Contribución al conocimiento de la composición florística de los bosques andinos del departamento de Santander

Sara Marcela Monsalve Tapias

Trabajo de Grado para Optar el Título de Bióloga

Director
Andrés Felipe Castaño G.
Doctor en Biología Vegetal

Universidad Industrial de Santander
Facultad de Ciencias
Escuela de Biología
Bucaramanga
2021

Agradecimientos

Llegar a este punto en mi vida no hubiese sido posible sin la ayuda, paciencia y amor que me han brindado mis padres y mi hija, también le agradezco a la mejor amiga que hubiese podido pedir, Jainy, gracias por ser un apoyo incondicional. Igualmente estoy muy agradecida con mi director Andrés Felipe Castaño, quién me asesoró y no se rindió en la finalización de este documento.

Agradezco al Grupo de Estudios en Biodiversidad Gebio, por su permanente apoyo, así como al personal del Herbario UIS por el acceso a la colección.

Agradezco a la VIE y a la Escuela de Biología.

Finalmente, agradezco a la Gobernación de Santander, por impulsar el proyecto "Investigación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos para la gestión integral del territorio - descubriendo los ecosistemas estratégicos para el fortalecimiento de la gobernanza en el departamento de Santander", desarrollado en convenio con el Instituto Alexander von Humboldt y la Universidad Industrial de Santander.

Tabla de Contenido

Pág.

Introducción 9

1. Objetivos 11

1.1 Objetivo General 11

1.2 Objetivos Específicos 11

2. Competencias 12

3. Cuerpo del trabajo 13

3.1 Marco Referencial 13

3.1.1 Método 16

3.1.2 Resultados 19

4. Conclusiones 28

Referencias Bibliográficas 29

Apéndices 40

Lista de Tablas

Pág.

Tabla 1. Diversidad de familias, géneros y especies según grupos taxonómicos de la flora del departamento de Santander (Municipios Carmen de Chucurí y Santa Bárbara) …….**20**

Tabla 2. Lista de especies que se encuentran distribuidas en ambos municipios. ……..……**20**

Tabla 3. Lista de especies endémicas de Colombia reportadas para los municipios Carmen de Chucurí y Santa Bárbara, incluyendo su categoría de amenaza y novedades para los municipios……..**23**

Lista de Figuras

Pág.

Figura 1. Familias y géneros más diversos del municipio El Carmen de Chucurí……...……..**21**

Figura 2. Familias y géneros más diversos del municipio de Santa Bárbara……..**22**

Figura 3. Mapa representando la ubicación de las especies en los municipios El Carmen de Chucurí y Santa Bárbara……..…….**24**

Lista de Apéndices

Los apéndices están adjuntos y puede visualizarlos en la base de datos de la biblioteca UIS.

Resumen

Título: Contribución al conocimiento de la composición florística de los bosques andinos del departamento de Santander[*]

Autor: Sara Marcela Monsalve Tapias[**]

Palabras Clave: Andes, composición florística, Santander, Colombia, cordillera oriental.

Descripción:

Se realizó una descripción de la composición florística utilizando el material proveniente de bosques subandinos y andinos presentes en el Herbario UIS, de los municipios El Carmen de Chucurí (CC) y Santa Bárbara (SB), con el objetivo de contribuir al conocimiento de la flora del departamento de Santander y publicar los registros en el Sistema de Información sobre la Biodiversidad de Colombia (SIB). Se revisaron 871 especímenes de plantas vasculares agrupadas en 120 familias, 342 géneros y 688 morfoespecies. Las angiospermas fueron las más representativas con el 92% de los especímenes; mientras los helechos y afines representan el 8%. Las familias más diversas fueron Melastomataceae (50 especies), Rubiaceae (42 especies), Piperaceae (37 especies) y Fabaceae (34 especies). Los géneros más ricos fueron *Piper* (28 especies), *Miconia* (25 especies) y *Asplenium* (11 especies). Los hábitos más comunes fueron el arbustivo (28%) y arborescente (27.8%). Se reportan 145 nuevos registros para el departamento, de los cuales 18 son endémicos de Colombia. *Ceroxylon sasaimae* se encuentra en peligro crítico y se registran 4 especies más con categoría de amenaza importante: *Salvia rufula*, *Romeroa verticillata*, *Gustavia romeroi* y *Wettinia microcarpa*. Se encontró que las localidades poseen elementos típicos de bosques andinos y subandinos. No obstante, es de esperarse una mayor diversidad, poniendo en evidencia la importancia de continuar con los estudios de la flora regional, principalmente de los bosques subandinos y andinos, los cuales se encuentran bajo constantes presiones antropogénicas.

---

[*] Contribución al conocimiento de la composición florística de los bosques andinos del departamento de Santander.
[**] Facultad de Ciencias. Escuela de Biología. Director: Andrés Felipe Castaño. Doctor en Biología Vegetal.

Abstract

Title: Contribution to the knowledge of the floristic composition of the Andean forests of the department of Santander[*]

Author: Sara Marcela Monsalve Tapias [**]

Key Words: Andes, floristic composition, Santander, Colombia, Eastern Mountain range

Description:

Using the voucher specimens from sub-Andean and Andean forests present in the UIS Herbarium, a description of the floristic composition is presented, corresponding to the municipalities of El Carmen de Chucurí (CC) and Santa Bárbara (SB), with the aim of contributing to the knowledge of the flora of the department of Santander and to publish the records in the Colombian Biodiversity Information System (SIB). 871 specimens of vascular plants grouped into 120 families, 342 genera and 688 morpho-species were reviewed. The Angiosperms were the most representative with 92% of the specimens; while ferns and their allies represented 8%. The most diverse families were Melastomataceae (50 species), Rubiaceae (42 species), Piperaceae (37 species) and Fabaceae (34 species). The richest genera were *Piper* (28 species), *Miconia* (25 species) and *Asplenium* (11 species). The most common habits were shrubby (28%) and arborescent (27.8%). 145 new records are reported for the department, of which 18 are endemic to Colombia.
Ceroxylon sasaimae is critically endangered and 4 more species are registered with a significant threat category: *Salvia rufula*, *Romeroa verticillata*, *Gustavia romeroi* and *Wettinia microcarpa*. It was found that the localities have typical elements of Andean and sub-Andean forests. However, a greater diversity is to be expected, highlighting the importance of continuing with the floristic studies in the region, mainly of the sub-Andean and Andean forests, which are under constant anthropogenic pressure.

---

[*] Contribution to the knowledge of the floristic composition of the Andean forests of the department of Santander
[**] Science Faculty. Biology school. Director: Andrés Felipe Castaño. Doctor in Plant Biology.

Introducción

La cordillera de los Andes es considerada como una región con alta diversidad, dada su ubicación geográfica, orográfica y variables micro-climáticas (Sierra-Giraldo & Sanín, 2014). La vegetación y su composición florística son el resultado de gran variedad de factores que han interactuado a través del tiempo; parte de estos procesos adaptativos y especiación responden a los levantamientos rocosos (Brockmann, Castaños, Suarez, & Tomasi, 1972) que permitieron la supervivencia de diferentes ambientes con características únicas**,** gracias a lo cual también se concentran gran cantidad de endemismos (Alvear, Betancur, & Franco-Rosseli, 2010). La cordillera Oriental posee una longitud de 1.200 kilómetros y una superficie de 130.000 km2 que aún conserva áreas representativas con ecosistemas particulares de bosque andino (Bernal, Gradstein, & Celis, 2019).

