilidades y tuvo la fortaleza de ser mi madre y padre a la vez, a quien admiro por su lucha y perseverancia. A *Nestor Tellez*, por ser la persona que me acompañó y apoyó en las decisiones más difíciles de mi vida, quien siempre creyó en mí y me dio la mano en cada paso que daba, por ser mi motivo e inspiración, esto también es obra tuya mi amor. A *Maria Lupe Gonzalez* y *Mayrha Benjumea* por el amor, compañía y lucha constante. Y finalmente, una dedicatoria especial a mí misma, por nunca renunciar a sus sueños, porque a pesar de que el pasado y tristeza dolía y pesaba todos los días te esforzabas por superarte y crecer personal y académicamente, gracias por jamás abandonar tus anhelos, porque gracias a tu valentía obtuviste este escrito.



“Y al fin comprendimos que ese nuestro andar sin melodía no podría conducirnos a ningún lado a menos que un nuevo ritmo lo invadiera” Chucho Peña

Agradecimientos

Extiendo un agradecimiento al Convenio Marco en cooperación entre la Universidad de Antioquia y la Universidad Industrial de Santander por permitir la couatoria de la compañera Susana Maria Arango Carvajal estudiante del programa de Biologia, puesto que su sabiduría, constancia y dedicación brindada fue indispensable para la culminación de este proyecto

Agradezco el apoyo y acompañamiento de mi familia, amigos y pareja, porque fueron motivación para la escritura de este trabajo. Infinitas gracias al profesor Diego Suescún, por confiar en la realización de un trabajo muy importante como línea base para el conocimiento de la flora provincia de Garcia Rovira, gracias por el apoyo dado durante la etapa de campo y todas las ideas y mejoras realizadas a este escrito. Infinitas gracias a Boris Villanueva por permitirme conocer y desarrollar la tesis en el Jardín Botánico de Bogotá Jose Celestino Mutis (JBB), por el aprendizaje en el herbario y los valiosos aportes en las versiones del proyecto, de igual manera un agradecimiento total a todos los expertos y colaboradores del JBB, por el recibimiento y el aprendizaje en la revisión del material vegetal en el herbario.

Tambien quiero agradecer a la familia Otero de la Reserva La Llanada en el municipio de Concepción, a la familia Villabona de la vereda Pescaderito del municipio de Málaga y a la familia Valero en la vereda Santacruz del municipio de San Andrés que nos abrieron la puerta de sus hogares y nos brindaron protección, bienestar y acompañamiento continuo indispensable para el desarrollo de este estudio. Finalmente, un agradecimiento a los profesores de la UIS sede Málaga, compañeros y demás personas que discretamente aportaron su granito de arena para el cumplimiento de este objetivo.



Tabla de contenido

Resumen.....	10
Abstract	11
Introducción	12
Objetivos.....	13
General	13
Específicos	13
Antecedentes	14
1. Marco referencial	14
1.1. Marco Teórico.....	14
1.1.1 <i>Características Generales de los Bosques Altoandinos y Andinos</i>	14
1.1.2 <i>Servicios Ecosistémicos de los Bosques Andinos</i>	16
1.1.3 <i>Hábitos de Crecimiento</i>	17
1.2 Marco Conceptual.....	19
2 Metodología	20
2.1 Área de Estudio.....	20
2.2 Diseño Experimental.....	22
2.3 Trabajo de herbario.....	23
2.4 Análisis de datos	24
2.4.3 <i>Riqueza</i>	24
2.4.4 <i>Estructura</i>	24
2.4.5 <i>Diversidad</i>	24
3 Resultados	26
3.1 Curva de acumulación especies-área por cada relicto de bosque	26
3.2 Riqueza total de especies por hábito de crecimiento y su relación con el tamaño del individuo.....	27
3.3 Estructura	31

DIFERENCIAS FLORÍSTICAS POR HÁBITOS DE CRECIMIENTO

3.3.3	<i>Estructura vertical</i>	32
3.3.4	<i>Estructura horizontal</i>	33
3.3.5	<i>Índice de valor de importancia</i>	34
3.4	Diversidad.....	35
3.4.3	<i>Diversidad alfa</i>	35
3.4.4	<i>Diversidad beta</i>	38
4	Discusión.....	40
4.1	Composición florística.....	40
4.2	Diversidad.....	43
4.3	Estructura física	45
4.4	Índice de Valor de Importancia	47
4.5	Endemismo, conservación y novedades taxonómicas	48
5	Conclusiones.....	48
6	Recomendaciones.....	49
	Referencias	51
	Apéndices	58

Lista de Figuras

Figura 1 Área de estudio.....	21
Figura 2 Transecto tipo RAP modificado.....	23
Figura 3 Curvas de acumulación de especies - área por bosque	26
Figura 4 Distribución de la riqueza de especies por hábito de crecimiento para cada bosque.....	28
Figura 5 Distribución de las especies y registros según su DAP.....	31
Figura 6 Distribución de clases diamétricas de árboles por bosque	34
Figura 7 Índice de valor de importancia para las especies registradas con DAP>2,5 cm para los tres sitios	35
Figura 8 Índice de diversidad beta para hábitos de crecimiento por familia, género y especies.....	39

Lista de Tablas

Tabla 1 Características de hábitos de crecimiento.....	18
Tabla 2 Distribución vertical de los individuos en La Llanada.....	32
Tabla 3 Distribución vertical de los individuos en Pescaderito.....	32
Tabla 4 Distribución vertical de los individuos en Santacruz	33
Tabla 5 Índices de diversidad alfa	37

Lista de apéndice

Apéndice A Trabajo de campo	58
Apéndice B Trabajo de herbario JBB.....	59
Apéndice C Riqueza de especies e individuos por familia y hábitos de crecimiento	59
Apéndice D Número de individuos de plántulas por especies y familia para los sitios de muestreo	62
Apéndice E Distribución de la riqueza de especies según su DAP para cada bosque ...	64
Apéndice F Número de individuos por especie para cada bosque	64
Apéndice G Distribución de clases diamétricas	66
Apéndice H Índice de valor de importancia para las especies registradas con DAP>2,5 cm para los tres sitios	67
Apéndice I Índice de diversidad Beta (Sorensen)	69
Apéndice J Riqueza florística de diferentes bosques andinos con muestreos para individuos con $DAP \geq 2,5$ cm	70
Apéndice K Riqueza florística discriminada para robledales de la Cordillera Oriental discriminada por el DAP mínimo de muestreo	71
Apéndice L Especies endémicas muestreadas.....	72
Apéndice M Listado de flora	75

Resumen

Título: Diferencias Florísticas entre Hábitos de Crecimiento en Relictos de Bosques Montanos en la Cordillera Oriental de Colombia ¹

Autor: Heidy Catherine Caro Ayala ² y Susana María Arango Carvajal ³

Palabras clave: Robledal, composición florística, riqueza de especies, diversidad y estructura.

Descripción:

Estudios de flora desarrollados en bosques naturales, suelen enfocarse en plantas leñosas con un diámetro mínimo definido (2,5 cm), por lo que otros componentes importantes como lianas, hierbas terrestres, arbustos e individuos juveniles de especies arbóreas, son excluidos del muestreo y, por tanto, de los análisis florísticos. En este estudio, se presenta el aporte de los diferentes hábitos de crecimiento en la riqueza total terrestre de especies en tres robledales (bosques altoandinos dominados por *Quercus humboldtii*) localizados al Noroccidente de la Cordillera Oriental. Se implementó la metodología de RAP (ISA-JAUM, 2004), registrando todos los individuos con DAP < 2,5 cm, sin incluir las plantas epífitas para un área de 0,1 ha por cada relicto boscoso. Se registró un total de 769 individuos distribuidos en 38 familias de angiospermas con 133 especies, para Pteridofitas 37 especies distribuidas en 10 familias. Las especies no arbóreas representaron 73,9 hasta 87% de la riqueza total terrestre, lo que evidencia su importancia en la composición, estructura y diversidad de los robledales estudiados. Los resultados obtenidos aquí son similares a los presentados por otros autores en robledales colombianos y apoyan la propuesta de incluir individuos con diámetros diferentes al establecido en las metodologías tradicionales con el fin de estimar con mayor precisión la riqueza total terrestre de especies. La diversidad encontrada está directamente relacionada con los diámetros muestreados y con la altura del lugar, además, está comparada con otras presenta altos valores, por lo mismo se concluye que es importante la ampliación del diámetro mínimo de muestreo, permitiendo conocer todas las formas de vida presentes en un bosque, lo cual es un instrumento indispensable para la toma de decisiones en generación de políticas de conservación y manejo sostenible de los bosques andinos.

¹Proyecto de grado

² Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia IPRED. Programa de Ingeniería forestal. Director: MSc. Diego Suescún Carvajal. Codirector: MSc. Boris Stefan Villanueva Tamayo

³ Universidad de Antioquia. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Instituto de Biología. Director: PhD Fernando Alzate Guarín. Codirector: MSc. Diego Suescún Carvajal.

Abstract

Title: Floristic Differences Between Growth Habits in Relict Montane Forests in the Eastern Cordillera of Colombia⁴

Authors: Heidy Catherine Caro Ayala ⁵ y Susana María Arango Carvajal ⁶

Keywords: oak forest, floristic composition, species richness, diversity and structure.

Description:

Flora studies carried out in natural forests usually focus on woody plants with a defined minimum diameter (2,5 cm), therefore, other important components such as lianas, terrestrial herbs, shrubs and juvenile individuals of tree species are excluded from the sampling and from the floristic analyses. In this study, the contribution of the different growth habits in the total terrestrial richness of species in three oak forests (High Andean forest dominated by *Quercus humboldtii*) located in the Northwest of the Eastern Cordillera is presented. The RAP methodology (ISA-JAUM, 2004) was implemented, recording all individuals with DAP <2,5 cm, not including epiphytic plants for an area of 0.1 ha for each forest remnant. A total of 769 individuals distributed in 38 families of angiosperms with 133 species were registered, for Pteridophytes 37 species distributed in 10 families. Non-arboreal species represented 73,9 to 87% of the total terrestrial richness, which shows their importance in the composition, structure and diversity of the oak forests studied. The results obtained here are similar to those presented by other authors in Colombian oak forests and support the proposal to include individuals with diameters different from those established in traditional methodologies in order to more accurately estimate total terrestrial richness of species. The diversity found is directly related to the diameters sampled and the height of the place, in addition, it is compared with others, it presents high values, for the same reason it is concluded that it is important to expand the minimum diameter of sampling, allowing to know all forms of life. present in a forest, which is an indispensable instrument for decision-making in the generation of policies for the conservation and sustainable management of Andean forests.

⁴Degree project

⁵ Institute of Regional Projection and Distance Education IPRED. forestry Engineering Program. Director: MSc. Diego Suescún Carvajal. Codirector: MSc. Boris Stefan Villanueva Tamayo

⁶ University of Antioquia. Faculty of Exact and Natural Sciences. Institute of Biology. Director: PhD Fernando Alzate Guarín. Codirector: MSc. Diego Suescún Carvajal.

Introducción

Diferentes procesos geológicos a través del tiempo dieron surgimiento a la cadena montañosa más larga de la tierra, los Andes. Esta presenta características geomorfológicas y climáticas ideales que proporcionan oportunidades únicas para procesos de especiación y adaptación de la biodiversidad terrestre (Boschman, 2021; Tovar et al., 2022) Particularmente, el norte de los Andes conforma una de las zonas con mayor diversidad en especies de flora y fauna en el mundo, siendo identificado como un Hotspot de la biodiversidad, razón por la que este es uno de los sectores prioritarios para la conservación de ecosistemas naturales (Myers et al., 2000). Aunque la región de los Andes en Colombia ha sido un foco de presión debido a la demanda de servicios ambientales, económicos y culturales, aún se encuentran áreas representativas de la flora andina relevantes por su diversidad e importancia ecológica (Rodríguez et al., 2006).

Los bosques andinos albergan aproximadamente 20.000 especies endémicas conocidas (6,7% de las especies a nivel mundial), sin contar con miles de especies pendientes por descubrir (Myers et al., 2000), así mismo, presenta una proporción alta de epífitas (briófitas, líquenes, helechos, orquídeas y bromelias) y una correspondiente reducción de las lianas leñosas, lo que favorece en altos valores de diversidad de flora (Brown & Kappelle, 2001). Entre los bosques andinos más singulares de Colombia se encuentran los robledales, bosques dominados por *Quercus humboldtii* Bonpl. (Ávila et al., 2010), con densas copas que generan condiciones de humedad y sombra ideales para dichos grupos. Además, entre las especies endémicas a nivel nacional presentes en estos bosques, se reportan algunas que se encuentran amenazadas (Avella y Cardenas, 2010). Según Pulido et al., (2006) las familias Asteraceae, Orchidaceae, Melastomataceae, Rubiaceae y Rosaceae sobresalen en la riqueza florística de los robledales colombianos.

La mayoría de la riqueza de flora en los bosques montanos está dada por formas de vida no leñosas, mientras que los árboles son menos diversos en comparación con los bosques húmedos tropicales (Bussmann, 2005; Galeano et al., 1998; Gentry & Dodson, 1987). Sin embargo, las metodologías empleadas comúnmente excluyen componentes importantes de la composición y estructura de la flora de los bosques andinos como epífitas, lianas, hierbas terrestres, arbustos e individuos juveniles de especies arbóreas que no han alcanzado el diámetro mínimo definido (Higuita y Álvarez, 2018). De este modo, una metodología con un enfoque que abarque hábitos de crecimiento diferentes al arbóreo permite un acceso mucho más detallado de esta diversidad (Bussmann, 2005).

Puesto que resulta de gran interés reconocer de manera precisa la diversidad florística existente en el departamento de Santander y el aporte a la riqueza de la flora andina por parte de plantas no leñosas de esta región, el presente estudio planteó como objetivo identificar la composición florística de diferentes hábitos de crecimiento de plantas vasculares presentes en relictos de bosque al norte de los Andes, localizados en la Provincia de García Rovira de Santander. En este estudio se planteó la siguiente pregunta de investigación: ¿cuál es la riqueza, diversidad y composición florística de los diferentes hábitos de crecimiento, y cuál es el aporte de cada hábito a la riqueza total terrestre de plantas vasculares de tres relictos de bosques andinos?

Objetivos

General

Estimar la riqueza, diversidad y composición florística de plantas vasculares de diferentes hábitos de crecimiento presentes en tres relictos de bosques andinos dominados por *Quercus humboldtii*.

Específicos

- Generar un listado de todas las especies de hierbas, bejucos, lianas, arbustos, árboles, epífitas y plantas arborescentes presentes en los tres relictos de bosque.
- Determinar la diversidad alfa total y por hábito de crecimiento en cada relicto de bosque
- Determinar la diversidad beta entre hábitos de crecimiento de cada fragmento de bosque y por hábito de crecimiento entre los tres relictos de bosque.

Antecedentes

Según Linares-Palomino et al. (2009) los componentes no leñosos pueden constituir en algunos casos cerca del 50% de las especies y más del 75% de los individuos, destacando la importancia de epífitas y hierbas terrestres. Entre los estudios que abarcan todos los hábitos de crecimiento de las plantas vasculares, se destaca el aporte realizado por Higuita y Álvarez, (2018), quienes construyeron el primer reporte de conteo total de especies de plantas vasculares para un bosque andino en Colombia y señalaron que las especies no leñosas representaron el 54,3% del total de especies muestreadas. (hasta el momento de la búsqueda)

1. Marco referencial

1.1. Marco Teórico

1.1.1 Características Generales de los Bosques Altoandinos y Andinos

Conocido como bosque andino por Cuatrecasas (1958), bosque montano según el sistema de Holdridge (Espinal y Montenegro 1963; IGAC 1977, citado por Bernal et al., 2016) y como bosque altoandino por Etter (1998) (Bernal et al., 2016) se encuentran situados entre los 2800 a 3200 m s. n. m., poseen características microclimáticas

particulares provocando la existencia de abundantes epífitas y especies con adaptaciones particulares como hojas gruesas y coriáceas con cutícula protectora. En algunas zonas se caracterizan por la presencia de niebla durante al menos ocho meses al año, por eso también son conocidos como bosques de niebla (Rodríguez et al., 2006). Estos ecosistemas presentan temperaturas medias diarias que varían entre los 6°C y los 12°C, con una precipitación que oscila entre los 500 y 4000 mm/año. Los bosques altoandinos están conformados por un estrato de árboles y arbustos entre 3 y 8 m de altura, donde las familias con mayor número de especies leñosas son Asteraceae y Ericaceae, que suelen ser trepadoras de árboles como *Drimys*, *Cervantesia* (Santalaceae), *Ilex*, *Vallea*, *Escallonia* y *Morella*; a altitudes mayores se pueden encontrar bosques de *Polylepis* (Rodríguez et al., 2006).

Los bosques andinos presentan un estrato superior de árboles de porte mediano, no mayor a 20 m, con especies dominantes de *Ternstroemia*, *Laplacea*, *Freziera*, *Ilex*, *Saurauia*, *Weinmannia*, *Clusia*, *Prunus*, *Oreopanax*, *Ardisia*, *Ocotea calophylla*, *Hesperomeles lanuginosa*, *Myrsine* y *Podocarpus oleifolius*; y un estrato inferior entre 5 y 15 m, con presencia de helechos arborescentes y palmas (Rodríguez et al., 2006). Éstos bosques exhiben valores de endemismos altos y se caracterizan por presentar una proporción alta de epífitas (briófitas, líquenes, helechos, orquídeas y bromelias) y una correspondiente reducción de las lianas leñosas (Brown & Kappelle, 2001). Esta relación se da en gran medida gracias a que entre los bosques andinos más singulares de Colombia se encuentran los robledales con densas copas que generan condiciones de humedad y sombra ideales para dichos grupos; además, entre las especies endémicas a nivel nacional presentes en estos bosques, se reportan algunas que se encuentran amenazadas (Avella & Cárdenas, 2010). Según Pulido et al. (2006) las familias Asteraceae, Orchidaceae,

Melastomataceae, Rubiaceae y Rosaceae sobresalen en la riqueza florística de los robledales colombianos.

Los bosques andinos dominados por dos especies de fagáceas endémicas de Colombia (*Quercus humboldtii* y *Colombobalanus excelsa*), son conocidos como robledales y se ubican entre los 750 m hasta los 3.450 m s. n. m., a lo largo de las tres cordilleras de los Andes y en algunos macizos aislados del Caribe colombiano. A pesar de que actualmente se encuentra en preocupación menor (LC) (Gallagher, 2018) y según el libro Rojo de Plantas de Colombia se encuentran en estado de amenaza vulnerable (VU) (Montero et al., 2007), se reconocen por su importancia a nivel socioeconómico, debido al potencial de productos maderables y ambiental ya que brinda regulación y oferta hídrica, protección de suelos y refugio de especies amenazadas o endémicas con alto valor de conservación a nivel local, regional y nacional (Avella, 2016).

1.1.2. Servicios Ecosistémicos de los Bosques Andinos

Los servicios ecosistémicos son todas las contribuciones directas e indirectas que los ecosistemas ofrecen al bienestar humano, esto se ve reflejado a través de las interacciones con elementos o funciones procedentes de ecosistemas y disfrutadas por el hombre incrementando su calidad de vida (MADS & IAvH, 2017). Los servicios ecosistémicos pueden clasificarse como: i. Servicios de provisión, como alimentos directos o indirectos para seres humanos, agua dulce, madera, fibra y combustible; ii. Servicios de regulación, como regulación de agua, clima, inundaciones, erosión, procesos biológicos como polinización y enfermedades; iii. Servicios de soporte, como el ciclo de nutrientes, producción, hábitat, biodiversidad; y iv. Servicios culturales como los estéticos, espirituales, educativos y recreativos (Adhikari y Hartemink, 2016).

Los servicios ecosistémicos están relacionados a las funciones ecosistémicas, que son las características, propiedades o comportamientos de los subconjuntos de cada

ecosistema y que se integran efectivamente a los servicios, como por ejemplo, sucede cuando una comunidad puede beneficiarse directamente de ellas (Goldenberg et al., 2017). De este modo, una función ecosistémica puede impulsar diversos servicios ecosistémicos y un servicio ecosistémico puede ser consecuencia de la interacción entre varias funciones ecosistémicas (Schmalz et al., 2016).

En general, la provisión de los servicios ecosistémicos ha disminuido debido a que la integridad ecológica de los ecosistemas boscosos de los Andes se ha visto afectada como consecuencia de la transformación del cambio de uso del suelo, lo que perjudica notablemente a las poblaciones humanas que reciben estos beneficios (IDEAM & MADS, 2018; Mathez et al., 2017).

Por otro lado, es importante mencionar que la resolución 0096 de 2006 (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2006) estableció en todo el territorio nacional y por tiempo indefinido la veda para el aprovechamiento forestal de la especie *Quercus humboldtii*; sin embargo, dentro de la misma resolución se considera el uso sostenible de la especie como un mecanismo fundamental para su conservación, para lo cual designó a las autoridades ambientales regionales, realizar estudios técnicos que evalúen las posibilidades de su uso sostenible.

1.1.3 Hábitos de Crecimiento

El hábito de crecimiento hace referencia a la forma de desarrollo de la planta, considerando características como altura, duración del tallo, patrón de ramificación, posición de las yemas u órganos de renuevo, de la cual se desarrollará nuevos brotes o nuevo follaje, entre otras características morfológicas, permitiendo la clasificación de las plantas (Vázquez-Sánchez et al., 2012).

Las definiciones de hábitos de crecimiento presentan inconsistencias dado que diferentes autores como Font-quer (1973) y Moreno (1984) discrepan en algunas características. En este estudio, los hábitos de crecimiento se definen según se propone en el convenio (ISA-JAUM, 2004) (Tabla 1).

Tabla 1

Características de hábitos de crecimiento

Hábito de crecimiento	Definición
Árboles (A):	Planta que al llegar a su madurez alcanza una altura mayor o igual a 4 m, posee un fuste definido y crecimiento secundario con acumulación de tejido leñoso
Arbustos (T):	Individuos leñosos que al llegar a su madurez alcanzan una altura no mayor a 4 m, no poseen un fuste definido y se ramifican desde la base del tallo
Escandentes herbáceos (SH):	Sinónimo de enredaderas, plantas con ausencia o no tan evidente crecimiento secundario, posee tallos delgados, y que crecen en bordes de bosques o zonas perturbadas antrópicamente o en claros
Escandentes leñoso (SL):	Individuos que se soportan generalmente de otras plantas para poder desarrollarse, pero a diferencia de las epífitas siguen manteniendo contacto radicular con el suelo, presentan varios mecánicos para trepar, pueden ser arbustos del sotobosque en la juventud y madurar en bosques maduros; también son sinónimos de lianas y poseen crecimiento secundario en el tallo, generalmente son dicotiledóneas pero existen excepciones
Helechos (F):	Se subdividen en arbóreos (FA), helechos con porte arbóreo y que forman un “tallo” definido; herbáceos terrestres (FHr), que crecen en el suelo; herbáceos epífitos (FHE) (ver herbáceas epífitas); y helechos escandentes (FSH), que pueden considerarse como un tipo de escandentes herbáceos (trepadora sin tejido leñoso)
Herbáceas epífitas (HE):	Plantas que crecen sobre las ramas o fustes de los árboles. No se incluye dentro del muestreo vegetal, pero en algunas ocasiones se recolecta sólo si son de fácil acceso y están en estado reproductivo
Herbáceas terrestres (Hr):	Plantas sin crecimiento secundario, o poco aparente, generalmente de porte pequeño, que crecen directamente sobre el suelo

Hábito de crecimiento	Definición
Palmas (P):	Plantas de la familia Arecaceae, se subdividen en palmas arbóreas (PA), que pueden ser cespitosas (PAC) o monoestipitada (PAM). Las palmas arbustivas (PT) incluyen tipos cespitosos (PTC), monoestipitados (PTM), agrupadas (PTA) y algunas formas permanentemente acaules (PTU) y finalmente, las palmas escandentes (PSL), del género <i>Desmoncus</i>

1.2 Marco Conceptual

Biodiversidad: hace referencia a la variabilidad que tienen los organismos vivos en un lugar y momento dado y sus interacciones, siendo el producto de miles de millones de años de evolución gracias a los procesos naturales y también al aumento de actividades antrópicas. Se distinguen tres niveles en la biodiversidad: Genética o intraespecífica (diversidad genotípica), específica (diversidad entre especies) y ecosistémica (diversidad entre comunidades) (Ramírez & Hernández, 2007).

Inventario florístico: forma directa de reconocer, ordenar, catalogar, cuantificar y mapear la biodiversidad de un sitio. Los datos provenientes de los inventarios, pueden ser usados en sistemática, ecología, biogeografía, manejo de ecosistemas entre otros (Villarreal et al., 2004).

Transecto: rectángulo situado en un lugar para medir algunos parámetros de una determinada vegetación, su tamaño varía y depende del grupo de plantas a medir. Comúnmente usados ya que brinda rapidez a la hora de medir y mayor heterogeneidad de la muestra a cuantificar (BOLFLOR et al., 2000).

Diversidad Alfa: hace referencia al número de especies presentes en un mismo hábitat homogéneo, cuya relación es dada, a mayor área mayor cantidad de especies (Sonco, 2013).

Diversidad Beta: es el cambio de composición y estructura de las comunidades de una muestra homogénea con respecto a otra, evaluada a lo largo de un gradiente

espacial, temporal o ambiental. Sugg (1996, como se citó en Sonco, 2013), la define como el recambio de unas especies de una región heterogénea.

Riqueza biológica: es el número de especies de fauna y flora diferentes que se encuentran en un determinado sitio y en un preciso periodo de tiempo (Melic, 1993).

Herbario: es una colección de plantas o partes de plantas que se preservaron a través de la desecación con el fin de ser conservadas e identificadas (Diez, 2008); siendo un registro permanente de la biodiversidad. Su objetivo es proveer el material comparativo para descubrir o confirmar la identidad de una especie, y así precisar, si la misma es nueva para la ciencia (Moreno, 2007).

2 Metodología

2.1 Área de Estudio

Este estudio se llevó a cabo en tres relictos de bosque altoandinos localizados en el suroriente del departamento de Santander, en la provincia de García Rovira. La zona de estudio es poco explorada con poca información sobre su flora. Para efectos del presente estudio los relictos se nombraron: bosque La Llanada, bosque Pescaderito y bosque Santacruz. El muestreo fue realizado durante el mes de octubre del año 2021.

El Bosque La Llanada hace parte de la Reserva Natural de la Sociedad Civil según la resolución 209 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2015). Este bosque se encuentra ubicado en el municipio de Concepción en las coordenadas 6°43'21,21'' N y 72°39'08,68'' W, comprende una altitud de 2300 a 3260 m s. n. m., en zonas de vida de bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB) a subpáramo, la temperatura oscila entre 6 y 18°C. Este es un bosque dominado por *Quercus humboldtii* en estado maduro, con un relieve fuertemente escarpado y presencia de afloramientos rocosos.

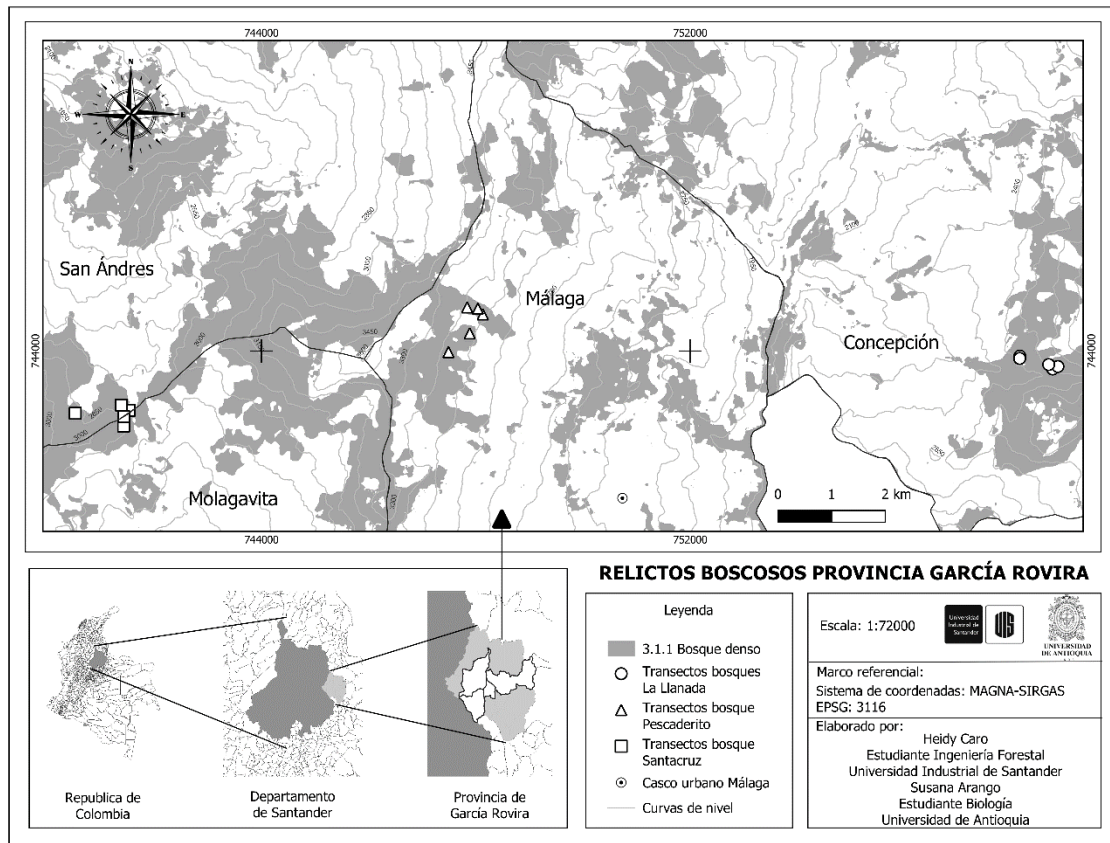
El Bosque Pescaderito se encuentra localizado en el municipio de Málaga, vereda Pescaderito en las coordenadas 6°43'39,30'' N y 72°47'39,93'' W, comprende una altitud de 3000 a 3650 m s. n. m., este es un bosque joven, inmerso en una matriz de pastos para ganadería, con alta presencia de plantas arbustivas. Presenta zonas de vida en transición de bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB) a bosque muy húmedo montano (bmh-M), y una temperatura promedio anual de 10°C con una precipitación media anual de 1584 mm (Orduña Y Gomez, 2018).

El Bosque Santacruz se encuentra localizado en el límite entre los municipios de San Andrés y Molagavita, vereda Santacruz en las coordenadas 6°42'56,99" N y 72°49'39,55" W, comprende una altitud de 2500 a 3000 m s. n. m., con temperatura media anual entre 12°C y 18°C se localiza en la zona de vida bosque muy húmedo montano bajo - bmh-MB (GIDROT, 2011).

Las tres zonas de estudio presentan relieve fuertemente quebrado y escarpado con gran presencia de afloramientos rocosos, poseen suelos arcillosos y arcillo-arenosos que presentan un pH ácido (Luna et al., 1995). En la Figura 1, se presenta la ubicación de cada uno de los sitios.

Figura 1

Área de estudio



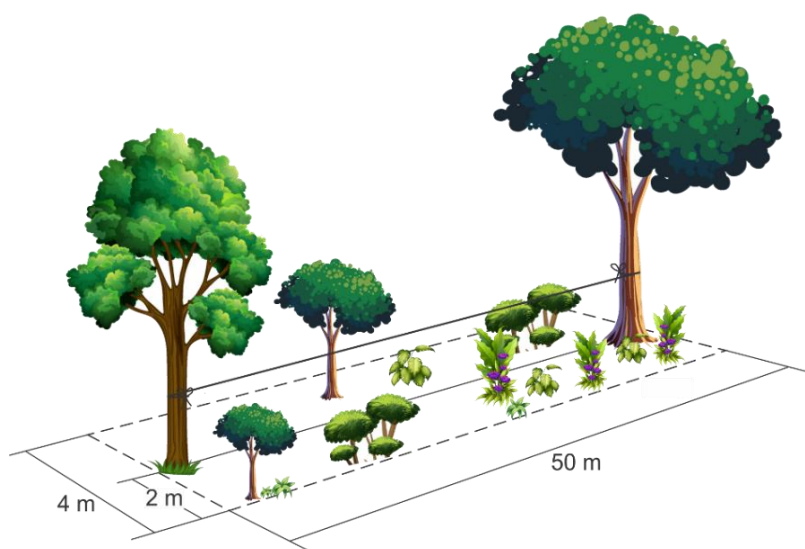
2.2 Diseño Experimental

La fase de campo se realizó durante el mes de octubre del año 2021. En cada relicto boscoso se desarrolló un muestreo tipo RAP modificado siguiendo el método propuesto por (ISA-JAUM, 2004), en el que se establecen al azar cinco transectos de 50 x 4 m, que abarca un área total de 0,1 ha muestreada por cada bosque, ver Figura 2. En cada transecto se registraron todas las plantas vasculares con $DAP \geq 2,5$ cm y adicionalmente, en el lado derecho del transecto se registraron todos los individuos que no alcanzaron este diámetro mínimo debido a su hábito de crecimiento, tales como hierbas terrestres, escandentes o helechos. Los ejemplares muestreados se clasificaron por hábitos de crecimiento según propuesta del convenio ISA-JAUM (2004): árboles (A), arbustos (T), escandente herbáceo (SH), escandente leñoso (SL), helecho arbóreo (FA), helecho herbáceo terrestre (FHr), herbáceas terrestres (Hr), palmas (P) y plántulas (R).

Para los individuos registrados se recolectó al menos una muestra botánica para realizar su correcta identificación en herbario, además se consignaron caracteres de importancia taxonómica vistos en campo. Con la finalidad de complementar el inventario florístico, durante los recorridos de campo se realizó una colección general para registrar los individuos con flores y/o frutos que no estaban presentes dentro de los transectos (Apéndice A).

Figura 2

Transecto tipo RAP modificado



2.3 Trabajo de herbario

Las muestras colectadas fueron secadas e identificadas en el herbario del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis (JBB) y el herbario de la Universidad de Antioquia (HUA). La identificación se efectuó a partir de la comparación con la colección presente en los herbarios, así mismo mediante la revisión de literatura como Gentry (1993), monografías, claves taxonómicas disponibles para algunas familias, y de repositorios virtuales (Herbario Nacional de Colombia, n.d.; Catálogo de plantas y líquenes de Colombia, n.d.; Global Plants, n.d.; Tropicos, n.d.). Además, se contó con la

participación de especialistas en diversos grupos taxonómicos. Los ejemplares fértiles fueron depositados en los herbarios anteriormente mencionados (Apéndice B).

2.4 Análisis de datos

2.4.3 Riqueza

Para estimar el grado de confianza y esfuerzo de muestreo se realizó una curva de acumulación especies - área. Con el fin de determinar el aporte de los hábitos de crecimiento no arbóreos a la riqueza total terrestre de especies, se obtuvo la riqueza total de especies por cada hábito de crecimiento y para cada bosque.

2.4.4 Estructura

Para estimar la categoría de importancia ecológica de cada especie, se calculó el índice de valor de importancia (IVI), ecuación (1), para los tres sitios de muestreo para los taxones con $DAP \geq 2,5$ cm. Para evaluar la distribución de las alturas para todos los hábitos y clases diamétricas para árboles se construyeron intervalos de clase mediante la ecuación (2) (Rangel-Ch & Velázquez, 1997).

2.4.5 Diversidad

Para determinar la diversidad alfa de cada hábito de crecimiento y de cada relicto boscoso, se calcularán los índices de diversidad Margalef ecuación (3), Shannon, ecuación (4) y Simpson (5). Cabe mencionar que se descarta incluir el hábito helecho herbáceo terrestre debido su crecimiento horizontal que dificulta la definición de individuo. Finalmente, para determinar la similitud o disimilitud cualitativa en la composición florística entre los tres bosques y también para los hábitos de crecimiento entre los tres relictos de bosque se empleó el índice de similitud de Sørensen ecuación (6)

(Sorensen, 1948). Para el procesamiento de datos se usó el programa de Microsoft Excel, software R (R Core Team, 2019) y EstimateS 9.1.0 (Colwell, 2019).

Índice de valor de importancia (IVI):

$$IVI = \frac{Ari + Fri + Dri}{3} \quad (1)$$

Donde:

Ari = abundancia relativa

Fri = frecuencia relativa

Dri = dominancia relativa

Intervalo de clases:

$$C = \frac{(X_{m\acute{a}x} - X_{m\acute{i}n})}{m} \quad (2)$$

Donde:

C = amplitud de intervalo

$m = 1 + 3,3 \log (N)$

N= No. De individuos

Índice Margalef (D_{Mg}):

$$DMg = \frac{S - 1}{\ln N} \quad (3)$$

Donde:

S = número de especies

N = número total de individuos

Índice Shannon (H'):

$$H' = - \sum p_i \ln p_i \quad (4)$$

Donde:

pi = hace referencia a la abundancia proporcional, el número de individuos por especie sobre el número de individuos total de la muestra.

Índice de Simpson (D):

$$D = 1 - \sum pi^2 \quad (5)$$

Coeficiente de similitud de Sørensen:

$$IS = \frac{2c}{a + b} \quad (6)$$

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

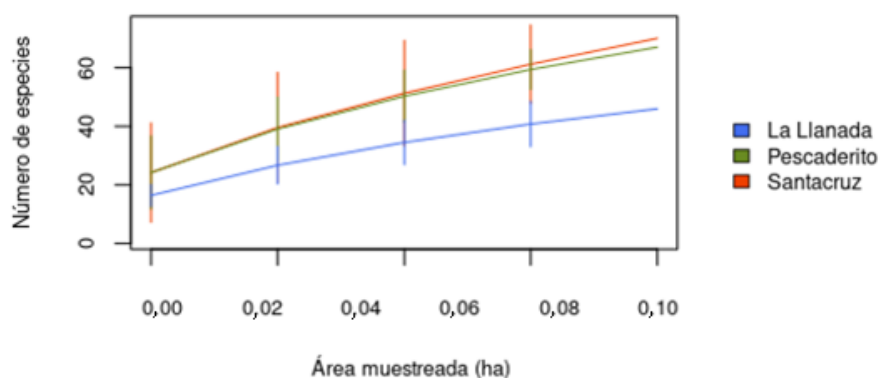
3 Resultados

3.1 Curva de acumulación especies-área por cada relicto de bosque

Las curvas de acumulación de especies respecto al área para los tres bosques mostraron que la acumulación de especies fue mayor a medida que aumentó el área muestreada, ver Figura 3. Sin embargo, se evidencia que para 0,1 ha de área muestreada en cada uno de los bosques, el número de especies registrados no representa un porcentaje significativo del total de especies que puede encontrarse, pues la pendiente de la curva en ese punto continúa en ascenso.