La región andina ha sido un soporte cultural y económico para el país, lo que ha generado incremento demográfico, expansión de la frontera agrícola y ganadera. Como consecuencia de estas acciones, la destrucción de los ecosistemas naturales se ve reflejada en el empobrecimiento del suelo, el aumento de la erosión y pérdida de diversidad (Araujo-Murakami, Jørgensen, Maldonado, & Paniagua-Zambrana, 2005). Con 4841 especies de plantas registradas (Bernal, Gradstein, & Celis, 2019), el departamento de Santander alberga una de las floras más diversas del país y el mundo, sin embargo, afronta problemas serios de deforestación y mal uso del suelo. Se estima que en Colombia queda menos del 10% de los bosques andinos originales (Cavelier & Etter, 1995; Henderson, Churchill, & Luteyn, 1991; Huertas et al., 2006), lo que conlleva a la necesidad de adelantar inventarios e iniciativas hacia su conservación, respaldados en colecciones biológicas como los herbarios. Realizar estudios que propendan hacia el conocimiento de la diversidad y dinámica de los ecosistemas es de suma importancia ya que no

solo contribuyen a la preservación de especies sino a la creación de planes de manejo y recuperación de áreas degradadas (Lima, Lima, Soares, Pimentel, & Zicke, 2009). Aunque los herbarios albergan información importante, su labor e importancia tienden a ser subvaloradas. Así mismo, se estima que la flora de las regiones tropicales es una de las más pobremente colectadas (Prance, Dransfield, Beentje, & Jhons, 2000) y los herbarios reciben escaso apoyo institucional.

En el departamento de Santander los estudios sobre composición y estructura de la vegetación presentan carencias, principalmente en localidades de difícil acceso donde el muestreo no es exhaustivo; lo que, aunado a la baja representatividad de la flora en colecciones de herbario, evidencia la necesidad y urgencia por contribuir a este vacío de conocimiento. En este estudio se presenta un análisis de la composición florística en diferentes bosques andinos del departamento, usando como punto de referencia los especímenes del herbario UIS.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Estudiar la composición florística de los bosques andinos de dos localidades del departamento de Santander.

1.2 Objetivos Específicos

Contribuir al conocimiento de la composición florística de Santander.

Publicar los registros en el Sistema de Información sobre la Biodiversidad de Colombia (SIB).

2. Competencias

Procesa el material colectado por medio de los métodos convencionales utilizados para herborizar y montar especímenes del Herbario UIS.

Emplea claves taxonómicas para la determinación de las especies estudiadas.

Georreferencia los especímenes por medio de herramientas SIG (Sistemas de Información Geográfica).

Crea una base de datos Darwin Core para publicación en el Sistema de Información sobre la Biodiversidad de Colombia (SIB).

3. Cuerpo del trabajo

3.1 Marco Referencial

El bosque andino

La Convención de la Diversidad Biológica (CBD) ha creado planes estratégicos (CBD 2007, 2010) con el proposito de reducir la tasa de la pérdida de biodiversidad e incorporar la diversidad biológica en todos los ámbitos gubernamentales y sociales, también, el progama sobre la Diversidad Biológica de las Montañas desde el año 2000 hasta 2020, ha organizado múltiples reuniones (CBD, 2021), aún así, la biodiversidad continua amenazada (Ramirez-Villegas & Challinor, 2012), incluyendo explotación de los recursos naturales, pérdida y degradación del hábitat y especies invasoras (Butchart et al., 2010).

En los bosques andinos del neotrópico hay aproximadamente 45.000 especies de plantas identificadas, de las cuáles 20.000 son endémicas y muy probablemente muchas más especies (hasta un 35%) no se han descrito (Malizia et al., 2020). Los Andes tropicales son considerados una de las áreas más severamente amenzadas a nivel mundial (Jetz, Wilcove, & Dobson, 2007). En el norte de la región Andina, durante el último siglo, se ha observado que la concentración y actividad de la población humana ha estado asociada a los valles interandinos y al interior de las cordilleras, causando, entre otras amenazas: interrupción de las funciones del ecosistema (por ejemplo, la regulación del flujo de agua) (Rodriguez, Armenteras & Alumbreros, 2013). La importancia hidrológica de los ecosistemas alto-andinos proviene de la interacción de la lluvia horizontal y la vegetación de amortiguamiento (rica en epífitas) en la captación y regulación del agua dentro de su ciclo, estos procesos son fundamentales para la hidrología de las cuencas de los bosques y los ecosistemas asociados a ellos (Bosques Andinos , 2021).

Colombia fue clasificado como uno de los países más ricos del mundo en recursos hídricos, posee 36 complejos de páramo (IAvH, 2012) y 314 tipos de ecosistemas, lo cual conlleva a múltiples componentes ecológicos, climáticos y biologicos de alta complejidad (CBD, 2021); lamentablemente, estos ecosistemas estan generalmente fragmentados y mal protegidos (Armenteras, Gast, & Villareal, 2003). El 12% de los páramos del país estan ubicados en el departamento de Santander (Morales et al. 2007), hecho que ratifica la alta diversidad que posee esta región. Los estudios sobre la flora del departamento se han concentrado en los bosques de tierras bajas o subandinos como los trabajos de: Camargo, Gil & Morales (2019); Piedrahita et al. (2016); Reina et al. (2010) y en los robledales de la especie *Quercus humboldtii* Bonpl. (Ramirez, 2007; Carvajar , 2007; Muñoz Avella & Rangél C, 2014).

La flora del bosque andino

Con aproximadamente 17716 especies de plantas vasculares en la región andina, de las cuales 1823 hacen parte de las criptógamas (helechos y afines) y 16672 de las fanerógamas (espermatofitas), Colombia es considerado como uno de los paises con la flora de montaña más diversa (Bernal, Gradstein, & Celis, 2019). No obstante, es claro que aún es necesario continuar con las exploraciones botanicas en el país. A partir de los trabajos de Murillo & Harker (1990), Sanín et al. (2008), Moreno & Murillo-A, (2000), se ha documentado parte de la gran diversidad de pteridofitos de Colombia. Aunque el mayor número se encuentra en la región Andina (Murillo & Harker, 1990), dicha región es la menos estudiada para este grupo de plantas (Henderson, Churchill, & Luteyn, 1991). En los últimos años, las angiospermas de la región andina han sido foco de estudios a nivel de las tres cordilleras que conforman los Andes colombianos, siendo las cordilleras central y oriental las más estudiadas (Alvear, Betancur, & Franco-Rosseli, 2010; Galindo, Betancur & Cadena-M, 2003).

Para la región del Magdalena Medio se encuentran estudios generales sobre la flora (Piedrahita et al., 2016) y trabajos específicos como el de Mendoza et al. (2020). En el Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes (PNNSY) y zonas aledañas, se registran principalmente trabajos de grado: Suarez (2007) sobre la estructura y composición florística en el sector de Junin; y sobre los bosques de roble *Quercus humboldtii* Bonpl. (Carvajar, 2007; Ramirez, 2007); mientras que Meza (2011) estudió la diversidad de especies de monilófitos de la región y Ayala (2011) caracterizó la estructura de la cobertura boscosa. Para el municipio de Santa Bárbara, existen solo algunos trabajos que describen y documentan la presencia de especies asociadas al páramo del almorzadero como el de González & Pabón-Mora (2013), o el de Aguirre et al. (1982). Con esta información se observa que hace falta profundizar en los estudios de la flora Santandereana. Además, los ecosistemas andinos siguen siendo sometidos a presiones como la ampliación de la frontera agropecuaria, propiciando la expansión de zonas urbanas (Henderson, Churchill, & Luteyn, 1991). Lo anterior, motiva la implementación de investigaciones e iniciativas hacia la conservación de la vegetación de la región, en dónde el herbario UIS juega un papel de gran importancia como respaldo para al conocimiento de su diversidad botánica.