Figura 3

Curvas de acumulación de especies - área por bosque



3.2 Riqueza total de especies por hábito de crecimiento y su relación con el tamaño del individuo

En el bosque La Llanada se obtuvieron 165 registros distribuidos en 25 especies y 20 morfoespecies. Las angiospermas estuvieron distribuidas en 24 familias y 35 especies, mientras las Pteridophytas en seis familias y siete especies.

Para la muestra total de 0,1 ha en La Llanada, la mayor riqueza de especies está representada por las hierbas terrestres (37%) y los helechos herbáceos terrestres (21,7%), seguida de los arbustos (19,6%) y árboles (13%). Para las plantas escandentes herbáceas se reporta un 6,5% del total de especies y para escandentes leñosas 2,2%. En total, los grupos no arbóreos (arbustos, hierbas y escandentes) representaron el 87% del total de especies (Figura 4). Los individuos registrados con DAP menor a 2,5 cm corresponden a 39 especies y 114 registros.

Para Pescaderito se obtuvieron 288 registros distribuidos en 24 especies y 19 morfoespecies. Las angiospermas estuvieron distribuidas en 23 familias y 46 especies y las pteridophytas en cinco familias y 19 especies.

En Pescaderito la mayor riqueza de especies está representada por los helechos herbáceos terrestres (27,1%), seguida de los arbustos (22,9%) y las angiospermas herbáceas terrestres (21,4%). Los árboles representan el 15,7%, las escandentes herbáceas el 8,6% y las escandentes leñosas el 4,3%. En total las especies con hábitos diferentes al

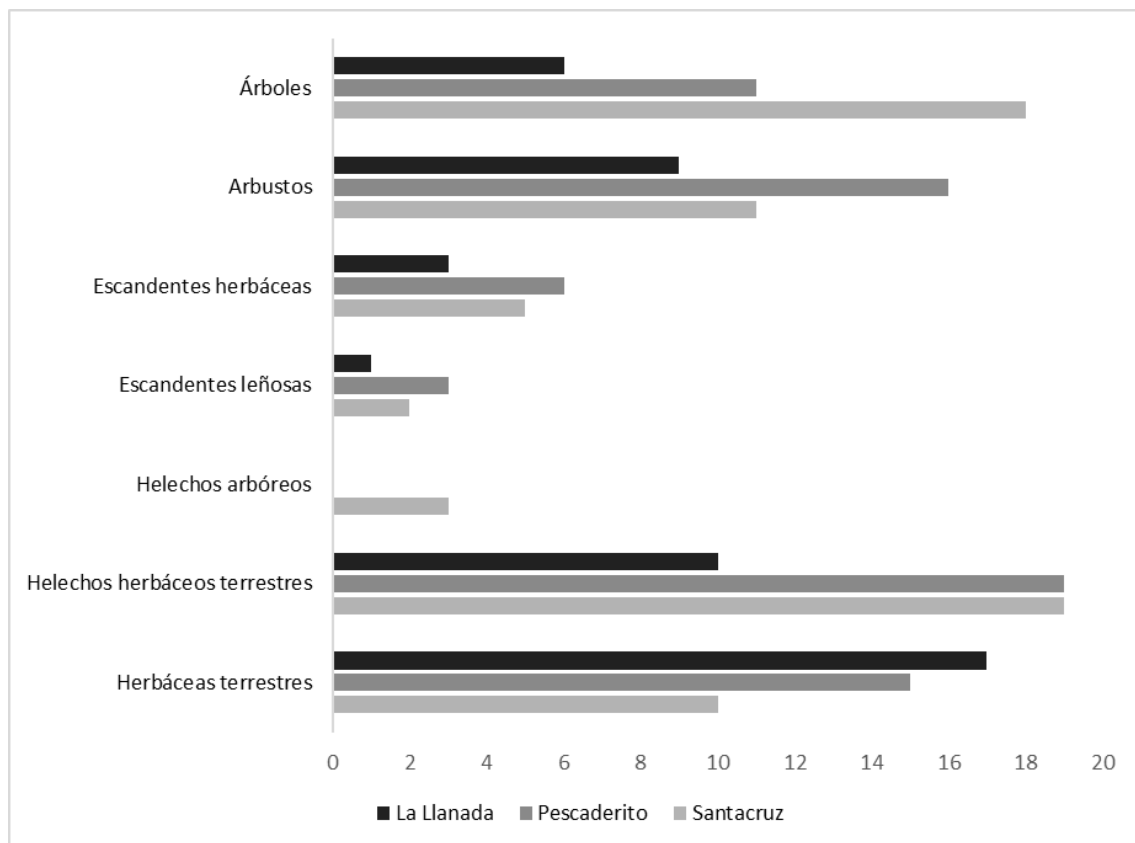
arbóreo corresponden al 84,3% del total de especies (Figura 4). Los individuos con DAP menor a 2,5 cm corresponden a 53 especies y 198 registros.

En Santacruz se obtuvieron 317 registros distribuidos en 36 especies y 29 morfoespecies. Las angiospermas estuvieron distribuidas en 24 familias y 43 especies, mientras las pteridophytas fueron 9 familias y 22 especies.

En Santacruz la mayor riqueza de especies está representada por los helechos herbáceos terrestres (27,9%), seguida de árboles (26,5%) y arbustos (16,2%). Las angiospermas herbáceas terrestres representaron 14,7%, las escandentes herbáceas el 7,4%, los helechos arbóreos 4,4% y las escandentes leñosas 2,9%. En total el 73,9% del total de especies está representada por hábitos de crecimiento no arbóreos (Figura 4). Los individuos con DAP menor a 2,5 cm corresponden a 45 especies y 164 registros. Los resultados de riqueza por hábito de crecimiento y por bosque se encuentran recopilados en el Apéndice C (Cuadro 1 para La Llanada, cuadro 2 para Pescaderio y Cuadro 3 para Santacruz).

Figura 4

Distribución de la riqueza de especies por hábito de crecimiento para cada bosque



Para las plántulas en la Llanada se obtuvieron 36 registros distribuidos en 11 familias, siete especies y morfoespecies. Para Pescaderito, las plántulas corresponden a 116 registros, distribuidos en 22 familias y 10 especies y morfoespecies, ocho de los registros. En Santacruz, 115 registros corresponden a plántulas, de los cuales 107 se encuentran distribuidos en 22 familias y se identificaron 15 especies y morfoespecies (Apéndice D).

Para La Llanada la familia Ericaceae presenta la mayor cantidad de especies (5), siendo el hábito arbustivo dominante, una de ellas se reporta también con hábito escandente leñoso y se reporta una especie con hábito herbáceo terrestre, seguida de Piperaceae compuesta por cuatro especies herbáceas terrestres. Los helechos pertenecientes a la familia Pteridaceae están conformados por cuatro especies y los helechos pertenecientes a la familia Dryopteridaceae están conformados por dos especies con hábito herbáceo terrestre. Orchidaceae está conformada por tres especies con hábito herbáceo terrestre, al

igual que las especies pertenecientes a Urticaceae (2). Dioscoreaceae está conformada por dos especies, una de ellas se reporta como herbácea terrestre y la otra como escandente herbácea. Las familias restantes reportadas para La Llanada están conformadas por una única especie.

En Pescaderito, Asteraceae presenta la mayor cantidad de especies (9) entre las que se reportan cinco con hábito arbustivo, una de ellas reportada también como herbácea terrestre, tres como herbáceas terrestres y una escandente herbácea. Las familias de helechos Dryopteridaceae y Polypodiaceae están conformadas por siete especies cada una, todas ellas presentan hábito herbáceo terrestres. Ericaceae presenta siete especies con hábito arbustivo, de las cuales dos se reportan también con hábito escandente leñoso. Araceae y Piperaceae están conformadas por tres especies con hábito herbáceo terrestre cada una, al igual que los helechos de la familia Aspleniaceae reportados como helechos herbáceos terrestres. Primulaceae y Melastomataceae están conformadas por tres especies cada una con hábito arbustivo y arbóreo. Araliaceae está conformada por dos especies arbóreas y las demás familias presentes en este bosque están conformadas por una única especie.

Para Santacruz, la familia con mayor número de especies fue Dryopteridaceae (10) donde se reporta hábito herbáceo terrestre. Asteraceae está conformada por seis especies, de las cuales dos son de hábito herbáceo terrestre, una de ellas se reporta también con hábito escandente leñoso, dos son escandentes herbáceas y una es arbustiva. Melastomataceae presenta cinco especies con hábito arbustivo y arbóreo. Rubiaceae está conformada por cinco especies, de las cuales tres son arbustivas y dos son herbáceas terrestres. La familia de helechos Polypodiaceae está conformada por tres especies herbáceas terrestres. Las familias Araceae, Piperaceae y Poaceae están conformadas por dos especies cada una, todas reportadas con hábito herbáceo terrestre. Lauraceae también está conformada por

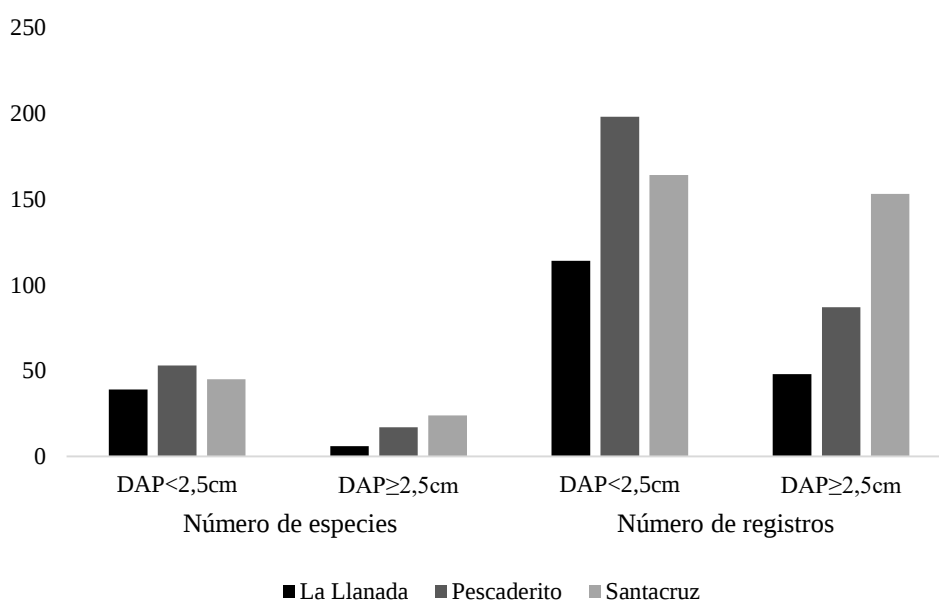
dos especies, ambas arbóreas. La familia de helechos Dicksoniaceae presenta dos especies, de las cuales una se reporta con hábito arbóreo y la segunda como herbácea terrestre.

3.3 Estructura

El aumento en el número de especies y de individuos al incluir en el muestreo individuos con DAP < 2,5 cm fue notorio, ver Figura 5. Para los tres sitios, la cantidad total de especies y de registros fue mayor para los individuos con un DAP < 2,5 cm en comparación con los resultados obtenidos para los individuos con un DAP $\geq$ 2,5 cm (Apéndice E).

Figura 5

Distribución de las especies y registros según su DAP



En La Llanada *Quercus humboldtii* (árbol) y *Bromelia* sp. 1 (herbácea terrestre) presentaron la mayor abundancia seguida de *Palicourea* sp. 1 (arbusto). Para Pescaderito la especie con mayor abundancia es *Disterigma alaternoides* (arbusto, escandente leñoso) seguida de *Quercus humboldtii* y en Santacruz *Quercus*

humboldtii presentó la mayor abundancia, seguida de *Oligactis volubilis* (escandente herbáceo) y *Piper prunifolium* (arbusto) (Apéndice F).

3.3.3 Estructura vertical

Para los tres bosques, la distribución altimétrica de individuos mostró mayor concentración en la clase I (0,1-3,2 m para La Llanada, Tabla 2; 0,1-2,4 m para Pescaderito, Tabla 3 y 0-2 m para Santacruz, Tabla 4), donde se reportan individuos para todos los hábitos de crecimiento no arbóreos, para la clase II se reporta hábito arbóreo, arbustivo, escandente herbáceo y herbácea terrestre, para la clase III se reporta solo un arbusto en Santacruz y para las clases restantes sólo se reportan individuos arbóreos. En La Llanada se reporta la mayor altura (22,7-25,8 m), seguida de Pescaderito y de Santacruz, todos los individuos corresponden a *Quercus humboldtii*.

Tabla 2

Distribución vertical de los individuos en La Llanada

Clases altimétricas para La Llanada		Hábito de crecimiento						
Clase	Rango	A	FHr	Hr	SH	SL	T	Total
I	0,1-3,2 m		12	14	1	2	38	67
II	3,3-6,4 m	3					1	4
III	6,5-9,7 m	6						6
IV	9,8-12,9 m	2						2
V	13-16,1 m	4						4
VI	16,2-19,4 m	5						5
VII	19,5-22,6 m	2						2
VIII	22,7-25,8 m	1						1
Total		23	12	15	1	2	39	91

Tabla 3

Distribución vertical de los individuos en Pescaderito

Clases altimétricas para Pescaderito		Hábito de crecimiento					
Clase	Rango	A	FHr	Hr	SH	T	Total
I	0,1-2,4 m	2	7	41	16	70	136
II	2,5-4,8 m	9			1	8	18
III	4,9-7,1 m	17					17
IV	7,2-9,5 m	11					11
IX	9,6-11,9 m	3					3
V	12-14,3 m	13					13

DIFERENCIAS FLORÍSTICAS POR HÁBITOS DE CRECIMIENTO

VI	14,4-16,6 m	16								16
VII	16,7-19 m	4								4
VIII	19,1-21,4 m	4								4
Total		79	7	41	17	78				222

Tabla 4*Distribución vertical de los individuos en Santacruz*

<i>Clases altimétricas para Santacruz</i>		<i>Hábito de crecimiento</i>								
<i>Clase</i>	<i>Rango</i>	<i>A</i>	<i>FA</i>	<i>FHr</i>	<i>Hr</i>	<i>SEH</i>	<i>SH</i>	<i>SL</i>	<i>T</i>	<i>Total</i>
I	0-2 m		10	7	13	1	5	4	83	120
II	2,1-4,1 m	13	3		1				5	25
III	4,2-6,2 m	23							1	24
IV	6,3-8,3 m	25								25
IX	8,4-10,4 m	7								7
V	10,5-12,5 m	22								22
VI	12,6-14,6 m	19								19
VII	14,7-16,7 m	13								13
VIII	16,8-18,8 m	11								11
Total		133	13	7	14	1	5	4	89	266

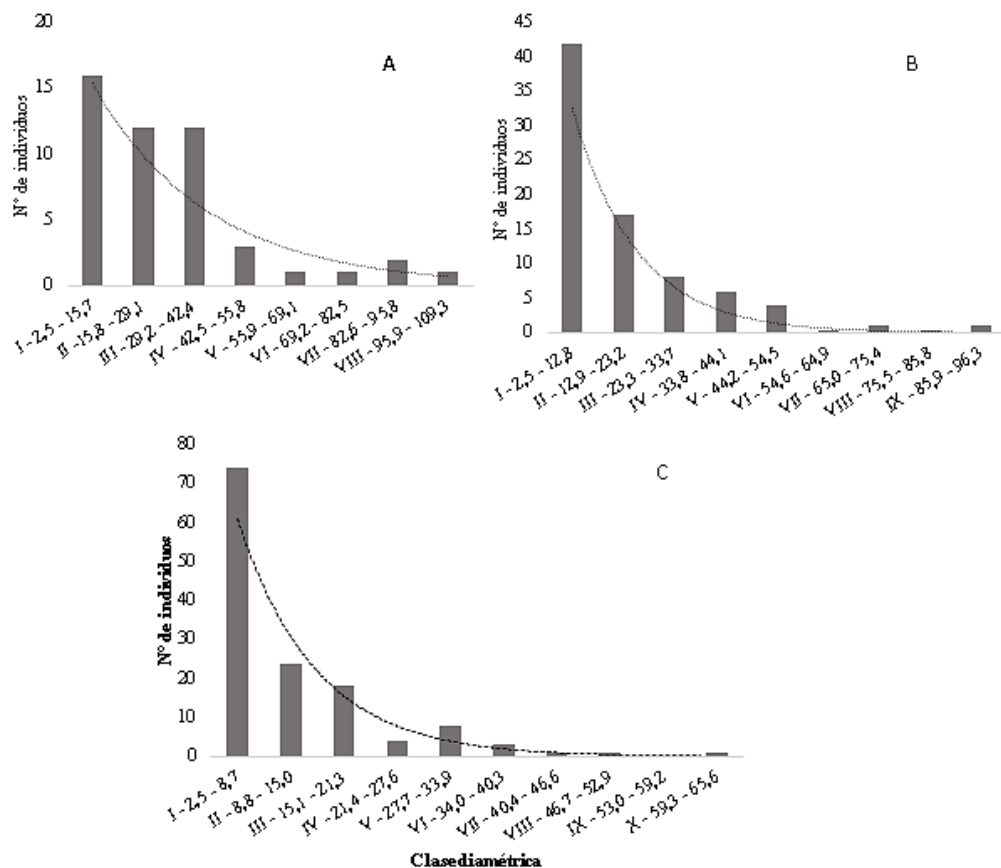
3.3.4 Estructura horizontal

La distribución de clases diamétricas para árboles con $DAP \geq 2,5$ cm mostraron que los bosques presentan una tendencia de “J” invertida, ya que todos muestran mayor cantidad de individuos en las primeras clases, decreciendo a medida que se aumenta el DAP, siendo Santacruz donde se presenta mayor cantidad con 74 individuos, (Figura 6C), seguido de Pescaderito con 42 (Figura 6B) y La Llanada con 16 (Figura 6A). Igualmente, se evidencia que los bosques de Pescaderito y Santacruz presentan clases diamétricas sin individuos como las clases VI (54,6 - 65,0), VIII (75,5 - 85,9) y IX (53,0 - 59,3) respectivamente. De igual manera, Pescaderito presento la mayor área basal entre los tres bosques con 114 m²/ha, seguido de Santacruz con 81,49 m²/ha y La Llanada con 51,53 m²/ha, por el contrario, la mayor dominancia de *Q. humboldtii* para individuos con $DAP >$

2,5 cm fue en La Llanada (96,6%), seguido de Pescaderito (91,3%) y Santacruz (84,6%) (ver Apéndice G).

Figura 6

Distribución de clases diamétricas de árboles por bosque



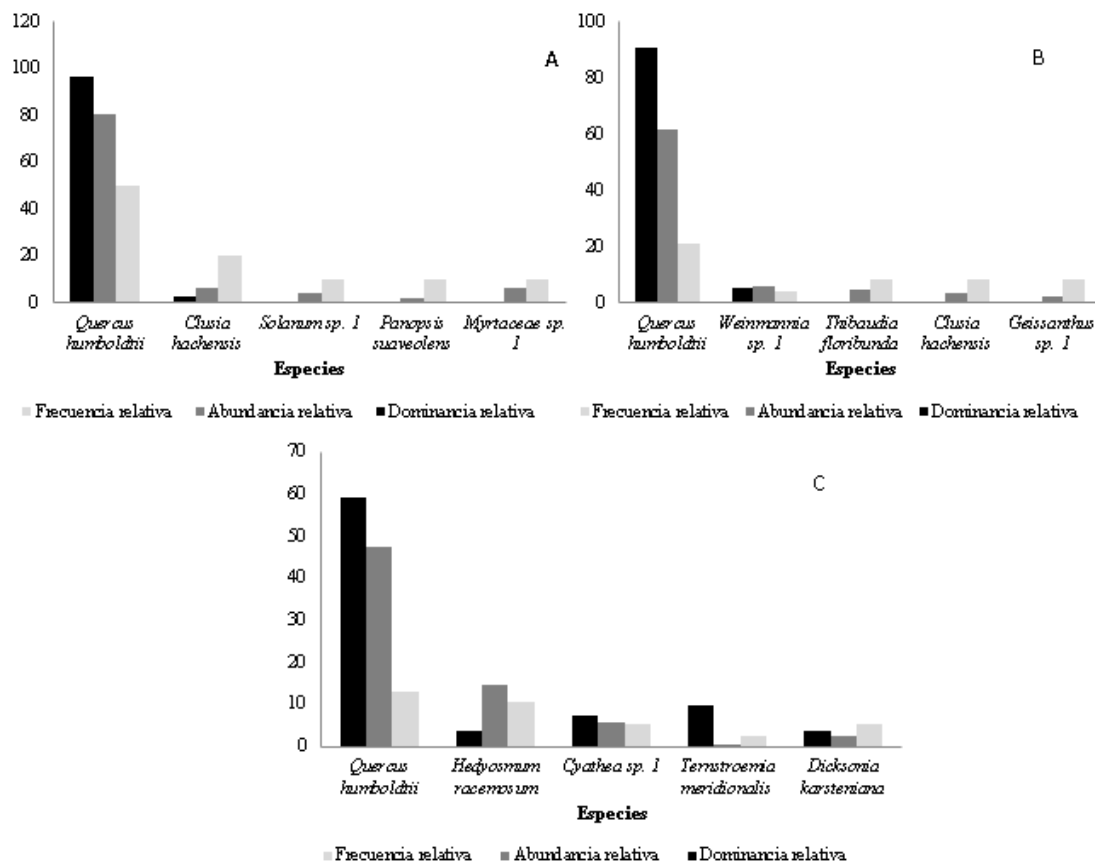
3.3.5 Índice de valor de importancia

En todos los bosques *Quercus humboldtii* fue la especie que presentó mayor IVI (Figura 7, Apéndice H), acumulando el 40,0, 57,7 y 75,8% del valor de importancia de la comunidad para Santacruz, Pescaderito y La Llanada, respectivamente. Para los tres sitios, estos valores se distancian de manera notable de las especies siguientes, pues la mayoría de las especies presentan valores de IVI bajos. En La Llanada las especies restantes acumulan entre el 4,1 y 9,7% de la importancia, siendo *Clusia hachensis* y *Myrtaceae* sp. 1, las que presentan mayor valor, FiguraA. En Pescaderito las especies

Weinmannia sp. 1, Thibaudia floribunda, Clusia hachensis y Geissanthus sp. 1 acumulan entre el 11,0 y 15,4% del valor de importancia, las siguientes especies acumulan valores entre el 5,3 y 9,4% Figura 7B. En Santacruz Hedyosmum racemosum, Cyathea sp. 1 y Ternstroemia meridionalis acumulan entre 13,2 y 29,0% del valor de importancia, las especies restantes acumulan entre el 3,3 y el 11,5% Figura 7C. En general, las especies de los tres bosques difieren entre sí.

Figura 7

Índice de valor de importancia para las especies registradas con DAP > 2,5 cm para los tres sitios



3.4 Diversidad

3.4.3 Diversidad alfa

Los índices de diversidad de Margalef, Shannon y Simpson indicaron que todos los bosques en estudio presentan de media a alta diversidad, Tabla 5, así mismo, se

DIFERENCIAS FLORÍSTICAS POR HÁBITOS DE CRECIMIENTO

observó que el bosque de Santacruz fue el más diverso ($D_{mg}= 7,76$, $H'=3,03$, $D=12,08$) seguido de Pescaderito ($D_{mg}= 7,66$, $H'=2,99$, $D=11,89$) y La Llanada ($D_{mg}= 6,49$, $H'=2,66$, $D=8,66$). Por el contrario, el cociente de mezcla para los tres bosques indico alta heterogeneidad de especies, siendo Pescaderito el sitio más heterogéneo con 0,18, seguido de Santacruz con 0,20 y La Llanada 0,24.

El índice de riqueza de Margalef en La Llanada presentó bajos valores de diversidad para los hábitos de crecimiento con respecto a los otros bosques, a excepción de los hábitos herbáceo terrestre (3,75) y escandente herbáceo (1,82) que presentaron mayor diversidad que Pescaderito y Santacruz. Por otra parte, Pescaderito presentó mayor diversidad en los hábitos arbusto (3,01) y escandente leñoso (1,44) con relación a los otros bosques. Por último, Santacruz presentó una alta diversidad para los hábitos de crecimiento, siendo los hábitos árbol latizal (3,18) y árbol fustal (1,77) los que presentaron mayor diversidad.

El índice de diversidad de Shannon para los hábitos de crecimiento de La Llanada presentó menores valores en comparación con los otros bosques, a excepción, de los hábitos herbácea terrestre (1,86) y escandente herbáceo (1,10) los cuales superaron la diversidad del bosque de Santacruz. Por el contrario, en Pescaderito los hábitos herbácea terrestre (2,10), escandente herbáceo (1,53) y escandente leñoso (1,44), presentaron los mayores valores de diversidad entre los tres bosques. Finalmente, el bosque de Santacruz presentó mayor diversidad en los hábitos árbol latizal (2,00), arbusto (1,98) y árbol fustal (0,84) en comparación con los demás bosques.

El índice de Simpson en La Llanada presentó la menor diversidad para los hábitos de crecimiento con relación a los demás bosques, a excepción de árbol latizal (0,74) y Escandente herbáceo (0,67), los cuales superaron los valores de Pescaderito y Santracruz,

respectivamente. El bosque de Pescaderito presentó mayor diversidad en los hábitos de crecimiento, herbáceo terrestre (0,84), escandente herbáceo (0,74), escandente leñoso (0,63) y árbol fustal (0,36), con relación a los otros bosques. Finalmente, Santacruz presentó mayor diversidad en los hábitos arbusto (0,84) y árbol latizal (0,79) con respecto a los demás bosques.

Tabla 5

Índices de diversidad alfa

Bosque	Hábito	Margalef	Shannon	Simpson
La Llanada	Árbol fustal	0,55	0,40	0,19
	Árbol latizal	1,74	1,47	0,74
	Arbusto	1,92	1,60	0,74
	Escandente leñoso	1,82	0,00	0,00
	Escandente herbáceo	0,00	1,10	0,67
	Herbáceo terrestre	3,75	1,86	0,69
Total bosque		6,49	2,66	0,88
Pescaderito	Árbol fustal	1,04	0,77	0,36
	Árbol latizal	2,89	1,80	0,72
	Arbusto	3,01	1,85	0,74
	Escandente leñoso	1,70	1,04	0,63
	Escandente herbáceo	1,44	1,53	0,74
	Herbáceo terrestre	2,99	2,10	0,84
Total bosque		7,66	2,99	0,916
Santacruz	Árbol fustal	1,77	0,84	0,34
	Árbol latizal	3,18	2,00	0,79
	Arbusto	2,14	1,98	0,84
	Escandente leñoso	1,06	0,41	0,24

Escandente herbáceo	0,51	0,97	0,52
Helecho arbóreo	0,76	0,83	0,50
Herbáceo terrestre	2,79	1,94	0,79
Total bosque	7,76	3,03	0,917

3.4.4 *Diversidad beta*

A nivel de familias los bosques presentaron alta similaridad siendo La Llanada – Pescaderito y Pescaderito – Santacruz los que presentaron mayor similaridad con un 69%, seguido de Santacruz – La Llanada con 57%, los géneros presentaron la mayor similaridad en los bosques de Pescaderito – Santacruz con 51%, seguido de La Llanada – Pescaderito con 50% y Santacruz – La Llanada con 41%. Por el contrario, las especies en general presentaron baja similaridad siendo La Llanada – Pescaderito los bosques que presentan mayor similaridad con un 35%, seguido de Pescaderito – Santacruz con 31% y Santacruz – La Llanada con 15%.

Los bosques La Llanada y Pescaderito, presentan el mayor grado de semejanza en familias para los hábitos escandente leñoso con 100%, helecho herbáceo terrestre con un 73% arbusto con un 55% y Herbáceo terrestre con un 53% Figura 8A; asimismo, los hábitos que mayormente se comparten en géneros son escandente leñoso con 67% y árbol fustal con un 57% Figura 8B. También, se observó que las especies presentan una baja similitud entre los bosques, siendo los hábitos escandente leñoso y árbol fustal con el mayor grado de similitud con un 50% Figura 8C.

Los bosques Pescaderito y Santacruz, presentan el mayor grado de similitud en familias para los hábitos de árbol latizal con un 80%, helecho herbáceo terrestre con 77% y herbácea terrestre con un 57% Figura 8A; además, se observó que los hábitos que presentan mayor semejanza en géneros son árbol latizal y helecho herbáceo terrestre con un 67% Figura 8B. Así mismo, se evidencio que las especies presentan una baja similitud

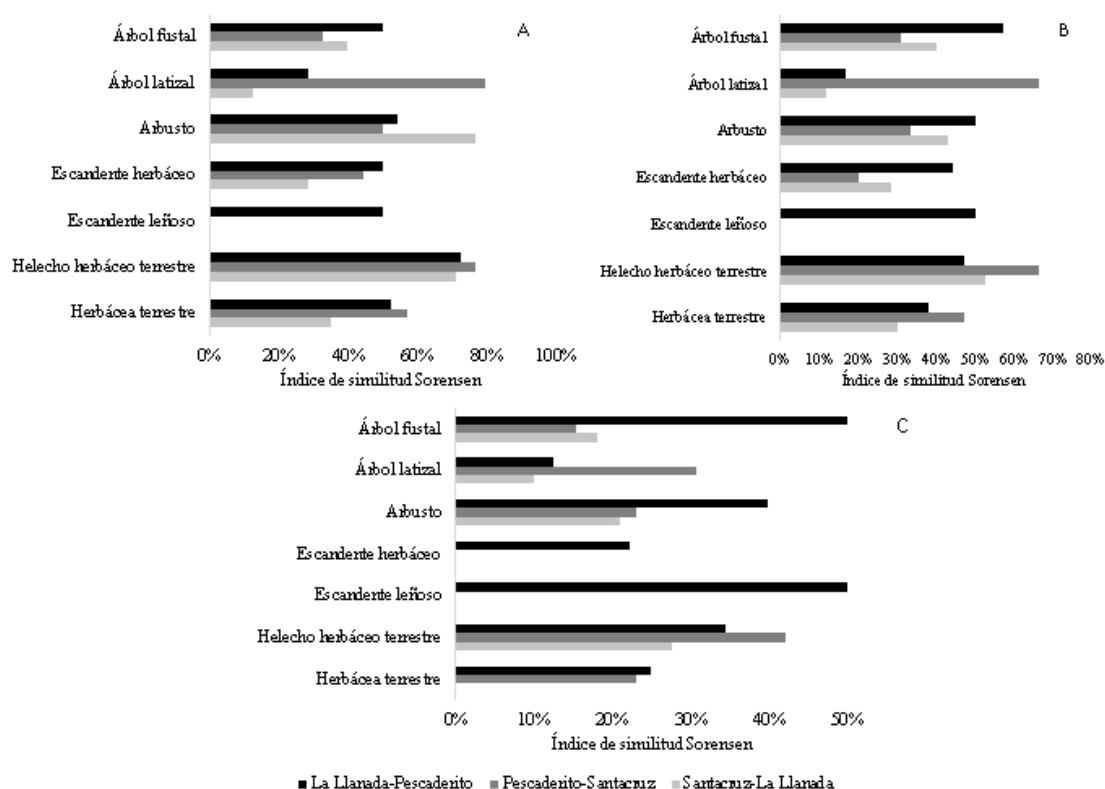
entre los bosques, siendo el hábito helecho herbáceo terrestre el que mayor presentó semejanza con un 42% Figura 8C. Igualmente, se encontró que el hábito escandente leñoso presenta una similitud nula entre familias géneros y especies.

Los bosques de Santacruz y La Llanada, presentan el mayor grado de semejanza en familias para los hábitos arbusto con 77% y helecho herbáceo terrestre con un 71% Figura 8A; asimismo, el hábito con mayor grado de similitud para géneros fue helecho herbáceo terrestre con un 53%, los demás presentan una baja similitud ya que se encuentran por debajo del 50% Figura 8B. También, se observó que las especies presentaron una baja similitud entre los bosques, siendo el hábito helecho herbáceo terrestre el que mayor presentó semejanza con un 28% Figura 8C. Finalmente, se encontró que el hábito escandente leñoso presenta una similitud nula entre familias géneros y especies (Apéndice I).

Figura 8

Índice de diversidad beta para hábitos de crecimiento por familia, género y especies

DIFERENCIAS FLORÍSTICAS POR HÁBITOS DE CRECIMIENTO



4 Discusión

4.1 Composición florística

Los bosques estudiados corresponden a bosques típicos de la formación andina, que se caracterizan por presentar especies dominantes (Cuatrecasas, 1958). La heterogeneidad climática y ambiental en la región andina, favorece la gran diversidad de especies vegetales, y en particular la riqueza de plantas herbáceas (Gentry, 1991), entre ellas muchas especies de pteridofitas (Tryon, 1972; Moran, 1995).

En este estudio, la riqueza total terrestre (de aquí en adelante riqueza total) de especies por bosque es similar a lo reportado por Galindo et al. (2003) quienes desarrollaron un estudio en robledales de la Cordillera Oriental colombiana utilizando una metodología similar, pues consideraron todos los individuos a partir de 1 cm DAP. En el bosque de Chontales Bajo a 2800 m de altitud, encontraron 54 especies, en Chontales Alto a 3000 m de altitud reportaron 46 especies y en El Venado a 3100 m de altitud reportaron 45 especies (Apéndice J). Otros estudios desarrollados en la misma

cordillera han empleado metodologías que consideran únicamente los individuos con $DAP \geq 2,5$ cm, los resultados obtenidos en dichos estudios difieren de nuestros resultados, tal como se evidencia en el Apéndice K, la cantidad de especies e individuos registrados en este estudio con $DAP \geq 2,5$ cm es mucho menor a los obtenidos en los estudios citados; este resultado puede estar dado por las diferencias metodológicas entre los estudios. Se ha reportado que los bosques de las montañas costarricenses son menos diversos que los situados a altitudes similares en los Andes de Sur América, sin embargo, en este estudio los resultados obtenidos son similares a los registrados para Costa Rica (Gentry, 1995).

Para los robledales de Colombia según Avella et al. (2017) quienes incluyeron las especies que se encontraron en los muestreos de los estratos arbustivos y arbóreos de los bosques de roble del país (*Q. humboldtii* y *Colombobalanus excelsa*), se obtuvo que el hábito dominante para las especies registradas es el arbóreo, pues representaron el 67% de la riqueza total, seguido por arbustos (18%), el 7% correspondió a hierbas, el 3% a palmas, 3% a epífitas y 2% para trepadoras herbáceas. En contraste, en este estudio se obtuvo para los tres sitios, que el mayor número de especies está dado por hábitos de crecimiento no leñosos, para Pescaderito y Santacruz los helechos herbáceos terrestres representaron el mayor aporte a la riqueza total, mientras que para La Llanada el mayor aporte correspondió a las angiospermas herbáceas terrestres; esta diferencia puede explicarse debido al enfoque metodológico en los estudios citados por los autores.

Entre los estudios que tienen en cuenta el aporte de las especies con hábito de crecimiento no leñoso a la riqueza total, se destaca el realizado por Higuita & Álvarez (2018) en un bosque andino de la Cordillera Central en la Reserva Montevivo. En general, los resultados obtenidos aquí para la riqueza por hábito de crecimiento son menores en comparación a los expuestos por los autores, este resultado puede deberse a los tipos de bosques estudiados, pues los bosques muestreados en este caso son monoespecíficos dada

la dominancia de *Quercus humboldtii*, en comparación a los bosques andinos no monoespecíficos como lo es la Reserva Montevivo.

Higuita & Álvarez (2018) encontraron que las plantas escandentes corresponden al 18,9% de la riqueza de especies, demostrando la importancia del grupo para los bosques andinos, en el presente estudio, las plantas escandentes representaron entre el 8,7 y el 10,1% de las especies para los tres bosques. Tal como lo afirman los autores, tanto en sus resultados como en los obtenidos aquí, es evidente el aporte que tienen los hábitos no leñosos en la riqueza total de especies. Otros estudios como los realizados por Gómez (2005) y Ariza et al. (2009) que emplean metodologías similares apoyan estos resultados.

Los datos de riqueza total por bosque no coinciden con el patrón generalizado de que el número de especies decrece linealmente a medida que aumenta la altitud, pues para La Llanada (2577 a 2733 m de altitud) se reportó el menor número de especies, mientras que para Pescaderito y Santacruz se reportó la misma cantidad de especies a pesar de las diferencias altitudinales entre ellos, 3029 a 3110 m de altitud para Pescaderito y 2626 a 2863 m de altitud para Santacruz. Este comportamiento puede deberse a que el bosque de Santacruz está inmerso en parches de bosque andino mixto, lo que se evidencia en sus altos valores de riqueza aun cuando exhibe alta dominancia de *Quercus humboldtii*.

A pesar de que la riqueza es similar a la reportada en Galindo et al. (2003), el número total de individuos en este estudio es considerablemente menor (Apéndice K), sin embargo, a medida que disminuye el diámetro mínimo de los individuos, aumentó el número de individuos registrados para los tres bosques; la riqueza de especies también aumentó tal como se evidencia en el (Apéndice E). Uno de los principales cambios fisonómicos de la vegetación relacionados con el incremento en la altitud es el aumento del número de individuos con $DAP > 2,5$ cm en relación a la altitud de los bosques (Cavelier, 1991), en contraste, en este estudio el mayor número de individuos con

DAP>2,5 cm se reportó para Santacruz el bosque localizado en altitud intermedia en comparación con La Llanada y Pescaderito.