Los herbarios y el estudio de la flora colombiana

Los herbarios son colecciones biológicas (Bridson & Forman, 1992) en donde se procesan, ordenan y almacenan distintos grupos de plantas, siendo las más representativas las Angiospermas (Parra-O & Díaz-Piedrahita, 2016). La Asociación Colombiana de Herbarios (ACH) se creó en el año 1976 y hoy en día cuenta con 47 Herbarios registrados (Parra-O & Díaz-Piedrahita, 2016) que ejercen funciones fundamentales como fomentar la investigación científica de la flora Colombiana. Así mismo, estas colecciones sirven como base para impulsar planes

hacia la conservación de áreas y especies, y por supuesto, propiciar la divulgación científica sobre el conocimiento adquirido (Medina, 2012). De los 47 herbarios registrados, 27 (mas del 50%) albergan el 76% del total de especímenes de todos los herbarios y pertenecen a universidades públicas que dependen del presupuesto gubernamental y/o nacional. Es contradictorio que, a pesar de su importancia, ningún herbario tiene un presupuesto anual determinado (Parra-O & Díaz-Piedrahita, 2016) que propicie nuevos proyectos de investigación locales. El herbario UIS, de la Universidad Industrial de Santander, nace del "proyecto sobre estudios botánicos de la flora del departamento", propuesto por Rentería (1977), responsable del Herbario UIS en esa época; aunque solo hasta 1978 se constituyó con el fin de albergar especies botánicas del departamento y otras regiones del país. Hoy en día, la colección cuenta aproximadamente con 20000 especímenes y 3500 especies de plantas catalogadas, que han sido recoleccionados desde 1945 en el territorio nacional y otros países (Castaño, 2020)

3.1.1 Método

Área de estudio

El estudio se realizó a partir de material vegetal previamente recolectado por el personal asociado al herbario UIS en el departamento de Santander, se seleccionaron los municipios El Carmen de Chucurí y Santa Barbara por ser parte de los municipios con menos registros en las colecciones botánicas. Estos se encuentran en regiones contrastantes y aun así complementarias debido a su ubicación geográfica (Figura 3). El Carmen de Chucurí está ubicado en la zona de influencia de la cuenca media del valle del río Magdalena. Además, este municipio junto con San Vicente, Galán, El Hato y Simacota forman parte de la jurisdicción del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes (PNNSY), el cual es un componente regulador de las condiciones

hidroclimáticas, otorgando al magdalena medio alta humedad y riqueza de especies (Peña et al., 1999). Según la estación pluviométrica El Carmen (IDEAM, 2020), el municipio presenta un rango altitudinal de 0 a 3000 msnm y registra un valor medio anual de 2375 mm de precipitación y temperaturas que oscilan entre los 17 - 28°C. De acuerdo a la clasificación de Holdridge (1978), el municipio alberga zonas de vida que van desde bosque muy húmedo templado cálido hasta bosque húmedo tropical y según la clasificación de Cuatrecasas (1958) presenta bosques subandinos y andinos.

El municipio de Santa Bárbara se encuentra en la zona nor-oriental asociado al corredor de páramo ubicado en los límites de los departamentos de Santander y Norte de Santander. Se caracteriza por ser una zona de amortiguamiento del páramo, propio del bosque andino, la cual se expresa en riqueza hidrobiológica y fertilidad, siendo de gran importancia ecológica (Oficina de Planeación Municipal, 2001). Según las 6 estaciones meteorológicas localizadas en el municipio (que despliega un rango de altitudes de 1000 m a 3800 m) y sus alrededores (IDEAM, 2020), la precipitación media anual varía entre 1500 mm y 2000 mm, con una temperatura media de 10-12°C. De acuerdo a la clasificación de Holdridge (1978), Santa Barbara corresponde a la zona de vida bosque muy húmedo templado frío, y presenta bosques subandinos y andinos según Cuatrecasas (1958).

Herborización

El presente estudio incluyó especímenes catalogados en el herbario UIS, así como otros previamente recolectados aún sin catalogar. Para cada espécimen se registraron datos de localidad, coordenadas geográficas en el sistema WGS84, altitud, tipo de vegetación, colector y

número de recolección. El montaje del material vegetal se llevó a cabo siguiendo técnicas convencionales sugeridas para las colecciones de herbario (Lot & Chiang, 1986).

Determinación taxonómica

El material se determinó por comparación con la colección de referencia del Herbario UIS. Además, se emplearon policlaves (Milliken, Klitgård, & Baracat, 2009), claves taxonómicas y literatura especializada (catálogos y glosarios) como las de Gentry A. H (1993), Galeano & Bernal (2010), Rodriguez (2002), Piedrahita et al. (2016), Cardona, David & Hoyos (2010), Cardona et al. (2011), Beentje (2012) y Sousa & Zárate (1983). Adicionalmente, se consultaron herbarios virtuales como el de la Universidad Nacional de Colombia (Bernal, Gradstein, & Celis, 2019), The field museum (FMNH, 2014), Missouri Botanical Garden (Tropicos, 2018), con el fin de corroborar las determinaciones.

Para la nomenclatura de los taxones se siguió el sistema de clasificación APG IV (2016), así como la clasificación filogenética propuesta por Chase & Reveal (2009). Además, la ortografía y sinonimia de los nombres científicos y sus autores se consultó en la base de datos del Missouri Botanical Garden (W3Tropicos, 2018).

Georreferenciación

Los datos provenientes de puntos muestreados en campo se ubicaron mediante coordenadas por GPS (Sistema de posicionamiento global) en formato grados, minutos y segundos; algunos especímenes previamente catalogados en el herbario presentaban como formato grados decimales y otros carecían de coordenadas. Esta información se completó por medio de la plataforma gratuita Geonames (Wick, 2010) y se uniformaron las coordenadas

mediante el convertidor en línea PGC (Centro Geoespacial Polar) auspiciado por la Universidad de Minnesota (PGC, 2019). La información se visualizó en el software QGIS v.3.10.10 (QGIS.org, 2020) sobre cartografía obtenida en línea del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2020), con el fin de obtener la ubicación y distribución de cada uno de los registros del herbario, previo a lo cual se realizó una depuración de coordenadas redundantes con el objetivo de evitar cúmulos de puntos en el mapa generado.

Sistematización

La información asociada a los especímenes se organizó en un documento con formato Darwin Core, para su posterior publicación en el SIB Colombia (SIB Colombia, 2020).

3.1.2 Resultados

Composición florística

Se revisaron 870 especímenes de plantas vasculares pertenecientes a 120 familias, 342 géneros y 689 morfoespecies. En la Tabla 1 se observa que los Helechos y afines representan el 7,9% de las especies, mientras que las Angiospermas constituyen el 92%, siendo las de mayor riqueza dentro de este grupo las Eudicotiledóneas. Adicionalmente, se encontró que solo 11 especies están distribuidas en ambos municipios (Tabla 2). La distribución de los especímenes de acuerdo al hábito fue la siguiente: arbustivo 28%, arborescente 27.8% y herbáceo 21%, sin embargo, también se registraron otro tipo de hábitos menos frecuentes: trepador (6.7%), epífito (4.8%), terrestre (4.3%), liana (3.4%), palma (2.6%), parásito o hemi-parásito (0.4%) y hierba semiacuática (0.1%) (Apéndice A).