Las familias Asteraceae y Melastomataceae representaron un aporte importante a la riqueza para Pescaderito y Santacruz, estas familias han sido detectadas entre las más importantes y con mayor riqueza para los robledales colombianos, al igual que Piperaceae, Rubiaceae y Lauraceae (Avella et al., 2017), Ericaceae fue reportada en Marin & Betancur (1997) con similar número de especies al valor obtenido para La Llanada y Pescaderito. Araceae y Orchidaceae se han reportado también entre las familias que mayor riqueza aportan en zonas similares a las tratadas en este estudio (Hernández et al., 2011). Las familias Dryopteridaceae y Polypodiaceae también representaron un aporte significativo a la riqueza de especies de los tres bosques, estas familias han sido reportadas entre las más diversas para zonas cercanas a las estudiadas aquí (Hernández et al., 2011; Triana & Murillo, 2005).

4.2 Diversidad

La diversidad alfa obtenida de los índices de Shannon y Simpson fue mayor para los bosques de Santacruz y Pescaderito y menor en La Llanada, sin embargo, al contrastar estos valores con el listado de especies es probable indicar que son ecosistemas altamente heterogéneos a pesar de la alta dominancia de la especie *Q. humboldtii*. Los altos valores de diversidad de Santacruz y Pescaderito pueden deberse al elevado grado de alteración de la cobertura vegetal, como resultado de la ganadería y la agricultura con cultivos de papa, caña, maíz, café entre otros, los cuales sustentan económicamente los municipios de San Andrés y Málaga. Por lo tanto, los disturbios mencionados y la pendiente del terreno facilitan que se desarrollen especies arbustivas que se adaptan a suelos intervenidos (Olaya et al., 2019). De esta manera se confirma la teoría del disturbio

intermedio de Connell (1978), quien señala que la perturbación antrópica genera mayor diversidad de especies en un lugar. Por el contrario, la baja diversidad de La Llanada puede estar relacionada a la alta dominancia de *Q. humboldtii* que probablemente genera efectos alelopáticos e inhiben el crecimiento de otras especies (Lozano & Torres, 1974).

Igualmente, (Avella, 2016) indica que existe mayor diversidad en robledales a una altitud menor de 2500 m y con precipitación mayor de 2000 mm anuales para individuos con $DAP \geq 10$ cm. Esta afirmación apoya los resultados de este estudio, puesto que los individuos con $DAP \geq 10$ cm presentan menor diversidad en comparación con otros estudios de robledales a una altitud de 2100-2400 m como Ávila et al. (2010) ($H' = 0,78$; $1-D = 0,96$) y Segura-Madrigal et al. (2020) ($H' = 1,52$; $1-D = 0,41$).

Así mismo, el estudio de Ariza et al. (2009) valida la alta diversidad de especies de este estudio al emplear la metodología aquí propuesta, y a pesar de tener mayor diversidad por las propias características del sitio (altitud de 1500 y 1800 m y precipitación de 3091 mm anual) confirma lo encontrado por Higuita & Álvarez (2018), quienes afirman que la riqueza y diversidad de especies es significativamente mayor cuando se tienen en cuenta en el muestreo individuos no leñosos con $DAP < 2,5$ cm

Para el caso de la diversidad beta, de manera general, los bosques La Llanada – Pescaderito y Pescaderito - Santacruz fueron los que mayor similaridad presentan para las tres categorías taxonómicas estudiadas, igualmente se observa que las familias presentaron una alta similaridad (57% a 69%), y las especies por el contrario arrojaron valores muy por debajo del 50% de similaridad haciendo mayor la disimilitud entre los sitios. Esto puede deberse al alto grado de endemismo que presentan los bosques andinos (Gentry, 1995), como también al alto grado de estrés al cual están expuestos los bosques debido a los agentes antrópicos presentes en la matriz paisajística donde se encuentran

inmersos. Todo esto se evidencia al evaluar la cantidad de especies endémicas para cada bosque siendo La Llanada el que mayor presenta con siete especies y quien presenta menor estrés por agentes antrópicos, ya que en el 2015 fue declarada reserva natural de la sociedad civil y el dueño manifiesta que desde varias décadas han protegido este sitio, por el contrario, Pescaderito y Santacruz presentan solo cuatro y una especie endémica respectivamente, y la matriz del paisaje dominante donde se encuentran es en su mayoría ganadera-agrícola.

Por otra parte, el hábito de crecimiento helecho herbáceo terrestre presenta mayor similitud entre los sitios para todas las categorías taxonómicas estudiadas, confirmando lo encontrado en los resultados de riqueza, puesto que este hábito representó el mayor aporte de la riqueza total para los tres bosques. Con relación a los demás hábitos, en general presentan altos grados de similitud en familias y bajos para especies, siendo el hábito escandente leñoso el único que no presentó ningún grado de similitud entre los bosques Pescaderito- Santacruz y Santacruz – La Llanada.

4.3 Estructura física

En los bosques andinos se ha evidenciado que, generalmente, a medida que aumenta la altura de los árboles se observa una disminución progresiva en el número de individuos (Cantillo & Gomez, 2004; Dueñas et al., 2007), en este estudio, tanto la mayor riqueza de especies como el mayor número de individuos se concentró en las primeras clases altimétricas, lo cual ha sido reportado por diferentes autores en otros estudios para bosques andinos (Marin & Betancur, 1997; Galindo et al., 2003). Este grupo de alturas corresponde principalmente a especies con hábitos de crecimiento no leñosos, las especies más abundantes en estas clases son arbustivas o herbáceas terrestres para los tres bosques (Tabla 2, Tabla 3 y Tabla 4). Para La Llanada (clases VII y VII) y Pescaderito (clase VIII)

se reportan los individuos con mayores alturas de los tres bosques, sin embargo, para Santacruz se reporta en general mayor abundancia para todas las clases altimétricas.

Las variables estructurales como área basal, altura promedio y diámetro promedio, así mismo, las abundancias de individuos y especies para individuos con $DAP > 10$ cm pueden indicar el estado de conservación de los robledales, lo que se convierte indispensable para la planificación de un manejo sostenible de los mismo (Avella, 2016). Las clases diamétricas para los tres bosques presentan una distribución de “J” invertida lo cual indica que son comunidades discetáneas. Aunque la estructura sea similar en los sitios estudiados, existen claras diferencias que indican que los bosques de Pescaderito y Santacruz se encuentran en un estado sucesional secundario en crecimiento puesto que el diámetro máximo fue de 87,5 y 60,2 cm, respectivamente, siendo estos valores atípicos puesto que la clase diamétrica inmediatamente anterior no presenta individuos. Así mismo, la altura máxima para Pescaderito fue de 20 m y Santacruz fue de 14 m, lo que indica en general que son bosques con un dosel poco desarrollo. De igual manera, Pescaderito presenta un área basal mayormente representada por la clase diamétrica V (44,2 - 54,5 cm) y IV (33,8 - 44,1 cm), e igualmente Santacruz el área basal se concentró en las clases V (27,7 - 33,9) y III (15,1 - 21,3) confirmando lo anteriormente dicho. Por el contrario, La Llanada presentó una estructura de dosel maduro, puesto que su diámetro máximo fue de 99 cm y su altura máxima de 25 m, así mismo el área basal fue mayor que en los demás bosques y estuvo representada en un 40,5% por las clases diamétricas VII (82,6 - 95,8 cm), III (29,2 - 42,4 cm) y VIII (95,9 - 109,3 cm). Por lo tanto, es posible indicar que La Llanada es un bosque maduro en un estado sucesional secundario avanzado (Louman, 2001).

4.4 Índice de Valor de Importancia

Según Avella (2016) en los robledales andinos húmedos, localizados en altitudes mayores a 2600 m de altitud con precipitaciones superiores a 1000 mm anuales, se presenta una mayor dominancia de *Q. humboldtii* en términos de número de individuos y área basal, mientras que en los robledales subandinos húmedos (1800 - 2400 m de altitud) en condiciones de humedad superiores a 2000 mm, se presenta la menor dominancia. Los bosques tratados aquí son robledales andinos húmedos, la mayor dominancia para esta especie fue obtenida para La Llanada (2577 a 2733 m) seguido de Pescaderito (3029 a 3110 m) y Santacruz (2626 a 2863 m).

El IVI se ve fuertemente influenciado por la presencia de individuos de gran tamaño, *Q. humboldtii* presenta los mayores valores debido a su área basal, esto coincide con lo reportado para bosques tropicales, donde los árboles con alturas y diámetros mayores presentan los valores más altos de IVI (Dueñas et al., 2007). Según Cavelier et al. (2001) en Colombia, *Q. humboldtii* es más abundante en las laderas secas de las cordilleras, particularmente en la ladera occidental de la Cordillera Oriental, ladera sobre la que están situados los robledales estudiados.

Los robledales muestreados pertenecen a la vegetación de la clase Myrsino coriaceae-Quercetea humboldtii, la cual se establece en la región andina (por encima de 2400 m de altitud) en localidades cuyos valores de precipitación anual son menores de 2000 mm (Avella, 2016). Entre las especies con alto predominio ecológico se destacan *Ternstroemia meridionalis*, *Weinmannia* sp. 1, reportadas en Marin & Betancur (1997), *Hedyosmum racemosum*, *Cyathea* sp. 1, *Dicksonia karsteniana*, *Myrsine coriacea*, *Thibaudia floribunda*, *Clusia hachensis*, *Myrtaceae* sp. 1 y *Solanum* sp. 1.

4.5 Endemismo, conservación y novedades taxonómicas

En este estudio se registran siete especies endémicas para Colombia: *Echeveria ballsii* (herbácea terrestre), *Hypericum gleasonii* (arbusto), *Peperomia ambiguifolia* (herbácea terrestre y herbácea epífita), *Peperomia bethaniana* (herbácea terrestre), *Pleurothallis killipii* (herbácea epífita) y *Clusia hachensis* (árbol), y se reportan cuatro especies endémicas para el departamento de Santander: *Condea jacobii* (arbusto), *Piper pervulsum* var. *santoense* (arbusto), *Specklinia tenax* y *Lepanthes cocculifera* (herbácea epífita), ver Apéndice L

Especies endémicas. También, se reporta una especie en peligro crítico (CR) para Pescaderito y Santacruz (*Asplenium auritum*) y en Santacruz se reportan tres especies en estado de vulnerabilidad (VU) según la UICN: *Ceroxylon parvifrons* (plántula), *Miconia resima* (árbol) y *Siphocampylus schlimianus* (escandente herbácea terrestre) y una en La Llanada y Pescaderito (*Clusia hachensis*). También todas las orquídeas y un helecho (*Dicksonia karsteniana*) se encuentran en el listado del apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES II). Por otra parte, se reportan dos nuevas especies en proceso de publicación (*Aetanthus* sp. nov) y Santacruz (*Lepanthes* sp. nov.). De igual manera, se registran cinco posibles nuevas especies: *Begonia* sp 1, *Begonia* sp 2, *Cyathea* sp 2, *Lepanthes* sp 2 y *Ocotea* sp (Apéndice M).

5 Conclusiones

El diámetro mínimo empleado y la metodología de muestreo, influye inmensamente en los resultados de riqueza y diversidad en los bosques andinos, por lo que coincidimos con Galindo et al. (2003) que las modificaciones hechas a la “metodología de inventario rápido” propuesta por Gentry (1982; 1995), en la inclusión de individuos con DAP entre uno y 2,5 cm facilitan estas estimaciones. Por lo tanto, es

preciso estandarizar el diámetro mínimo de muestreo para facilitar la evaluación de la riqueza y diversidad de los ecosistemas estudiados, y así, favorecer en la toma de decisiones en los estudios de conservación y manejo sostenible de estos bosques.

Se evidencia diferencias de composición florística, riqueza y diversidad de especies de acuerdo a tres parámetros específicos, como lo son la altitud (temperatura), precipitación (humedad) y la dominancia de roble, como lo indica (Avella, 2016). Por lo tanto, los bosques aquí estudiados son robledales andinos húmedos con características ideales para la dominancia de *Q. humboldtti* (altitud mayor de 2500 m y precipitación menor de 2000 mm anuales) quienes presentan menor riqueza y diversidad en comparación con otros estudios (Ariza et al., 2009; Ávila et al., 2010; Higuita & Álvarez, 2018; Segura-Madrigal et al., 2019), probablemente por los efectos alelopáticos que genera el roble e impiden el crecimiento y desarrollo óptimo de otras especies (Lozano & Torres, 2014).

En la provincia de García Rovira, se evidencia un déficit en el conocimiento de la flora que componen sus bosques, puesto que los estudios que aportan material vegetal en herbario son insuficientes o casi nulos. Por lo tanto, se hace necesario incrementar las investigaciones sobre composición florística de la zona, haciendo énfasis en el trabajo de herbario para conocer las especies allí presentes.

6 Recomendaciones

De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio, se recomienda la ampliación de la muestra (0,1 ha) para representar un porcentaje significativo de la vegetación de los bosques andinos.

Se sugiere realizar investigaciones donde se relacione la riqueza y diversidad especies con parámetros como la radiación solar, suelo, cobertura del dosel, entre otros que facilitan la estimación de la dinámica de los bosques en estudio.

DIFERENCIAS FLORÍSTICAS POR HÁBITOS DE CRECIMIENTO

Se propone implementar la metodología aquí propuesta con transectos semi-permanentes, para así muestrear la zona en diferentes épocas del año favoreciendo la colección de especies con flor y fruto.

Referencias

- Adhikari, K., & Hartemink, A. E. (2016). Linking soils to ecosystem services - A global review. *Geoderma*, 262, 101–111. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.08.009>
- Ariza, C. W., Toro, M. J. L., & Lores, M. A. (2009). Análisis florístico y estructural de los bosques premontanos en el municipio de Amalfi (antioquia, colombia). *Colombia Forestal*, 12, 81–102.
- Avella, A. (2016). *Los bosques de robles (Fagáceas) en Colombia: composición florística, estructura, diversidad y conservación*. Universidad Nacional de Colombia (Tesis doctoral).
- Avella, Andrés, Ávila, F. A., & Rangel-Ch, J. O. (2017). La flora vascular de los bosques de roble (Fagaceae) en Colombia: aproximación inicial. *Rangel-Ch., JO (Ed.), Colombia Diversidad Biótica XV. Los Bosques de Robles (Fagaceae) En Colombia. Composición Florística, Estructura, Diversidad y Conservación Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Ciencias Naturales (Bogotá)*, 311.
- Avella, Andrés, & Cardenas, L. (2010). Conservación y uso sostenible de los bosques de roble en el corredor de conservación Guantiva-LaRusia-Iguaque departamentos de Santander y Boyacá, Colombia. *Colombia Forestal*, 13(1), 5–26.
- Avella Muñoz, A., & Cárdenas Camacho, L. M. (2010). Conservación y uso sostenible de los bosques de roble en el corredor de conservación guantiva - la Rusia - Iguaque, departamentos de santander y Boyacá, Colombia. *Colombia Forestal*, 13(1), 5. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2010.1.a01>
- Ávila, F. A., Ángel, S. P., & López C., R. (2010). *DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DE UN ROBEDAL EN LA RESERVA BIOLÓGICA CACHALÚ , ENCINO (SANTANDER – COLOMBIA) Diversity and structure of an oak community in the Cachalú Biological Reserve , Encino (Santander – Colombia)*.
- Bernal, R., Guadualito, R. N., Gradstein, S. R., & Celis, M. (2016). *Catálogo de plantas y líquenes*.
- BOLFLOR, Mostacedo, B., & Fredericksen, T. S. (2000). Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. *Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR)*.
- Boschman, L. M. (2021). Andean mountain building since the Late Cretaceous: A paleoelevation reconstruction. In *Earth-Science Reviews* (Vol. 220). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2021.103640>

- Brown, A., & Kappelle, M. (2001). *Introducción a los Bosques Nublados*.
- Bussmann, R. W. (2005). Bosques andinos del sur de Ecuador, clasificación, regeneración y uso. *Revista Peruana de Biología*, 12(2), 203–216. <https://doi.org/10.15381/rpb.v12i2.2394>
- Cantillo, E. E., & Gomez, A. F. (2004). La reserva natural de Yocoto: su vegetación leñosa. *Colombia Forestal*, 8(17), 75. <https://doi.org/10.14483/UDISTRITAL.JOUR.COLOMB.FOR.2004.1.A05>
- Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. (n.d.). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. *Universidad Nacional de Colombia*. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co/es/>
- Cavelier, J. (1991). El ciclo del agua en bosques montanos. *Bosques de Niebla de Colombia. Banco de Occidente, Cali.*, 69–84.
- Cavelier, J., Lizcano, D., & Pulido, M. T. (2001). Bosques Nublados del Neotrópico. Colombia. *Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), Santo Domingo de Heredia.*, 443–496.
- Colwell. (2019). *EstimateS 9.1.0*. <https://www.robertkcolwell.org/pages/estimates>
- Connell, J. H. (1978). Diversity in tropical rain forests and Coral reefs. *Science, New Series*, 199(4335), 1302–1310.
- Cuatrecasas, J. (1958). Aspectos de la vegetación natural de Colombia. *Revista Acad. Colomb. Ci. Exact.* 10:, 221-268.
- Diez, N. (2008). ¿Cómo confeccionar un Herbario. 10. http://www.museoameghino.gob.ar/archivos/parametros/7_descarga_9_diez_natalia_como_confeccionar_un_herbario_cartilla_de_difusion.pdf
- Dueñas, A., Betancur, J., & Galindo, R. (2007). ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE UN BOSQUE HÚMEDO TROPICAL DEL PARQUE NACIONAL NATURAL CATATUMBO BARÍ, COLOMBIA. *Revista Colombia Forestal*, 10, 20.
- Etter, A. (1998). Mapa general de Ecosistemas de Colombia. (*Escala 1: 2 000 000*), *Instituto Alexander von Humboldt y PNUD, Bogotá*.
- Font-quer, P. (1973). *Diccionario de Botánica* (S. . Labor (ed.)).
- Galeano, G., Suárez, S., & Balslev, H. (1998). Vascular plant species count in a wet forest in the Choco area on the Pacific coast of Colombia. *Biodiversity and Conservation*, 7(12), 1563–1575. <https://doi.org/10.1023/A:1008802624275>
- Galindo, T. R., Betancur, J., & Cadena, M. J. J. (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.
- Gallagher, G. (2018). *Quercus humboldtii*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2018: *E.T194139A2302449*.
<https://doi.org/https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T194139A2302449>
- Gentry, (1993). *Reviewed Work: 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, A. H. (1982). Patterns of neotropical plant species diversity. *Evolution Biology*, 15, 1–84.
- Gentry, A. H. (1991). Vegetación del bosque de niebla. En: Uribe, C. (Ed.) *Bosques de Niebla de Colombia*. Bogotá., 23–50.
- Gentry, A. H. (1995). Patterns of diversity and floristic composition in Neotropical montane forests. In S. P. Churchill, H. Balslev, E. Forero, & J. L. Luteyn (Eds.), *Biodiversity and conservation of Neotropical montane forests. Proceedings of a symposium, New York Botanical Garden, 21-26 June 1993*. (pp. 103–126). New York Botanical Garden.
- Gentry, A. H., & Dodson, C. (1987). *Contribution of Nontrees to Species Richness of a Tropical Rain Forest* Author (s): Alwyn H . Gentry and Calaway Dodson of *Nontrees to Species Richness of a Contribution Tropical Rain Forest*1. 19(2), 149–156.
- GIDROT. (2011). Dimension Biofisica Ambiental Tomo I. *Dimension Biofisica Ambiental "Santander" 2030*, 250.
<http://www.uis.edu.co/webUIS/es/investigacionExtension/documentos/docInteres/Tomo I Dimension Biofisica Ambiental.pdf>
- Global Plants. (n.d.). Global Plants. *JSTOR*. <https://plants.jstor.org/>
- Goldenberg, R., Kalantari, Z., Cvetkovic, V., Mörtberg, U., Deal, B., & Destouni, G. (2017). Distinction, quantification and mapping of potential and realized supply-demand of flow-dependent ecosystem services. *Science of the Total Environment*, 593–594, 599–609. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.03.130>
- Gómez, D. (2005). Análisis florístico de los bosques premontanos en el municipio de Anorí (Antioquia). *Informe Final. Corantioquia. Medellín.*, pag-150.
- Herbario Nacional de Colombia. (n.d.). Herbario Nacional de Colombia. *Universidad*