Tabla 1. *Diversidad de familias, géneros y especies según grupos taxonómicos en la flora del departamento de Santander (Municipios Carmen de Chucurí y Santa Bárbara)*

Grupos	**N° de Familias**	**N° de Géneros**	**N° de especies**	**N° Morfoespecies**	**N° total de especies**	**% relativo**
Helechos y afines	12	26	43	11	54	7,84
Angiospermas	108	316	414	221	635	92,16
Complejo Magnólidas	7	12	29	44	73	11.38
Monocotiledóneas	15	36	48	24	72	11,37
Eudicotiledóneas	84	265	336	153	489	77,25
Total	120	342	457	232	689	100

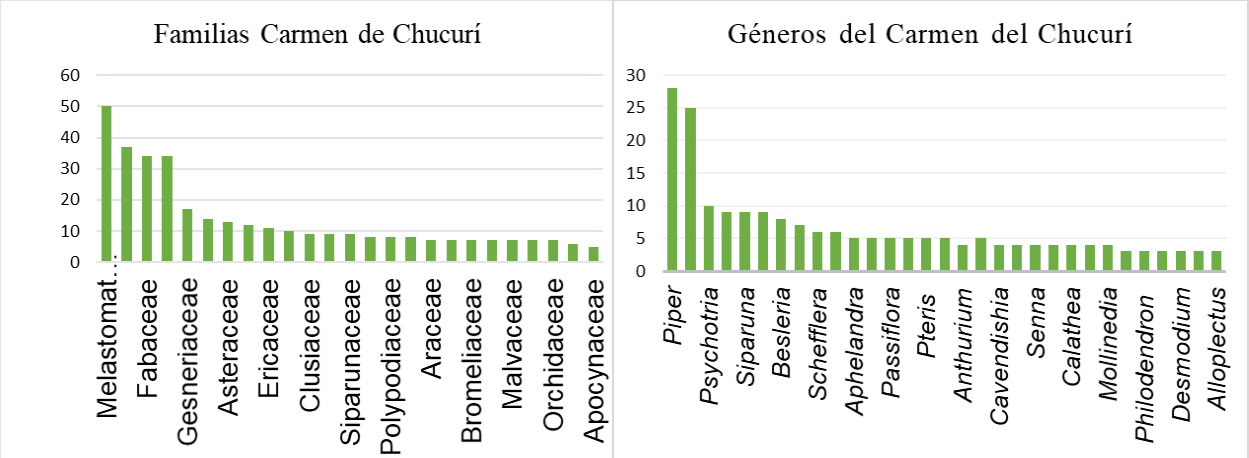
Tabla 2. *Lista de especies compartidas entre ambos municipios. Se indica la altitud del muestreo y el hábito.*

Especies	**Familia**	**CC Altitud**	**SB Altitud**	**Hábito**
Billia rosea	Sapindaceae	1780 m	2550 m	Árbol
Clidemia hirta	Melastomataceae	857 m	1900 m	Arbusto
Corynaea crassa	Balanophoraceae	1487 m	2414 m	Hierba
Elaeagia karstenii	Rubiaceae	1633 m	2414 m	Árbol
Juglans neotropica	Juglandaceae	1487 m	2498 m	Árbol
Monotropa uniflora	Ericaceae	1789 m	2566 m	Hierba
Myrsine coriacea	Primulaceae	1789 m	2566 m	Árbol
Phytolacca rivinoides	Phytolaccaceae	795 m	2414 m	Trepadora
Serpocaulon sessilifolium	Polypodiaceae	2200 m	2161 m	Epífito
Tetrorchidium rubrivenium	Euphorbiaceae	1781 m	1861 m	Arbusto
Turpinia occidentalis	Staphyleaceae	800 m	2330 m	Árbol

El Carmen de Chucurí (CC)

De este municipio se revisaron 579 especímenes, de los cuales 389 se determinaron hasta especie, 174 hasta morfoespecie y 16 quedaron indeterminados. Se registró un total de 87 familias, de las cuales las más diversas fueron Melastomataceae con 50 especies, Piperaceae con 37 especies, Rubiaceae y Fabaceae con 34 especies. En total se encontraron 254 géneros, de los cuales *Piper* con 28 especies, *Miconia* con 25 especies y *Psychotria* con 10 especies fueron los que presentaron mayor número de especies (Figura 1). Las especies más abundantes fueron *Aiphanes hirsuta* Burret y *Miconia gracilis* Triana, con 7 especímenes cada una.

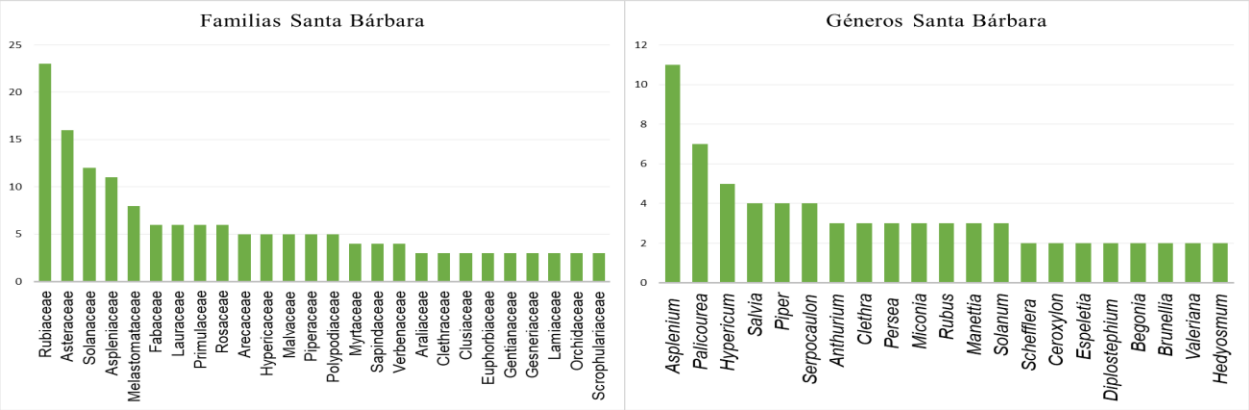
Figura 1. Familias y géneros más diversos del municipio Carmen de Chucurí.



Santa Bárbara (SB)

Para el municipio de Santa Bárbara se revisaron 291 especímenes, de los cuales 208 se determinaron hasta especie, 75 hasta morfoespecie y 8 permanecen indeterminados. Se encontraron 163 géneros repartidos en 88 familias. Las familias más diversas fueron Rubiaceae (23 especies), Asteraceae (16), Solanaceae (12) y Aspleniaceae (11) y los géneros más representativos fueron *Asplenium* con 11 especies, *Palicourea* con 7 especies e *Hypericum* con 5 especies. Las especies más abundantes fueron *Aiphanes lindeniana* (H. Wendl.) H. Wendl. con 8 especímenes y *Ceroxylon quindiuense* (Engel) H. Wendl. con 6 (Figura 2).

Figura 2. Familias y géneros más diversos del municipio de Santa Bárbara



Especies destacadas

Se encontraron 145 nuevos registros para Santander (Apéndice B). Adicionalmente se encontraron 5 especies endémicas del departamento recolectadas y catalogadas recientemente (años 2017, 2018 y 2019) en el HUIS. Según la clasificación de Cuatrecasas (1958) están distribuidas en el bosque subandino con un rango altitudinal desde los 1780 hasta los 2570

m.s.n.m: *Columnea skogii* Amaya, *Heliconia lozanoi* Abalo & G. Morales, *Polygala santanderensis* Killip & Steyerm, *Tropaeolum flavipilum* Killip y *Graffenrieda maklenkensis* H. Mend., Alvear & Almeda. Las tres primeras presentan un hábito herbáceo, *T. flavipilum* trepador y *G. maklenkensis* arbóreo.

En el apéndice B se muestra el estado de conservación para las especies; entre las más importantes se destacan 5 especies endémicas de Colombia que se encuentran altamente amenazadas. En la Tabla 3 se observa que la mayoría están distribuidas en el CC y la especie en la categoría de Peligro Crítico es una novedad para el departamento.

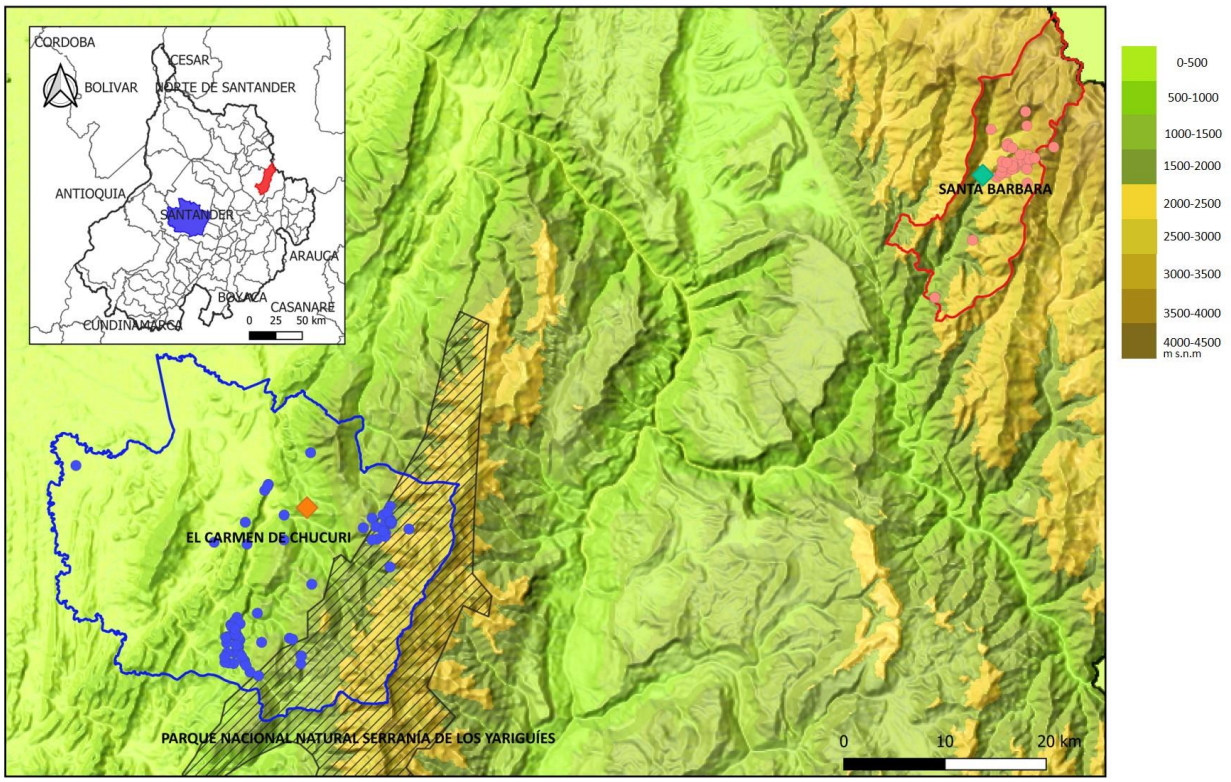
Tabla 3. *Lista de especies endémicas de Colombia reportadas para los municipios CC y SB, incluyendo su categoría de amenaza y novedades para el municipio.*

ESPECIES	ESTADO	FUENTE	MUNICIPIO	NOVEDADES	ESTATUS DE LA ESPECIE
Ceroxylon sasaimae	Peligro crítico (CR)	IUCN/Catálogo de plantas (UNAL)/Trópicos	Carmen del Chucurí	Santander	Endémica de cordillera central y oriental, restringida a Antioquia y Cundinamarca
Salvia rufula	En peligro (EN)	Catálogo de Plantas (UNAL)	Santa Bárbara		Endémica de Colombia
Romeroa verticillata	En peligro (EN)	IUCN	Carmen del Chucurí		Endémica del valle del Magdalena, restringida a Boyacá y Santander
Gustavia romeroi	En Peligro (EN)	Catálogo de Plantas (UNAL)	Carmen del Chucurí		Endémica del valle del Magdalena, restringida a Antioquia y Santander
Wettinia microcarpa	Vulnerable (VU)	Catálogo de plantas (UNAL)	Carmen del Chucurí		Endémica de la cordillera oriental, restringida a Santander y Norte de Santander

Georreferenciación

Se encontraron 116 especímenes (13.3%) sin georreferenciar, 96 pertenecientes al municipio El Carmen de Chucurí y 20 del municipio Santa Bárbara. Se logró georreferenciar el total de los especímenes y con esta información se generó un mapa en la plataforma QGIS (Figura 3).

Figura 3. Especímenes georreferenciados correspondientes a los municipios Carmen del Chucurí y Santa Bárbara en el departamento de Santander



3.1.2.1 Discusión.

Composición florística

La composición florística descrita para las localidades es típica de bosques andinos, la cual según Gentry A (1982), posee elementos frecuentes como las familias Melastomataceae, Rubiaceae, Asteraceae y Lauraceae. A pesar de los reportes precendentes de lauráceas en la cordillera oriental y bosques subandinos y andinos (Cadena, Ardila & Escalante (2007); Gentry A. (1982); Medina et al. (2010); Reina et al. (2010); Ayala, (2011)), ubicandola dentro de las tres familias con mayor representatividad en la cordillera oriental, esta familia no se ubica entre las mas importantes en el presente estudio. Se registraron 11 especímenes agrupados en los géneros *Nectandra, Ocotea* y *Persea*, típicos de bosque subandino en altitudes entre 700 - 2500 msnm (Chacón de Rieger & Fournier, 1987). La escasa representatividad de esta familia se puede deber a que la familia Lauraceae es típica de bosques que se encuentran en un estado intermedio o avanzado de una sucesión ecológica secundaria (Schuhli et al., 2020), los cuales son más distantes y por lo tanto, difíciles de incluir en inventarios.