- Nacional de Colombia.*
<http://www.biovirtual.unal.edu.co/es/colecciones/search/plants/>
- Hernández, G. M., Rosales, C. N., & Cortés, S. S. P. (2011). Riqueza y diversidad florística de un bosque de niebla subandino en la Reserva Forestal Laguna De Pedro Palo (Tena–Cundinamarca, Colombia). *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, Vol. 7 Núm, 33–47.
- Higuita, H. D., & Álvarez, D. E. (2018). Riqueza total de especies de plantas vasculares en un bosque andino de la Cordillera central de Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 66(1), 227–236. <https://doi.org/10.15517/rbt.v66i1.27548>
- IDEAM, & MADS. (2018). Resultados Monitoreo de la deforestación 2017. *Resultados Monitoreo de La Deforestación 2017*, 47. http://www.ideam.gov.co/documents/24277/72115631/Actualizacion_cifras2017+FINAL.pdf/40bc4bb3-370c-4639-91ee-e4c6cea97a07
- ISA-JAUM. (2004). Propuesta metodológica de parcelas normalizadas para los inventarios de vegetación. *Equipo de Investigación Convenio Isajaum. Medellín. Pp. 3-10.*
- Linares-Palomino, R., Cardona, V., Hennig, E. I., Hensen, I., Hoffmann, D., Lendzion, J., Soto, D., Herzog, S. K., & Kessler, M. (2009). Non-woody life-form contribution to vascular plant species richness in a tropical American forest. *Plant Ecology*, 201(1), 87–99. <https://doi.org/10.1007/s11258-008-9505-z>
- Louman, B. (2001). Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. *CATIE*, 46.
- Lozano, G., & Torres, J. H. (1974). Aspectos generales sobre la distribución, sistemática fitosociológica y clasificación ecológica de los bosques de robles (*Quercus*) en Colombia. *Ecología Tropical*, 1 (2), 45–79.
- Luis Fernando Osorio, D. V. S. (2016). Biodiversidad Y Servicios Ecosistémicos En LA Planificación Y Gestión Ambiental Urbana. *Colombia Forestal*, 1(19), 5–8.
- Luna, G. L. A., Moreno, M. J., Villamizar, M. J., & Coronado, S. R. A. (1995). *Caracterización biofísica y socioeconómica de la provincia de García Rovira.*
- Marín, C. C. A., & Betancur, J. (1997). Estudio florístico en un robledal del santuario de flora y fauna de Iguaque (Boyacá, Colombia). *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, v. 21(No.8(ISSN 0370-3908), 249–259.
- Mathez, S. S.-L., Peralvo, M., & Báez, S. (2017). Hacia la gobernanza conservación y bosques andinos: los paisajes de sostenible de Una agenda de investigación.

- Programa de Bosques Andinos de La Agencia Suiza Para El Desarrollo y La Cooperacion- COSUDE, CODESAN, Helvetas Swiss Intercooperation, CDE - University of Bern. Quito, 1, 32.*
- Melic, A. (1993). Biodiversidad y riqueza biológica: Paradojas y problemas. In *Zapateri: revista aragonesa de entomología* (Issue 3, pp. 97–103).
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (2006). *Resolución 96 de 2006. Veda sobre la especie Roble (Quercus humboldtii).*
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2015). Resolución número - 2 O 9 por medio de la cual se registra la Reserva Natural de la sociedad Civil “La Llanada” RNSC 021-14.
- Montero, I., López, R., Cárdenas, D., & Salinas, N. (2007). Libro rojo de plantas de Colombia. Volumen 4. Especies maderables amenazadas, Primera parte. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. In *Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial*.
https://www.sinchi.org.co/files/publicaciones/publicaciones/pdf/LR_MADERABLES.pdf
- Moran, R. C. (1995). The importance of mountains to pteridophytes, with emphasis on neotropical montane forests. In S. P. Churchill, H. Balslev, E. Forero, & J. L. Luteyn (Eds.), *Biodiversity and conservation of Neotropical montane forests. Proceedings of a symposium, New York Botanical Garden, 21-26 June 1993*. 1995 pp.359-363 ref.44 (pp. 359–363). New York Botanical Garden.
- MORENO, E. J. (2007). El herbario como recurso para el aprendizaje de la botánica. *Acta Botánica Venezuelica*, 30(2), 415–427.
- Moreno, N. P. (1984). *Glosario botánico ilustrado*.
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Fonseca, G. A. B., & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(February), 853–858.
- Olaya, A. J. A., Díaz, P. C. N., & Morales, P. M. E. (2019). Composición y estructura de la transición bosque-páramo en el corredor Guantiva-La Rusia (Colombia). *Revista de Biología Tropical*, 67(4), 755–768.
- Orduña Q., S. A., & Gomez H., E. Y. (2018). *Identificación de la Zona de Transición Bosque/Páramo Presente en la Formación de Alta Montaña de Peña Lisa, Ubicada en el Municipio de Málaga, Santander (Colombia)*. Universidad Industrial de Santander.

- Pulido, M. T., Cavelier, J., & Cortés-S, S. P. (2006). Structure and Composition of Colombian Montane Oak Forests. In G. M.M. Caldwell, Logan, USA G.Heldmaier, Marburg, Germany R.B. Jackson, Durham, USA O.L. Lange, Würzburg, Germany H.A.Mooney, Stanford, USA E.-D. Schulze, Jena, Germany U. Sommer, Kiel (Ed.), *Ecology and Conservation of Neotropical Montane Oak Forests* (Vol. 185, Issue 4, pp. 141–151). [https://doi.org/10.1016/S0022-3476\(76\)80407-6](https://doi.org/10.1016/S0022-3476(76)80407-6)
- R Core Team. (2019). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.r-project.org/>
- Ramírez, J., & Hernández, J. (2007). Biodiversidad Nuestra Relación con la Vida en la Tierra. *Director*, 85–175. <http://www3.diputados.gob.mx/camara/content/download/193565/464288/file/biodiversidad.pdf>
- Rangel-Ch, J. O., & Velázquez, A. (1997). Metodos de Estudio de la Vegetación. *Colombia Diversidad Biotica II*, 1, 378.
- Rodríguez, N., Armenteras, D., Morales, M., & Romero, M. (2006). Ecosistemas de los Andes colombianos. In *Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander Von Humbolt* (Issue Julio).
- Schmalz, B., Kruse, M., Kiesel, J., Müller, F., & Fohrer, N. (2016). Water-related ecosystem services in Western Siberian lowland basins—Analysing and mapping spatial and seasonal effects on regulating services based on ecohydrological modelling results. *Ecological Indicators*, 71, 55–65. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.06.050>
- Segura-Madrigal, M. A., Andrade, H. J., & Sierra Ramírez, E. (2020). Diversidad florística y captura de carbono en robledales y pasturas con árboles en Santa Isabel, Tolima, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 68(2), 383–393. <https://doi.org/10.15517/rbt.v68i2.37579>
- Sonco, R. (2013). Estudio de la diversidad alfa y beta en tres localidades de un bosque montano en la región Madidi, La Paz. *Universidad Mayor de San Andrés*, 126. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/7924/T.2822.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sorensen, T. (1948). A Method of Establishing Groups of Equal Amplitude in Plant Sociology Based on Similarity of Species Content, and its Application to Analyses of the Vegetation on Danish Commons. *Biologiske Skrifter*, 5(4), 1-34. Van.
- Tovar, C., Carril, A. F., Gutiérrez, A. G., Ahrends, A., Fita, L., Zaninelli, P., Flombaum,

- P., Abarzúa, A. M., Alarcón, D., Aschero, V., Báez, S., Barros, A., Carilla, J., Ferrero, M. E., Flantua, S. G. A., Gonzáles, P., Menéndez, C. G., Pérez-Escobar, O. A., Pauchard, A., Hollingsworth, P. M. (2022). Understanding climate change impacts on biome and plant distributions in the Andes: Challenges and opportunities. *Journal of Biogeography*. <https://doi.org/10.1111/jbi.14389>
- Triana, M. L. A., & Murillo, A. J. (2005). Helechos y plantas afines de Albán (Cundinamarca): El bosque subandino y su diversidad. *Instituto de Ciencias Naturales -Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C. Colombia.*, 1–162.
- Tropicos. (n.d.). Tropicos. *Jardín Botánico de Misuri*. <https://www.tropicos.org/home>
- Tryon, R. M. (1972). Endemic areas and geographic speciation in tropical american ferns. *Biotropica*, 4:, 121–131.
- Vázquez-Sánchez, M., Terrazas, T., & Arias, S. (2012). El hábito y la forma de crecimiento en la tribu Cacteeae (Cactaceae, Cactoideae). *Botanical Sciences*, 90(2), 97. <https://doi.org/10.17129/botsoci.477>
- Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M., & Umaña, A. M. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. *Programa Inventarios de Biodiversidad; Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt*, 236.

Apéndices

Apéndice A

Trabajo de campo



Proteaceae	1	1										1	1	
Solanaceae	1	2										1	2	
Asteraceae			1	3								1	3	
Melastomataceae			1	14								1	14	
Phytolaccaceae			1	1								1	1	
Rosaceae			1	2								1	2	
Rubiaceae			1	24								1	24	
Ericaceae		4	21				1	2			1	2	5	25
Dioscoreaceae					1	1					1	1	2	2
Smilacaceae					1	1							1	1
Vitaceae					1	1							1	1
Aspleniaceae										1			1	2
Hymenophyllaceae										1			1	2
Nephrolepidaceae										1			1	3
Polypodiaceae										1			1	4
Dryopteridaceae										2			2	7
Pteridaceae										4			4	5
Araceae											1	2	1	2
Bromeliaceae											1	38	1	38
Calceolaraciaceae											1	1	1	1
Commelinaceae											1	1	1	1
Gesneriaceae											1	7	1	7
Lamiaceae											1	1	1	1
Urticaceae											2	4	2	4
Orchidaceae											3	5	3	5
Piperaceae											4	9	4	9
Suma total	6	48	9	65	3	3	1	2	10	17	71	45	212	

¹Número de especies y ²número de individuos

Cuadro 2. Riqueza bosque Pescaderito.

[illegible]

Myrtaceae	1	2										1	2
Pentaphylacaceae	1	1										1	1
Primulaceae	2	6	1	2								3	8
Araliaceae	2	4										2	4
Asteraceae			5	17	2	9				4	33	9	59
Ericaceae			7	106			2	4				7	110
Alstroemeriaceae					1	4						1	4
Caprifoliaceae					1	3						1	3
Dioscoreaceae					1	1						1	1
Smilacaceae					1	2						1	2
Dicksoniaceae									1			1	0
Hymenophyllaceae									1			1	0
Aspleniaceae									3			3	0
Dryopteridaceae									7			7	0
Polypodiaceae									7			7	0
Gesneriaceae										1	25	1	25
Orchidaceae										1	3	1	3
Rosaceae										1	1	1	1
Solanaceae										1	2	1	2
Urticaceae										1	1	1	1
Araceae										3	28	3	28
Piperaceae										3	15	3	15
Suma total	12	80	16	146	6	19	2	4	19	15	108	65	357

¹Número de especies y ²número de individuos

Cuadro 3. Riqueza bosque Santacruz.

Bosque Santacruz		Arbóeo		Arbustivo		Escandente herbáceo		Escandente leñosa		Helecho arbóreo		Helecho herbáceo terrestre		Herbácea terrestre		Suma total	
Hábito	Familia	Nº spp. ¹	Nº ind. ²	Nº spp.	Nº ind.	Nº spp.	Nº ind.	Nº spp.	Nº ind.	Nº spp.	Nº ind.	Nº spp.	Nº ind.	Nº spp.	Nº ind.	Nº spp.	Nº ind.
	Chloranthaceae	1	22	1	1											1	23
	Aquifoliaceae	1	2													1	2
	Araliaceae	1	1													1	1
	Clusiaceae	1	5													1	5
	Cunoniaceae	1	5													1	5
	Fagaceae	1	73													1	73
	Pentaphylacaceae	1	1													1	1
	Phyllanthaceae	1	1													1	1
	Primulaceae	1	4													1	4
	Lauraceae	2	2													2	2

DIFERENCIAS FLORÍSTICAS POR HÁBITOS DE CRECIMIENTO

Sapindaceae	1	1												1	1	
Rubiaceae	3	10	1	3								2	3	5	16	
Melastomataceae	3	7	2	23										5	30	
Dicksoniaceae								1	4		1			2	4	
Cyatheaceae								2	10					2	10	
Aspleniaceae											1			1		
Blechnaceae											1			1		
Hymenophyllaceae											1			1		
Pteridaceae											1			1		
Thelypteridaceae											1			1		
Polypodiaceae											3			3		
Dryopteridaceae											10			10		
Araceae					1	2						1	3	2	6	
Clethraceae			1	2										1	2	
Rosaceae			1	1										1	1	
Dioscoreaceae					1	12								1	12	
Solanaceae					1	1								1	1	
Vitaceae							1	6						1	6	
Orchidaceae													1	2	1	2
Piperaceae													2	28	2	28
Poaceae													2	3	2	3
Ericaceae			3	39											3	39
Asteraceae			1	12	2	28	1	1					3	12	6	53
Suma total	18	134	10	81	5	43	2	7	3	14	19	11	51	65	331	

¹Número de especies y ²número de individuos**Apéndice D***Número de individuos de plántulas por especies y familia para los sitios de muestreo*

Familia	Especie	Bosque			Total
		La Llanada	Pescaderito	Santacruz	
Adoxaceae	Adoxaceae		6		6
	Viburnum triphyllum		3		3
Aquifoliaceae	Ilex laurina			1	1
Araceae	Anthurium	5	75	99	179
	Philodendron	1			1
Araliaceae	Araliaceae		1	33	34
	Sciodaphyllum sp. 3			2	2

DIFERENCIAS FLORÍSTICAS POR HÁBITOS DE CRECIMIENTO

Arecaceae	Ceroxylon parvifrons			1	1
Aspleniaceae	Asplenium serra	1			1
	Asteraceae		108	5	113
Asteraceae	Asteraceae sp. 2		3	1	4
	Asteraceae sp. 3			13	13
Brunelliaceae	Brunellia		1		1
	Chloranthaceae		1	9	10
Chloranthaceae	Hedyosmum racemosum			14	14
	Clethra sp. 1	3			3
Clethraceae	Clethra sp. 2			1	1
	Clethraceae			16	16
Clusiaceae	Clusiaceae			2	2
Cunoniaceae	Weinmannia sp. 1	1	6		7
Cyatheaceae	Cyathea			13	13
Cyclanthaceae	Cyclanthaceae			5	5
Dioscoreaceae	Dioscoreaceae	11		3	14
Ericaceae	Ericaceae	3	26	97	126
Fagaceae	Quercus humboldtii	5	397	49	451
Gesneriaceae	Gesneriaceae		20	2	22
	Aiouea aff. dubia			1	1
Lauraceae	Lauraceae sp. 1		1		1
	Lauraceae sp. 2			1	1
	Graffenrieda sp. 1			3	3
Melastomataceae	Melastomataceae	82	241	357	680
	Miconia resima			5	5
	Myrtaceae		3	6	9
Myrtaceae	Myrtaceae sp. 2			2	2
Papaveraceae	Bocconia frutescens	1			1
Pentaphylacaceae	Pentaphylacaceae		7		7
Piperaceae	Piperaceae		4	129	133
	Myrsine coriacea		6	11	17
	Primulaceae		30	73	103
Primulaceae	Cybianthus laurifolius			1	1
	Myrsine sp. 1			1	1
Rosaceae	Rosaceae		1		1
	Palicourea demissa			3	3
Rubiaceae	Rubiaceae			39	39
Smilacaceae	Smilacaceae	1	1		2

DIFERENCIAS FLORÍSTICAS POR HÁBITOS DE CRECIMIENTO

Solanaceae	Cestrum sp. 1		1		1
	Cestrum sp. 2		1		1
	Solanaceae	1	2	1	4
Styracaceae	Styrax sp. 1		2		2
Urticaceae	Pilea sp. 1		1		1
Sin identificación	Sin identificación	64	46	142	252
Total		179	994	1141	2314

Apéndice E

Distribución de la riqueza de especies según su DAP para cada bosque

Bosque	Número de especies		Número de registros	
	DAP<2,5cm	DAP≥2,5cm	DAP<2,5cm	DAP≥2,5cm
La Llanada	39	6	114	48
Pescaderito	53	17	198	87
Santacruz	45	24	164	153
Suma total	105	38	476	288

Apéndice F

Número de individuos por especie para cada bosque

Especie	Bosque			
	La Llanada	Pescaderito	Santacruz	Total
<i>Dioscorea sp. 1</i>	1	1		2
<i>Smilax sp. 1</i>	1	2		3
<i>Cavendishia sp. 2</i>	1	4		5
<i>Viburnum triphyllum</i>	1	5		6
<i>Calceolaria tripartita</i>	1			1
<i>Callisia gracilis</i>	1			1
<i>Cavendishia sp. 3</i>	1			1
<i>Cissus obliqua</i>	1			1
<i>Dioscorea sp. 2</i>	1			1
<i>Orchidaceae sp. 1</i>	1			1
<i>Panopsis suaveolens</i>	1			1
<i>Peperomia bethaniana</i>	1			1
<i>Peperomia microphyllaphora</i>	1			1
<i>Phytolacca rugosa</i>	1			1
<i>Piper pervulsum var santoense</i>	1			1
<i>Salvia palifolia</i>	1			1
<i>Pilea dauciodora</i>	2	1		3
<i>Anthurium sp. 1</i>	2	15	3	20
<i>Elleanthus sp. 1</i>	2			2
<i>Lepanthes sp. 1</i>	2			2
<i>Monotropa uniflora</i>	2			2