Para el CC las familias Melastomataceae, Piperaceae y Rubiaceae presentaron mayor riqueza en cuanto a número de especies. Estos grupos son diversos en los ecosistemas andinos ya que proveen sustrato para la supervivencia de otros organismos, además, se encuentran en bosques secundarios o son pioneros en la sucesión ecológica (García , Suárez , & Daza , 2010).
Al comparar esta información con otros estudios, se observa que los sitios estudiados poseen elementos característicos de bosques subandinos de la cordillera oriental, por ejemplo, Camargo, Gil, & Morales (2019) identifican las mismas tres familias como las más ricas en un bosque subandino en el municipio de Bolivar del departamento de Santander. Medina et al. (2010), realizaron un estudio en la Cuchilla el Fara (altitud desde 1700 a 2650m) en la cordillera oriental

del departamento (zona que hace parte del Corredor Biológico Guantivá – La Rusia – Iguaque), dónde reportaron las familias Melastomataceae y Rubiaceae con la riqueza de especies más alta, lo que concuerda con este trabajo y con lo descrito por Cadena, Ardila & Escalante (2007); Sin embargo, presentan la familia Lauraceae y Asteraceae como las siguientes de mayor riqueza, información no reportada para el CC, pero si para el municipio de SB, en el cual se observó la familia Asteraceae seguida de Rubiaceae como la más rica del sitio. La familia Solanaceae también se ubicó dentro de las más ricas para este municipio, esto coincide con Reina et al. (2010) y con un estudio de la familia en la ramificación oriental de la cordillera oriental Colombiana en los andes Venezolanos (Benites, 1997).

Entre las regiones incluidas solo se comparten 11 especies (Tabla 2), las cuales son nativas de América Latina y se encuentran ampliamente distribuidas en los Andes (Bernal, Gradstein, & Celis, 2019). Estas diferencias en la composición florística, se han documentado en trabajos precedentes (Galindo-T, Betancur, & Cadena-M, 2003), y posiblemente se explican a partir de las características climáticas y a los biomas a los que se encuentra asociada cada región, consecuentes de la transformación de los bosques por acciones antropogénicas y el cambio climático, el cual afecta en general a los paisajes andinos (Francou, 2013). Fadrique et al. (2018) afirman que en las comunidades vegetales de los bosques andinos se está presentando termofilización y un cambio direccional en la composición, potencialmente como respuesta al cambio climatico y al aumento de la temperatura y no debido a algún evento o episodio climático aislado. Freelay et al. (2011), Duque, Stevenson, & Feeley (2015) y Duque et al. (2021) concuerdan con lo anteriormente mencionado, sin embargo, afirman que se ha creado un mosaico heterogéneo con diferentes niveles de perturbación causado por acciones humanas y la inestabilidad de los terrenos montañosos, además, plantean que las diferencias en la composición

pueden variar según la elevación, las diferencias en las tasas de calentamiento de las comunidades vegetales, la aparición de ecotonos o la influencia de factores distintos a la temperatura, a pesar de que sí se evidencia una termofilización generalizada. También parece haber de por medio un impedimento biogeográfico, según Cuesta et al., (2017) la distancia geográfica juega un papel importante. En su estudio se comparte el 37% de los géneros en los sitios de Páramo y Puna en los Andes tropicales. En este trabajo se comparte el 19% de la composición florística a nivel de género, de los bosques sub andinos y andinos del CC (250 m a 2426 msnm) y SB (1900 m a 3719 msnm). Los géneros *Piper* con 28 especies, *Miconia* con 25 especies y *Psychotria* con 10 especies son los más representativos del departamento, información que corresponde con Camargo, Gil, & Morales (2019) y Reina et al. (2010) para bosques subandinos y andinos.

Por otro lado, entre las Pteridofitas (7.9% de los especímenes estudiados), las familias Polypodiaceae con 13 especies y Aspleniaceae con 11 especies son las más ricas del departamento, esto coincide con lo encontrado por Franco-Rosseli, Betancur, & Fernández-Alonso (1997) en otra región de los andes en Colombia. Los helechos y afines se encuentran ampliamente distribuidos concentrandose en la región andina (Triana-Moreno & Murillo, 2005). Esta afirmación se demuestra en el trabajo de Kessler (2001), en los bosques montanos de Bolivia, donde reportan un total de 755 especies, con aproximadamente 40 especies por sitio. En este trabajo se documentan 55 especies en total (CC y SB), lo cuál no está lejos de lo que se espera para un bosque Andino, sin embargo, hace falta ampliar el conocimiento sobre este grupo de plantas en los bosques andinos de Colombia. La alta riqueza de especies de helechos y afines se debe a factores climáticos, suelos bien nutridos y multiples formas de crecimiento (epífitas, hemiepífitas y terrestres) que favorecen su desarrollo (Krömer et al. 2013).

4. Conclusiones

Los bosques estudiados presentan una composición florística típica de bosques andinos de la cordillera oriental.

Los municipios El Carmen de Chucurí y Santa Bárbara presentan una composición florística similar a nivel de familias y géneros, sin embargo, comparten un porcentaje mínimo a nivel de especie.

Se destacan 145 nuevos registros de especies para Santander, lo que resalta la importancia de los estudios centrados en la flora del departamento, principalmente de los bosques andinos, los cuales se encuentran bajo constantes presiones antropogénicas y en pocas regiones hacen parte de áreas protegidas.

Referencias Bibliográficas

Aguirre-C, J., Rangel-CH, O., Cleef, A., & Hooghiemstra, H. (1982). *Colobanthus quitensis* (H.B.K) BARTL. (Cariophylaceae) en los Andes Colombianos. *Caldasia*, 13 (63): 367-377.

Alvear, M., Betancur, J., & Franco-Rosseli, P. (2010). Diversidad y estructura de remanentes de bosque andino en la zona de amortiguación del Parque Nacional Natural Los Nevados, Cordillera Central Colombiana. *Caldasia*, 32(1):39-63.

APG, IV. (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181: 1-20.

Araujo-Murakami, A., Jørgensen, P., Maldonado, C., & Paniagua-Zambrana, N. (2005). Composición florística y estructura del bosque de ceja de monte en Yungas, sector de Tambo Quemado- Pelechuco, Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 40(3): 325-338.

Armenteras, D., Gast, F., & Villareal, H. (2003). Andean forest fragmentation and the representativeness of protected natural areas in the eastern Andes, Colombia. *Biological Conservation* , 113: 245–256.

Ayala, L. (2011). *Caracterización estructural y estimación de biomasa aérea de las principales coberturas boscosas en el Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes, Santander-Colombia* . Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.

Beentje, H. (2012). The Kew, plant glossary. an illustrated dictionary of plant terms. *Kew publishing. Kew.*

Benites , C. E. (1997). Diversidad de las Solanaceae en los Andes de Venezuela. *Acta Botánica Venezuélica*, 20: 81-92.

Bernal, R., Gradstein, R., & Celis, M. (2019). *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia*. Obtenido de Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia: http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co/es/

Bosques Andinos. (2021). *Bosques Andinos, manejo sostenible de paisajes de montaña frente al cambio climático*. Obtenido de http://www.bosquesandinos.org

Bridson , D., & Forman, L. (1992). *(eds.). The herbarium handbook. The board of trustees of the Royal Botanic Gardens.* UK: Kew.

Brockmann, C., Castaños, A., Suarez, R., & Tomasi, P. (1972). Estudio geológico de la Cordillera oriental de los Andes en la zona central de Bolivia (region del Chapare). *Boletin - Sociedad Geologica Boliviana*, 18: 3-36.

Butchart, S., Walpole, M., Collen, B., van Strien, A., Scharlemann, J., Almond, R., . . . Watson, R. (2010). Global Biodiversity: Indicators of Recent Declines. *Science*, 328: 1164-1168.

Cadena, J., Ardila , W., & Escalante, E. (2007). Diversidad florística de un bosque subandino aledaño al Área Natural Única los Estoraques, Municipio la Playa de Belén, Norte de Santander. *Actualidades Biológicas*, 29 (Supl. 1): 85-342.

Camargo, N., Gil, P., & Morales , M. E. (2019). Vegetación de un bosque subandino en Bolívar, Santander-Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 67(4): 989-998.