DIFERENCIAS FLORÍSTICAS POR HÁBITOS DE CRECIMIENTO

<i>Pilea sp. 1</i>	2			2
<i>Rubus sp. 1</i>	2			2
<i>Solanum sp. 1</i>	2			2
<i>Ageratina sp. 1</i>	3	1		4
<i>Clusia hachensis</i>	3	3		6
<i>Myrtaceae sp. 1</i>	3			3
<i>Disterigma alaternoides</i>	4	69	20	93
<i>Peperomia ambiguifolia</i>	6	11		17
<i>Columnnea strigosa</i>	7	25		32
<i>Miconia mesmeana</i>	14	18	12	44
<i>Macleania cf. rupestris</i>	17	2		19
<i>Palicourea sp. 1</i>	24			24
<i>Quercus humboldtii</i>	38	53	73	164
<i>Bromeliaceae sp. 1</i>	38			38
<i>Ternstroemia meridionalis</i>		1	1	2
<i>Miconia aff. tinifolia</i>		1	11	12
<i>Asteraceae sp. 1</i>		1		1
<i>Gaultheria erecta</i>		1		1
<i>Jungia sp. 1</i>		1		1
<i>Lauraceae sp. 1</i>		1		1
<i>Monochaetum bonplandii</i>		1		1
<i>Peperomia suratana</i>		1		1
<i>Pernettya prostrata</i>		1		1
<i>Rubus compactus</i>		1		1
<i>Cestrum sp. 1</i>		2		2
<i>Geissanthus sp. 1</i>		2		2
<i>Myrtaceae sp. 3</i>		2		2
<i>Pentacalia sp. 2</i>		2		2
<i>Primulaceae sp. 1</i>		2		2
<i>Sciodaphyllum sp. 1</i>		2		2
<i>Sciodaphyllum sp. 2</i>		2		2
<i>Peperomia acuminata</i>		3	2	5
<i>Pleurothallis killipii</i>		3	2	5
<i>Myrsine coriacea</i>		3	4	7
<i>Anthurium aff. oxybelium</i>		3		3
<i>Asteraceae sp. 2</i>		3		3
<i>Pentacalia sp. 1</i>		3		3
<i>Valeriana crassifolia</i>		3		3
<i>Bomarea setacea</i>		4		4
<i>Weinmannia sp. 1</i>		6	5	11
<i>Gaultheria buxifolia</i>		8		8
<i>Mikania sp. 1</i>		8		8
<i>Anthurium oxybelium</i>		10	3	13
<i>Ageratina sp. 2</i>		11		11
<i>Thibaudia floribunda</i>		25	18	43
<i>Munnozia senecionidis</i>		29		29

DIFERENCIAS FLORÍSTICAS POR HÁBITOS DE CRECIMIENTO

<i>Andesanthus lepidotus</i>	1	1
<i>Asteraceae</i> sp. 5	1	1
<i>Beilshmeidia towarensis</i>	1	1
<i>Billia rosea</i>	1	1
<i>Chusquea</i> sp. 2	1	1
<i>Disterigma acuminatum</i>	1	1
<i>Hieronyma</i> sp. 1	1	1
<i>Mikania</i> sp. 2	1	1
<i>Ocotea</i> aff. terciopelo	1	1
<i>Palicourea psilophylla</i>	1	1
<i>Palicourea</i> sp. 3	1	1
<i>Pentacalia</i> sp. 3	1	1
<i>Rosaceae</i> sp. 1	1	1
<i>Sciodaphyllum</i> sp. 3	1	1
<i>Solanum laxum</i>	1	1
<i>Chusquea</i> sp. 1	2	2
<i>Clethra</i> sp. 2	2	2
<i>Ilex laurina</i>	2	2
<i>Palicourea axillaris</i>	2	2
<i>Graffenrieda</i> sp. 1	3	3
<i>Miconia resima</i>	3	3
<i>Palicourea demissa</i>	4	4
<i>Clusia</i> cf. octandra	5	5
<i>Cissus trianae</i>	6	6
<i>Palicourea</i> sp. 2	8	8
<i>Asteraceae</i> sp. 3	11	11
<i>Asteraceae</i> sp. 4	12	12
<i>Dioscorea</i> sp. 3	12	12
<i>Hedyosmum racemosum</i>	23	23
<i>Piper pervulsum</i> var. <i>santoense</i>	26	26
<i>Oligactis volubilis</i>	27	27
Total	189	356
		317
		862

Apéndice G

Distribución de clases diamétricas

Cuadro 1 Clases diamétricas La Llanada

Clase	Rango	Árboles
I	2,5 - 15,7	16
II	15,8 - 29,1	12
III	29,2 - 42,4	12
IV	42,5 - 55,8	3
V	55,9 - 69,1	1
VI	69,2 - 82,5	1

DIFERENCIAS FLORÍSTICAS POR HÁBITOS DE CRECIMIENTO

VII	82,6 - 95,8	2
VIII	95,9 - 109,3	1

Cuadro 2 Clases diamétricas Pescaderito

Clase	Rango	Árboles
I	2,5 - 12,8	42
II	12,9 - 23,2	17
III	23,3 - 33,7	8
IV	33,8 - 44,1	6
V	44,2 - 54,5	4
VI	54,6 - 64,9	0
VII	65,0 - 75,4	1
VIII	75,5 - 85,8	0
IX	85,9 - 96,3	1

Cuadro 3 Clases diamétricas Santacruz

Clase	Rango	Árboles
I	2,5 - 8,7	74
II	8,8 - 15,0	24
III	15,1 - 21,3	18
IV	21,4 - 27,6	4
V	27,7 - 33,9	8
VI	34,0 - 40,3	3
VII	40,4 - 46,6	1
VIII	46,7 - 52,9	1
IX	53,0 - 59,2	0
X	59,3 - 65,6	1

Apéndice H

Índice de valor de importancia para las especies registradas con DAP > 2,5 cm para los tres sitios

Bosque	Familia	Especie	FR	AR	DR	IVI	% de importancia
La Llanada	Fagaceae	<i>Quercus humboldtii</i>	50,0	80,9	96,6	227,5	75,8
	Clusiaceae	<i>Clusia hachensis</i>	20,0	6,4	2,9	29,2	9,7
	Myrtaceae	<i>Myrtaceae sp. 1</i>	10,0	6,4	0,4	16,8	5,6
	Solanaceae	<i>Solanum sp. 1</i>	10,0	4,3	0,0	14,3	4,8
	Proteaceae	<i>Panopsis suaveolens</i>	10,0	2,1	0,0	12,2	4,1

DIFERENCIAS FLORÍSTICAS POR HÁBITOS DE CRECIMIENTO

Pescaderito	Total		300,0				
	Fagaceae	<i>Quercus humboldtii</i>	20,8	61,6	90,5	173,0	57,7
	Cunnoniaceae	<i>Weinmannia sp. 1</i>	4,2	5,8	5,5	15,4	5,1
	Ericaceae	<i>Thibaudia floribunda</i>	8,3	4,7	0,5	13,5	4,5
	Clusiaceae	<i>Clusia hachensis</i>	8,3	3,5	0,5	12,4	4,1
	Primulaceae	<i>Geissanthus sp. 1</i>	8,3	2,3	0,3	11,0	3,7
	Adoxaceae	<i>Viburnum triphyllum</i>	4,2	3,5	1,7	9,4	3,1
	Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i>	4,2	3,5	0,2	7,8	2,6
	Myrtaceae	<i>Myrtaceae sp. 3</i>	4,2	2,3	0,1	6,6	2,2
	Araliaceae	<i>Sciodaphyllum sp. 1</i>	4,2	2,3	0,1	6,5	2,2
	Araliaceae	<i>Sciodaphyllum sp. 2</i>	4,2	2,3	0,0	6,5	2,2
	Ericaceae	<i>Gaultheria erecta</i>	4,2	1,2	0,3	5,6	1,9
	Ericaceae	<i>Gaultheria buxifolia</i>	4,2	1,2	0,1	5,4	1,8
	Lauraceae	<i>Lauraceae sp. 1</i>	4,2	1,2	0,1	5,4	1,8
	Pentaphylacaceae	<i>Ternstroemia meridionalis</i>	4,2	1,2	0,1	5,4	1,8
	Ericaceae	<i>Macleania rupestris</i>	4,2	1,2	0,0	5,4	1,8
	Melastomataceae	<i>Miconia aff. tinifolia</i>	4,2	1,2	0,0	5,4	1,8
	Ericaceae	<i>Cavendishia sp. 2</i>	4,2	1,2	0,0	5,3	1,8
Santacruz	Total		300,0				
	Fagaceae	<i>Quercus humboldtii</i>	13,2	47,7	59,1	119,9	40,0
	Chloranthaceae	<i>Hedyosmum racemosum</i>	10,5	14,6	3,9	29,0	9,7
	Cyatheaceae	<i>Cyathea sp. 1</i>	5,3	6,0	7,2	18,5	6,2
	Pentaphylacaceae	<i>Ternstroemia meridionalis</i>	2,6	0,7	9,9	13,2	4,4
	Dicksoniaceae	<i>Dicksonia karsteniana</i>	5,3	2,6	3,6	11,5	3,8
	Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i>	7,9	2,6	0,2	10,8	3,6
	Araliaceae	<i>Sciodaphyllum sp. 3</i>	2,6	0,7	6,4	9,7	3,2
	Clusiaceae	<i>Clusia cf. octandra</i>	5,3	3,3	1,1	9,7	3,2
	Rubiaceae	<i>Palicourea sp. 2</i>	5,3	3,3	0,5	9,1	3,0
	Melastomataceae	<i>Graffenrieda sp. 1</i>	5,3	2,0	0,8	8,1	2,7
	Melastomataceae	<i>Andesanthus lepidotus</i>	2,6	0,7	4,4	7,7	2,6
	Rubiaceae	<i>Palicourea demissa</i>	2,6	2,6	1,2	6,5	2,2

DIFERENCIAS FLORÍSTICAS POR HÁBITOS DE CRECIMIENTO

Cunnoniaceae	<i>Weinmannia sp. 1</i>	2,6	3,3	0,1	6,1	2,0
Melastomataceae	<i>Miconia resima</i>	2,6	2,0	0,1	4,7	1,6
Clethraceae	<i>Clethra sp. 2</i>	2,6	1,3	0,1	4,1	1,4
Aquifoliaceae	<i>Ilex laurina</i>	2,6	1,3	0,0	4,0	1,3
Sapindaceae	<i>Billia rosea</i>	2,6	0,7	0,4	3,7	1,2
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma sp. 1</i>	2,6	0,7	0,4	3,7	1,2
Rubiaceae	<i>Palicourea sp. 3</i>	2,6	0,7	0,1	3,4	1,1
Ericaceae	<i>Thibaudia floribunda</i>	2,6	0,7	0,1	3,4	1,1
Asteraceae	<i>Asteraceae sp. 3</i>	2,6	0,7	0,0	3,3	1,1
Lauraceae	<i>Beilshmeidia towarensis</i>	2,6	0,7	0,0	3,3	1,1
Melastomataceae	<i>Miconia tinifolia</i> aff.	2,6	0,7	0,0	3,3	1,1
Lauraceae	<i>Ocotea terciopelo</i> aff.	2,6	0,7	0,0	3,3	1,1
Total					300,0	

Apéndice I

Índice de diversidad Beta (Sorensen)

Hábito	Bosque	Sorensen familia	Sorensen género	Sorensen especie
Árbol fustal	Pescaderito-Santacruz	33%	31%	15%
	Santacruz-La Llanada	40%	40%	18%
	La Llanada-Pescaderito	50%	57%	50%
Árbol latizal	Santacruz-La Llanada	13%	12%	10%
	La Llanada-Pescaderito	29%	17%	13%
	Pescaderito-Santacruz	80%	67%	31%
Arbusto	Pescaderito-Santacruz	50%	33%	23%
	La Llanada-Pescaderito	55%	50%	40%
	Santacruz-La Llanada	77%	43%	21%
Escandente herbáceo	Santacruz-La Llanada	29%	29%	0%
	Pescaderito-Santacruz	44%	20%	0%
	La Llanada-Pescaderito	50%	44%	22%
Escandente leñoso	Pescaderito-Santacruz	0%	0%	0%
	Santacruz-La Llanada	0%	0%	0%
	La Llanada-Pescaderito	50%	50%	50%
Helecho herbáceo terrestre	Santacruz-La Llanada	71%	53%	28%
	La Llanada-Pescaderito	73%	47%	35%
	Pescaderito-Santacruz	77%	67%	42%
Herbácea terrestre	Santacruz-La Llanada	35%	30%	0%
	La Llanada-Pescaderito	53%	38%	25%
	Pescaderito-Santacruz	57%	47%	23%

Apéndice J

Riqueza florística de diferentes bosques andinos con muestreos para individuos con DAP $\geq 2,5$ cm

Localidad	Altitud	Nro. familias	Nro. especies	Nro. individuos
Carpanta, Cundinamarca, Colombia (Repizzo 1993 en Gentry 1995)	2370	36	75	354
Montaña de Cuyas, Piura, Perú (Gentry 1995)	2450	31	66	357
Sacramento, La Paz, Bolivia (Gentry 1995)	2450	33	91	572
Localidad	Altitud	Nro. familias	Nro. especies	Nro. individuos
La Sierra, Santuario Guanentá, Santander, Colombia (Galindo 2003)	2500	40	85	411
Cerro Espejo, Guajira, Colombia (Gentry 1995)	2500	46	78	406
Cerro Kennedy, Magdalena, Colombia (Gentry 1995)	2550	35	57	326
Ucumarí, Risaralda, Colombia (Gentry 1995)	2620	44	98	562
Alto de La Sapa, Antioquia, Colombia (Gentry 1995)	2670	28	63	386
Cerro Aypate, Piura, Perú (Gentry 1995)	2740	28	51	390
Parque Nacional Braulio Carrillo, Costa Rica (Hartshorn & Peralta 1988 en Gentry 1995)	2750	26	39	239
Parque Nacional Braulio Carrillo, Costa Rica (Hartshorn & Peralta 1988 en Gentry 1995)	2750	19	28	243
Parque Nacional Braulio Carrillo, Costa Rica (Hartshorn & Peralta 1988 en Gentry 1995)	2775	17	24	188
Chontales Bajo, Santuario Guanentá, Santander (Galindo, 2003)	2800	28	54	576
P. N. Iguaque, Boyacá, Colombia (Marín-Corba & Betancur 1997)	2800	27	53	384
Carpanta, Cundinamarca, Colombia (Repizzo 1993 en Gentry 1995)	2850	23	46	280
Sabana Rubia, Cesar, Colombia (Gentry 1995)	2900	32	51	343
Chontales Alto, Santuario Guanentá, Santander, Colombia (Galindo 2003)	3000	24	46	516
El Venado, Santuario Guanentá, Boyacá, Colombia (Galindo 2003)	3100	23	43	605

DIFERENCIAS FLORÍSTICAS POR HÁBITOS DE CRECIMIENTO

San Andrés de Cuerquia, Antioquia (León 2008)	2775	13	18	194
Belmira, Antioquia (León 2008)	2450	14	37	354
Guarne, Antioquia (León 2008)	2455	27	54	349
La Llanada, Santander, Colombia (este estudio)	2577-2733	6	6	165
Pescaderito, Santander, Colombia (este estudio)	3029-3110	11	17	287
Santacruz, Santander, Colombia (este estudio)	2626-2863	18	24	317

Apéndice K

Riqueza florística discriminada para robledales de la Cordillera Oriental discriminada por el DAP mínimo de muestreo

Sitio	Altitud	Nro. familias	Nro. géneros	Nro. especies DAP > 1cm	Nro. individuos DAP > 1cm	Nro. especies DAP ≥ 2.5 cm	Nro. individuos DAP ≥ 2.5 cm
La Sierra (Galindo 2003)	2500	40	66	93	474	85	411
Chontales Bajo (Galindo 2003)	2800	28	37	57	745	54	576
Chontales Alto (Galindo 2003)	3000	24	35	49	632	46	516
El Venado (Galindo 2003)	3100	23	36	45	631	43	605
				Nro. especies DAP < 2,5 cm	Nro. individuos DAP < 2,5 cm		
La Llanada (este estudio)	2577 - 2733	30	36	45	114	6	48
Pescaderito (este estudio)	3029 - 3110	28	40	65	198	17	87

DIFERENCIAS FLORÍSTICAS POR HÁBITOS DE CRECIMIENTO

Santacruz (este estudio)	2626 - 2863	33	42	65	164	24	153
-----------------------------	-------------------	----	----	----	-----	----	-----

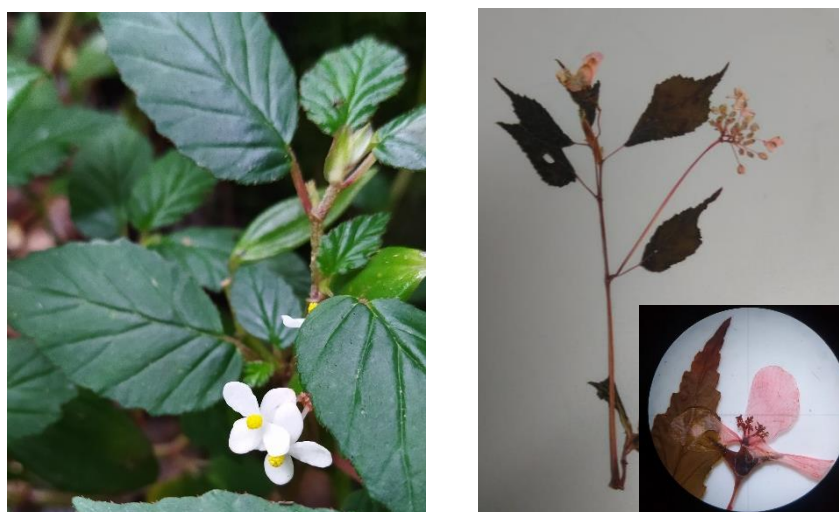
Apéndice L

Especies endémicas de Santander

DIFERENCIAS FLORÍSTICAS POR HÁBITOS DE CRECIMIENTO

Especies endémicas de Colombia*Echeveria ballsii**Hypericum gleasonii**Peperomia ambiquifolia**Peperomia bethaniana**Pleurothallis killipii**Clusia hachensis*

DIFERENCIAS FLORÍSTICAS POR HÁBITOS DE CRECIMIENTO

Nuevas especies para la ciencia*Lepanthes* sp. nov.*Aethantus* sp. nov.*Begonia* sp. nov.

Apéndice M*Listado de flora***ADOXACEAE*****Viburnum triphyllum* Benth.**

Árbol, arbusto, Nativa, NE, La Llanada y Pescaderito. HUA: SMAC_012, JBB: HCCA087.

ALSTROEMERIACEAE***Bomarea patinii* Baker**

Escandente herbácea, Nativa, NE, Santacruz. HUA: SMAC_139, JBB: HCCA003.

***Bomarea setacea* (Ruiz & Pav.) Herb.**

Escandente herbácea, Nativa, NE, Pescaderito, Santacruz. HUA: SMAC_110, SMAC_124, JBB: HCCA001, HCCA002.

AQUIFOLIACEAE***Ilex laurina* Kunth**

Árbol, Nativa, LC, Santacruz. HUA: SMAC_053.

ARACEAE***Anthurium oxybelium* Schott**

Herbacea terrestre, Nativa, LC, Pescaderito, Santacruz. HUA: SMAC_046, JBB: HCCA004, HCCA005, HCCA006.

ARECACEAE***Ceroxylon parvifrons* (Engel) H. Wendl.**

Palma arbórea monoestipitada, Nativa, VU, Santacruz.

ASPLENIACEAE***Asplenium auritum* Sw.**

Helecho herbáceo terrestre, Nativo, CR, JBB: HCCA089.

***Asplenium cuspidatum* Lam.**

Helecho herbáceo terrestre, Nativo, NE, Pescaderito. HUA: SMAC_031 JBB: HCCA090.

***Asplenium serra* Langsd. y Fisch.**

Helecho herbáceo terrestre, Nativo, NE, La Llanada, Pescaderito. HUA: SMAC_147, JBB: HCCA107, HCCA108, HCCA109.