Cardona, F., Higuita, H., Gomez, S., & Roldán, F. (2011). *Flora de embalses, Centrales hidroeléctricas de ISAGEN en el oriente Antioqueño, San Carlos, Jaguas y Calderas.* Medellin: Universidad de Antioquia.

Cardona, F., Hoyos, S., & David, H. (2010). Flora de la Miel, Central hidroeléctrica MIEL I - oriente de caldas. *Medellin: ISAGEN.*

Carvajar , F. (2007). *Estructura y composición florística de un bosque de Roble Quercus humboldtii Bonpl. en la reserva natural "el páramo, la Floresta", Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes, Santander, Colombia.* Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.

Castaño, F. (2020). *Herbario de la Universidad Industrial de Santander v3.6.* Obtenido de Dataset/Occurrence: https://doi.org/10.15472/mpp02q

Cavelier, J., & Etter, A. (1995). Deforestation of Montane Forests in Colombia as a result of illegal Plantations of Opium (Papaver somniferum). En B. H. Churchill S., *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests. Ed 1, Cap 10* (págs. 541-549). The New York Botanical Garden.

CBD. (2007). *Cross -Roads of Life on Earth- Exploring means to meet the 2010 Biodiversity Target. Solution- oriented scenarios for Global Biodiversity Outlook 2, Montreal, Canada.* Obtenido de Convention on Biological Diversity: https://www.cbd.int/

CBD. (2010). *Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020, incluidas las Metas de Aichi para la Diversidad Biológica.* Nagoya, Japón.

CBD. (2021). *Convention on Biological Diversity*. Obtenido de https://www.cbd.int/mountain/meetings.shtml

Chacón de Rieger, I., & Fournier, L. (1987). Distribución del género Nectandra (Lauraceae) en Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, 35(1): 155-157.

Chase, M. W., & Reveal, J. L. (2009). A Phylogenetic classification of the land plants to accompany APGIII. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161: 122-127.

Cuatrecasas, J. (1958). Aspectos de la vegetación natural de Colombia. *Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Fisicas y Naturales*, 10 (40): 221-264.

Cuesta , F., Muriel, P., Llambí , L., Halloy, S., Aguirre, N., Beck, S., . . . Gosling, W. (2017). Latitudinal and altitudinal patterns of plant community diversity on mountain summits across the tropical Andes. *Ecography*, 40: 1381–1394.

Davidse, G., & Sousa, M. (1995). *Flora Mesoamericana* . México: Missouri Botanical Garden, Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Dransfield, J. (1986). A guide to collecting palms. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 73: 166-176.

Duque, A., Peña, M., Cuesta , F., Gonzáles , S., Kennedy, P., Phillips, O., . . . Feeley, K. (2021). Mature Andean forests as globally important carbon sinks and future carbon refuges. *Nature Communications*, 12: 12-21.

Duque, A., Stevenson, P., & Feeley, K. (2015). Thermophilization of adult and juvenile tree communities in the northern tropical Andes. *Proc Natl Acad Sci*, 112: 10744–10749.

Fadrique, B., Báez, S., Dúque , A., Malizia, A., Blundo, C., Carilla, J., . . . Feeley, K. (2018). Widespread but heterogeneous responses of Andean forests to climate change. *Nature*, 564: 207-212.

Ferrer-Pereira, H. (2012). Aportes al conocimiento taxonómico del género Persea (Lauraceae) en Venezuela. *Hoehnea*, 39(3): 435-478.

FMNH. (2014). *Field Museum of Natural History (Botanica).* Obtenido de https://www.fieldmuseum.org/science/research/area/plants-fungi

Franco-Rosseli, P., Betancur, J., & Fernández-Alonso, J. (1997). Diversidad florística en dos bosques subandinos del sur de Colombia. *Caldasia*, 19(1-2): 205-234.

Francou, B. (2013). El rápido retroceso de los glaciares en los Andes tropicales: un desafío para el estudio de la dinámica de los ecosistemas de alta montaña. *Ecología en Bolivia*, 48(2):69-71.

Freelay, K., Silman, M., Bush, M., Farfan , W., Garcia, K., Malhi, Y., . . . Saatchi, S. (2011). Upslope migration of Andean trees. *Journal of Biogeography*, 38 (4): 783-791.

Galeano, G., & Bernal, R. (2010). *Palmas de Colombia: guía de campo.* Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Galindo-T, R., Betancur, J., & Cadena-M, 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.

García , C., Suárez , C., & Daza , M. (2010). Estructura y diversidad florística de dos bosques naturales (Buenos Aires, Dpto Cauca, Colombia). *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 8 (1): 74-82.

Gentry , A. H. (1993). A field guide to the families and genera of woody plants of Northwest South America (Colombia, Ecuador, Peru) with supplentary notes on herbaceus taxa. Chicago : Estados Unidos: The University of Chicago Press.

Gentry, A. (1982). Neotropical Floristic Diversity: Phytogeographical Connections Between Central and South America, Pleistocene Climatic Fluctuations, or an Accident of the Andean Orogeny? *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 69 (3): 557-593.

Gentry, A. H. (1995). Patterns of diversity and floristic composition in Neotropical montane forests. En H. B. S.P. Churchill, *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forest* (págs. 103-126). Nueva York: New York Botanical Garden.

González, F., & Pabón-Mora, N. (2013). Una especie nueva de *Castilleja* (Orobanchaceae) de los páramos de la cordillera oriental de Colombia, con comentarios acerca de su asociación con *Plantago rigida* (Plantaginaceae). *Caldasia*, 35 (2): 261-272.

Henderson, A., Churchill, S. P., & Luteyn, J. (1991). Neotropical Plant Diversity. *Nature*, 351: 21–22 .

Holdridge, L. R. (1978). *Ecología basada en zonas de vida.* San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Ciencias Agricolas .

Huertas, B., Donegan, T., Arias, J. J., Avendaño, J., Montealegre, D., Rios, C., & Villanueva, D. (2006). *Proyecto YARÉ: Investigación y Evaluación de las Especies Amenazadas de la Serranía de los Yariguíes, Santander, Colombia.* Colombian EBA Project Report Series 7: 164.

IAvH. (2012). *Cartografía de Páramos de Colombia Esc. 1:100.000. Proyecto: Actualización del Atlas de Páramos de Colombia.Convenio Interadministrativo de Asociación 11-103.* Bogotá D.C. Colombia: Instituto Humboldt y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

IDEAM. (2020). *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.* Obtenido de http://www.ideam.gov.co/.

IGAC. (2020). *Instituto Geografico Agustin Codazzi.* Obtenido de https://www.igac.gov.co

Instituto de Ciencias Naturales, F. d. (2004 y continuamente actualizado). Obtenido de http://www.biovirtual.unal.edu.co

Jetz, W., Wilcove, D., & Dobson, A. (2007). Projected Impacts of Climate and Land-Use Change on the Global Diversity of Birds. *Plos Biology*, 5 (6): e157.

Kessler, M. (2001). Pteridophyte species richness in Andean forests in Bolivia. *Biodiversity and Conservation*, 10(9): 1473-1495.

Krömer, T., Acebey, A., Kluge, J., & Kessler, M. (2013). Effects of altitude and climate in determining elevational plant species richness patterns: a case study from Los Tuxtlas, Mexico. *Flora - Morphology Distribution Functional Ecology of Plants*, 208 (3):197-210.