ASTERACEAE***Munnozia senecionidis* Benth.**

Escandente herbácea, Herbácea terrestre, Nativa, NE, Pescaderito. HUA: SMAC_009, JBB: HCA008.

***Oligactis volubilis* (Kunth) Cass.**

Escandente herbácea, Nativa, NE, Santacruz.

BEGONIACEAE***Begonia* sp. nov. 1**

Herbácea terrestre, La Llanada. SMAC_086, JBB: HCCA012.

***Begonia* sp. nov. 2**

Herbácea terrestre, Pescaderito, HUA: SMAC_114

BLECHNACEAE***Blechnum cordatum* (Desv.) Hierón.**

Helecho herbáceo epífita, helecho herbáceo terrestre, Nativo, NE, Santacruz. HUA: SMAC_056, JBB: HCCA110.

***Blechnum fragile* (Liebm.) CV Morton & Lellinger**

DIFERENCIAS FLORÍSTICAS POR HÁBITOS DE CRECIMIENTO

Helecho herbáceo epífita,
Nativo, NE, Santacruz. HUA:
SMAC_064, JBB: HCCA092.

CALCEOLARIACEAE

Calceolaria tripartita Ruiz & Pav.

Herbáceo terrestre, Nativa, LC,
La Llanada. JBB: HCCA013,
HCCA014.

CAMPANULACEAE

Siphocampylus schlimianus Planch.

Escandente herbácea, Nativa,
NT, VU, Santacruz. JBB:
HCCA015.

CHLORANTHACEAE

Hedyosmum racemosum (Ruiz & Pav.)
G. Don

Árbol, arbusto, Nativa, LC,
Santacruz.

CLETHRACEAE

Clethra fimbriata Kunth

Arbusto, Nativa, LC, La
Llanada. HUA: SMAC_160,
JBB: HCCA018.

CLUSIACEAE

Clusia hachensis Cuatrec.

Árbol, Nativa (endémica), VU,
La Llanada, Pescaderito.

COMMELINACEAE

Callisia gracilis (Kunth) DR Hunt

Herbacea terrestre, Nativa, LC,
La Llanada. HUA: SMAC_006.

CRASSULACEAE

Echeveria ballsii E. Walther

Herbácea terrestre, Nativa
endémica, NE, La Llanada. JBB:
HCCA019.

CYATHEACEAE

Cyathea sp. nov.

Palma arbórea, Santacruz. JBB:
HCCA129

DICKSONIACEAE

Dicksonia karsteniana (Klotzsch) T.
Moore

Helecho arbóreo, Nativo, NE,
CITES apéndice II, Santacruz.
HUA: HCCA091.

Lophosoria quadripinnata (JF Gmel.)
C. Chr.

Helecho herbáceo terrestre,
Nativo, NE, Pescaderito,
Santacruz. HUA: SMAC014,
JBB: HCCA112, HCCA113.

DRYOPTERIDACEAE

Dryopteris wallichiana (Spreng.) Hyl.

Helecho herbáceo terrestre,
Nativo, NE, Santacruz, JBB:
HCCA125.

Elaphoglossum ciliatum (C. Presl) T.
Moore

Helecho herbáceo terrestre,
Nativo, NE, Santacruz. HUA:
SMAC_038.

Elaphoglossum cuspidatum (Willd.) T.
Moore

Helecho herbáceo epífita,
Helecho herbáceo terrestre,
Nativo, NE, La Llanada,
Pescaderito, Santacruz, HUA:
SMAC_005, SMAC_020, JBB:
HCCA017, HCCA018.

Elaphoglossum erinaceum (Fee) T.
Moore

Helecho herbáceo terrestre,
Nativo, NE, Santacruz, JBB:
HCCA114.

Elaphoglossum gayanum (Fee) T.
Moore

DIFERENCIAS FLORÍSTICAS POR HÁBITOS DE CRECIMIENTO

Helecho herbáceo epífito,
Helecho herbáceo terrestre,
Nativo, NE, Santacruz. HUA:
SMAC_039

Elaphoglossum lehmannianum, Christ

Helecho herbáceo epífito,
Helecho herbáceo terrestre,
Nativo, NE, La Llanada,
Pescaderito, HUA: SMAC_038,
JBB: HCCA115.

Elaphoglossum notatum (Fée) T. Moore

Helecho herbáceo terrestre,
Nativo, NE, Pescaderito. HUA:
SMAC_021

Elaphoglossum squamipes (Hook.) T. Moore

Helecho herbáceo epífito,
Helecho herbáceo terrestre,
Nativo, NE, Pescaderito,
Santacruz, HUA: SMAC_024,
JBB: HCCA095

ERICACEAE

Bejaria resinosa Mutis ex L. f.

Arbusto, Nativa, LC, Santacruz,
HUA: SMAC_133.

Disterigma acuminatum (Kunth) Nied.

Arbusto, Nativo, NE, Santacruz,
HUA: SMAC_036

Disterigma alaternoides (Kunth) Nied.

Escandente leñoso, Arbusto,
Nativo, LC La Llanada,
Pescaderito, Santacruz, HUA:
SMAC_001, SMAC_035, JBB:
HCCA021.

Gaultheria buxifolia Willd.

Escandente leñoso, Arbusto,
Nativo, NE, Pescaderito HUA:
SAMC_011, JBB: HCCA022.

Gaultheria erecta Vent.

Arbusto, Nativa, LC, Pescaderito
HUA: SMAC_016.

Gaylussacia buxifolia Kunth

Arbusto, Nativa, NE, Santacruz,
HUA: SMAC_132

Pernettya prostrata (Cav.) DC.

Arbusto, Nativa, LC,
Pescaderito, Santacruz HUA:
SMAC_033, SMAC_134, JBB:
HCCA025.

Thibaudia floribunda Kunth

Arbusto, Nativa, LC,
Pescaderito, Santacruz, HUA:
SMAC_017, SMAC_043, JBB:
HCCA026, HCCA027

FAGACEAE

Quercus humboldtii Bonpl.

Árbol, Nativa y cultivada, LC, La
Llanada, Pescaderito, Santacruz,
JBB: HCCA029.

GENTIANACEAE

Symbolanthus anomalus (Kunth) Gilg

Arbusto, Nativa, NE, La Llanada,
HUA: SMAC_090, JBB:
HCCA30.

GESNERIACEAE

Besleria formosa C.V. Morton

Arbusto, Nativa, NE, Santacruz,
HUA: SMAC_146.

Columnnea strigosa Benth.

Herbácea terrestre, Nativa, NE,
La Llanada, Pescaderito, JBB:
HCCA031.

Kohleria hirsuta (Kunth) Regel

Herbácea terrestre, Nativa, NE,
La Llanada, HUA: SMAC_085,
JBB: HCCA032, HCCA 033.

HYMENOPHYLLACEAE

***Hymenophyllum polyanthos* (Sw.) Sw.**

Helecho herbáceo epífito,
 Helecho herbáceo terrestre,
 Nativa, NE, La Llanada,
 Pescaderito, HUA: SMAC_150,
 SMAC_057, JBB: HCCA096,
 HCCA 119.

HYPERICACEAE

***Hypericum gleasoni* N. Robson**

Arbusto, Nativa (Endémica), NE,
 La Llanada, HUA: SMAC_088,
 JBB: HCCA034.

LAMIACEAE

***Condea jacobi* (Fern. Alonso) Harley & J.F.B. Pastore**

Arbusto, Nativa (Endémica),
 VU, La Llanada, HUA:
 SMAC_077, JBB: HCCA035

***Salvia palifolia* Kunth**

Herbácea terrestre, Nativa, LC,
 La Llanada.

LAURACEAE

***Beilschmiedia towarensis* (Klotzsch & H. Karst. ex Meisn.) Sach. Nishida**

Árbol, Nativa, LC, Santacruz
 HUA: SMAC_051.

***Ocotea* sp. nov.**

Árbol, Santacruz, HUA:
 SMAC_073.

LOASACEAE

***Nasa triphylla* (Juss.) Weigend**

Herbácea terrestre, Nativa, NE,
 La Llanada, JBB: HCCA036.

LORANTHACEAE

***Aetanthus* sp. nov.**

Hemiparásita, Pescaderito, HUA:
 SMAC_112, JBB: HCCA132.

MELASTOMATACEAE

***Andesanthus lepidotus* (Bonpl.) PJF Guim. y Michelang.**

Árbol, Nativa, NE, Pescaderito,
 Santacruz, HUA: SMAC_105,
 JBB: HCCA037.

***Axinaea scutigera* Triana**

Arbusto, Nativa, LC, Santacruz.

***Chaetolepis microphylla* (Bonpl.) Miq.**

Herbácea terrestre, Nativa, NE,
 La Llanada, HUA: SMAC_078,
 JBB: HCCA038, HCCA 039.

***Meriania brachycera* (Naudin) H. Mend. & Fern. Alonso**

Árbol, Nativa, NE, Santacruz,
 JBB: HCCA040.

***Miconia mesmeana* Gleason**

Arbusto, Nativa, NE, La Llanada,
 Pescaderito, Santacruz, JBB:
 HCCA041, HCCA042.

***Miconia resima* Naudin**

Árbol, Nativa, VU, Santacruz,
 HUA: SMAC_067, JBB:
 HCCA043.

***Monochaetum bonplandii* (Kunth) Naudin**

Arbusto, Nativa, NE,
 Pescaderito.

***Monochaetum myrtoideum* (Bonpl.) Naudin**

Arbusto, Nativa, NE, La Llanada,
 HUA: SMAC_161, JBB:
 HCCA044.

***Monotropa uniflora* L.**

Herbácea terrestre, Nativa, NE,
 La Llanada, HUA: SMAC_096,
 JBB: HCCA023, HCCA024.

NEPHROLEPIDACEAE

***Nephrolepis pectinata* (Willd.) Schott**

DIFERENCIAS FLORÍSTICAS POR HÁBITOS DE CRECIMIENTO

Helecho herbáceo terrestre,
Nativa, NE, La Llanada, JBB:
HCCA097.

ONAGRACEAE

Fuchsia petiolaris Kunth

Arbusto, Nativa, NE,
Pescaderito, HUA: SMAC_125,
JBB: HCCA046.

ORCHIDACEAE

Epidendrum acutilobum Hágsater & Uribe Vélez

Herbácea epífita, Nativa, DD, La
Llanada, JBB: HCCA050.

Epidendrum excisum Lindl.

Herbácea epífita, Nativa, NE,
CITES II, Pescaderito, JBB:
HCCA048.

Fernandezia sanguinea (Lindl.) Garay & Dunst.

Herbácea epífita, Nativa, NE
CITES II, Santacruz, JBB:
HCCA051.

Lepanthes aquila-borussiae Rchb. F.

Herbácea epífita, Nativa, NE
CITES II, Pescaderito, JBB:
HCCA055, HCCA056

Lepanthes cocculifera Luer & R. Escobar

Herbácea epífita, Nativa
(Endémica), NE, CITES II,
Santacruz, JBB: HCCA057,
HCCA058.

Lepanthes sp. nov. 1

Herbácea epífita, Santacruz,
JBB: HCCA059, HCCA152.

Lepanthes tachirensis Foldats

Herbácea epífita, Nativa, NE,
CITES II, Pescaderito, JBB:
HCCA053, HCCA054.

Lepanthes wagneri Rchb. F.

Herbácea epífita, Nativa, NE,
CITES II, Santacruz, JBB:
HCCA052.

Maxillaria spilotantha Rchb. F.

Herbácea epífita, Nativa, NE,
CITES II, La Llanada, JBB:
HCCA060.

Myoxanthus melittanthus (Schltr.) Luer

Herbácea epífita, Nativa, NE,
CITES II, Santacruz, JBB:
HCCA061.

Otoglossum candelabrum (Linden) Jenny & Garay

Herbácea epífita, Nativa, NE,
CITES II, La Llanada, HUA:
SMAC_092, JBB: HCCA064

Pleurothallis killipii Garay

Herbácea epífita, Nativa
(Endémica), NE, CITES II,
Pescaderito, JBB: HCCA066,
HCCA067.

Pleurothallis linguifera Lindl.

Herbácea terrestre, Nativa, NE,
CITES II, Santacruz, JBB:
HCCA065.

Ponthieva parvilabris (Lindl.) Rchb. f.

Herbácea epífita, Nativa, NE,
CITES II, La Llanada, JBB:
HCCA068.

Specklinia tenax (Luer & R. Escobar) Pridgeon & M.W. Chase

Herbácea epífita, Nativa
(Endémica), NE, CITES II,
Pescaderito, JBB: HCCA069.

PAPAVERACEAE

Bocconia frutescens L.

Plántula, Nativa, LC, La Llanada.

DIFERENCIAS FLORÍSTICAS POR HÁBITOS DE CRECIMIENTO

PENTAPHYLACACEAE

Ternstroemia meridionalis Mutis ex L. f.

Árbol, Nativa, NE, Pescaderito – Santacruz.

PHYTOLACCACEAE

Phytolacca rugosa A. Braun & C.D. Bouché

Arbusto, Nativa, NE, La Llanada
HUA: SMAC_152, JBB: HCCA077.

PIPERACEAE

Peperomia acuminata Ruiz & Pav.

Herbácea terrestre, Nativa, NE, Pescaderito, Santacruz, JBB: HCCA139.

Peperomia ambiguifolia Trel. & Yunck.

Herbácea epífita, Herbácea terrestre, Nativa (Endémica), NE, La Llanada, Pescaderito, HUA: SMAC_004, SMAC_019, JBB: HCCA135, HCCA 141.

Peperomia bethaniana Trel. & Yunck.

Herbácea terrestre, Nativa (Endémica), NE, La Llanada, HUA: SMAC_005, JBB: HCCA136.

Peperomia microphyllophora Trel. & Yunck.

Herbácea terrestre, Nativa, NE, La Llanada, HUA: SMAC_008, JBB: HCCA137.

Peperomia quadrifolia (L.) Kunth

Herbácea epífita, Nativa, NE, Santacruz, HUA: SMAC_062, JBB: HCCA134.

Peperomia schultzei Trel. & Yunck.

Herbácea epífita, Nativa, NE, Pescaderito, HUA: SMAC_030 JBB: HCCA133.

Peperomia suratana Trel. & Yunck.

Herbácea terrestre, Nativa, NE, Pescaderito, HUA: SMAC_023, JBB: HCCA140.

Piper prunifolium J. Jacq.

Herbácea terrestre, Nativa, NE, Santacruz, HUA: SMAC_042, JBB: HCCA142.

Piper pervulsum var. ***Santoense*** Trel. & Yunck.

Arbusto, Nativa (Endémica), NE, La Llanada, HUA: SMAC_079, JBB: HCCA078, HCCA143.

POLYPODIACEAE

Campyloneurum angustifolium (Sw.) Fée

Helecho herbáceo terrestre, Nativa, NE, Pescaderito, JBB: HCCA100.

Niphidium albopunctatissimum Lellinger

Helecho herbáceo terrestre, Nativa, NE, Pescaderito, HUA: SMAC_116.

Pleopeltis macrocarpa (Bory ex Willd.) Kaulf.

Helecho herbáceo epífita, Nativa, NE, Santacruz, JBB: HCCA099.

Pleopeltis murora (Hook.) A.R. Sm. & Tejero

Helecho herbáceo terrestre, Nativa, NE, Pescaderito, JBB: HCCA104.

Serpocaulon fraxinifolium (Jacq.) A.R. Sm.

Helecho herbáceo terrestre, Nativa, NE, Pescaderito.

Serpocaulon levigatum (Cav.) A.R. Sm.

Helecho herbáceo terrestre,
Nativa, NE, La Llanada,
Pescaderito, Santacruz,
SMAC_119, SMAC_120,
SMAC_149, JBB: HCCA098.

***Serpocaulon loriceum* (L.) A.R. Sm.**

Helecho herbáceo epífita,
Helecho herbáceo terrestre,
Nativa, NE, Pescaderito,
Santacruz, HUA: SMAC_013,
SMAC_052, JBB: HCCA101,
HCCA102, HCCA103.

***Serpocaulon semipinnatifidum* (Fée)
A.R. Sm.**

Helecho herbáceo terrestre,
Nativa, NE, Pescaderito, JBB:
HCCA120.

***Serpocaulon sessilifolium* (Desv.) A.R.
Sm.**

Helecho herbáceo epífita,
Helecho herbáceo terrestre,
Nativa, NE, Pescaderito,
Santacruz, HUA: SMAC_032,
SMAC_060, SMAC_117.

PRIMULACEAE

***Cybianthus laurifolius* (Mez) G.
Agostini.**

Plántula, Nativa, LC, Santacruz.

***Cyrtochilum grandiflorum* (Rchb. f.)
Kraenzl.**

Herbácea epífita, Nativa, NE,
CITES II, Pescaderito, JBB:
HCCA047.

***Myrsine coriacea* (Sw.) R. Br. ex Roem.
& Schult.**

Árbol, Nativa, NE, Pescaderito,
Santacruz, HUA: SMAC_044,
JBB: HCCA079.

PROTEACEAE

***Panopsis suaveolens* Hr**

Árbol, Nativa, LC, La Llanada.

PTERIDACEAE

***Pteris propinqua*, J. Agard,**

Helecho herbáceo terrestre,
Nativa, NE, La Llanada, HUA:
SMAC_007, JBB: HCCA121,
HCCA122.

***Vittaria graminifolia* Kaulf.**

Helecho herbáceo terrestre,
Nativa, NE, La Llanada, JBB:
HCCA105, HCCA124.

ROSACEAE

***Rubus compactus* Benth.**

Herbácea terrestre, Nativa, NE,
Pescaderito.

RUBIACEAE

***Arcytophyllum setosum* (Ruiz & Pav.)
Schltdl.**

Arbusto, Nativa, NE, La Llanada,
HUA: SMAC_094.

***Nertera granadensis* (Mutis ex L. f.)
Druce**

Herbácea terrestre, Nativa, LC,
La Llanada, HUA: SMAC_100.

***Palicourea axillaris* (Sw.) Borhidi**

Herbácea terrestre, Nativa, NE,
Santacruz, HUA: SMAC_045,
JBB: HCCA084.

***Palicourea demissa* Standl.**

Árbol, Nativa, LC, Santacruz,
HUA: SMAC_065, JBB:
HCCA082.

***Palicourea psilophylla* (Steyerm.) C.M.
Taylor**

Herbácea terrestre, Nativa,
Santacruz, HUA: SMAC_059,
SMAC_144.

SAPINDACEAE

***Billia rosea* (Planch. & Linden) C. Ulloa
& P. Jørg.**

DIFERENCIAS FLORÍSTICAS POR HÁBITOS DE CRECIMIENTO

Árbol, Nativa, LC, Santacruz.

SOLANACEAE

Solanum asperolanatum Ruiz & Pav.

Árbol, Nativa, LC, Santacruz,
HUA: SMAC_145, SMAC_154,
JBB: HCCA085.

Solanum laxum Spreng.

Escandente herbácea terrestre,
Cultivada, NE, Santacruz.

URTICACEAE

Pilea dauciodora Wedd

Herbácea terrestre, Nativa, NE,
La Llanada, Pescaderito, HUA:
SMAC_155, JBB: HCCA086.

VITACEAE

Cissus obliqua Ruiz & Pav.

Escandente herbácea terrestre,
Nativa, NE, La Llanada.

Cissus trianae Planch.

Escandente leñoso, Nativa, NE,
Santacruz.