Lima, L., Lima, P., Soares, J., Pimentel, R., & Zicke, C. (2009). Diversidade de macrófitas aquáticas no estado de Pernambuco: levantamento em herbário. *Revista de Geografía*, 26 (3): 307-319.

Lot, A., & Chiang, F. (1986). Manual de Herbario: Administración y manejo de colecciones, técnicas y preparación de ejemplares botánicos . México D.F: México: Consejo nacional de flora de México, AC.

Malizia, A., Blundo, C., Carilla, J., Osinaga-Acosta, O., Cuesta, F., Duque, A., . . . Young, K. (2020). Elevation and latitude drives structure and tree species composition in Andean forests: Results from a large-scale plot network. *Plos one*, 15(4): e0231553.

Medina, C. (2012). *Asociación Colombiana de Herbarios* . Obtenido de Instituto A.V Humboldt: http://www.recibio.net/wp-content/uploads/2012/02/ACH-CM.pdf

Medina, R., Reina, M., Herrera , E., Ávila, F., Chaparro , O., & Cortés, R. (2010). Catálogo preliminar de la flora váscular de los bosques subandinos de la cuchilla el fara (Santander-Colombia). *Colombia Forestal*, 13 (1): 55-85.

Mendoza, H., Celis, A., Tovar, E., & González , M. (2020). Lintersemina (Rubiaceae: Condamineeae), a new and enigmatic genus from the Magdalena Medio Region of Colombia. *Phytotaxa*, 451 (1): 1–20.

Meza, J. (2011). *Análisis de la diversidad de especies de monilófitos terrestres en diferentes coverturas vegetales del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes (Santander, Colombia)* . Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.

Mickel, J., & Beitel, J. (1988). Pteridophyte, Flora of Oaxaca, México. *Memoirs of The New York Botanical Garden*, 46:1-568.

Milliken, W., Klitgård, B., & Baracat, A. (2009). Neotropikey - Interactive key and information resources for flowering plants of the Neotropics. *Obtenido de The Kew : www.kew.org/neotropikey*.

Missouri Botanical Garden. (2018). *Obtenido de http://www.missouribotanicalgarden.org/plant-science/plant-science/world- flora-online.aspx*.

Morales, M., Otero, J., Hammen, T., Torres, A., Cadena, C., Pedraza , C., . . . Cárdenas, L. (2007). Átlas de Páramos de Colombia. Bogotá D.C: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos.

Moreno, R., & Murillo-A, J. (2000). Pteridófitos de Colombia III. Los Pteridófitos de la Región de Araracuara (Amazonía Colombiana). *Biota Colombiana*, 1 (2): 217-223.

Muñoz Avella, A., & Rangél C, J. (2014). Tipos de bosques de roble (*Quercus humboldtii*) en el corredor Guantiva-La Rusia-Iguaque (Santander-Boyacá, Colombia): su conservación y uso sostenible. *Colombia Forestal*, 17 (1): 100-116.

Murillo, M. T., & Harker, M. A. (1990). *Helechos y Plantas afines de Colombia*. Bogotá, Colombia: Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

Oficina de Planeación Municipal . (2001). Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio de Santa Bárbara-Santander.

Parra-O, C., & Díaz-Piedrahita, S. (2016). *Herbarios y Jardines Botánicos: Testimonios de nuestra Biodiversidad.* Bogotá, Colombia: Jardín Botanico José Celestino Mutis, Universidad Nacional de Colombia.

Peña, C., Gómez, P., López, J., Chamarrabi, N., Castellanos, C., Hernández, R., & Centeno, G. (1999). *Esquema de Ordenamiento Territorial El Carmen de Chucurí.*

PGC. (2019). *The Polar Geospatial Center*. Obtenido de https://www.pgc.umn.edu/

Piedrahita, Á., Urrea, L., Roldán, F., & Naranjo, F. (2016). *Flora del Magdalena Medio, áreas de influencia de la Central término Termocentro.* Medellin, Colombia: ISAGEN, Universidad de Antioquia, Herbario Universidad de Antioquia.

Prance, G., Dransfield, J., Beentje, H., & Jhons, R. (2000). The Tropical Flora Remains Undercollected. *Annals of the Missouri Botanical Garden* , 87: 67-71.

QGIS. (2020). *Geographic Information System. QGIS Association*. Obtenido de http://www.qgis.org

Ramirez, F. (2007). *Estructura y riqueza de la vegetación de un Robledal en el Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes (Santander) y comparación con otros robledales de Santander y Norte de Santander (Colombia).* Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.

Ramirez-Villegas, J., & Challinor , A. (2012). Assessing relevant climate data for agricultural applications. *Agricultural and Forest Meteorology*, 161: 26-45.

Reina, M., Medina , R., Ávila , F., Ángel , S., & Cortés , R. (2010). Catálogo preliminar de la Flora vascular de los bosques Subandinos de la Reserva Biológica Cachalú Santander, Colombia. *Revista Colombia Forestal,* 13 (1): 27-54.

Rentería, E. (1977). Contribución al estudio de la flora del Santander del Sur. *Actualidades Biológicas,* 6(21), 70-79.

Rodriguez, E., Armenteras , P., & Alumbreros. (2013). Land use and land cover change in the Colombian Andes: dynamics and future scenarios. *Journal of Land Use Science*, 8: 154-174.

Rodriguez, W. (2002). *Helechos, licopodios, selaginelas y equisetos del parque regional Arví.* Medellin: Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia.

Sanín, D., Álvarez, L., Mancera, J., Castaño, N., & González, G. (2008). Monilofitos y licofitos de la cuenca del río Chinchiná (Caldas, Colombia). Clave para géneros y catálogo de las especies. *Rev. Acad. Colomb. Cienc,* 32(124): 331-352.

Schuhli, W., do Amaral Machado, S., Libanio , A., Costa Cysneiros, V., & Alves da Silva, S. (2020). Influence of the Lauraceae family on the dynamics of a mixed ombrophilous forest remnant. *Floresta*, 51 (1): 164-173.

SIB Colombia. (2020). *Sistema de Información sobre la Biodiversidad de Colombia*. Obtenido de https://sibcolombia.net/

Sierra-Giraldo, & Sanín , D. (2014). Aráceas de un bosque premontano en la Cordillera Central de Colombia. *Boletín Científico Museo de Historia Natural*, 18 (2): 17-27.

Smith, L. B. (1971). Notes on Bromeliaceae, XXXII: Key to Guzmania and simulators. Apuntes sobre Bromeliaceae, XXXII: Clave para Guzmania y parecidas. *National Museum of Natural History*, 21 (2): 73-96.

Sousa, M., & Zárate, S. (1983). *Glosario para Spermatophyta, Español-Ingles. Flora Mesoamericana.* México: Missouri Botanical Garden.

Suarez, J. (2007). *Diversidad florística y estructura de una parcela permanente en un bosque andino del sector de Junin, Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes (Santander, Colombia).* Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.

Triana-Moreno, L. A., & Murillo , J. (2005). *Helechos y plantas afines de Albán (Cundinamarca): El bosque subandino y su diversidad.* Bogotá D.C: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Tropicos. (2018). *Missouri Botanical Garden.* Obtenido de http://www.tropicos.org

W3Tropicos. (2018). *Obtenido de Missouri Botanical Garden : http://www.missouribotanicalgarden.org/media/fact-pages/tropicos.aspx*.

Wick, M. (2010). *The GeoNames geographical database*. Obtenido de https://www.geonames.org/.

Apéndices

Los apéndices están adjuntos y puede visualizarlos en la base de datos de la biblioteca UIS