

Diversidad De Briófitos Riparios y Reófilos en la Cuenca Media del Cañón Del Río Chicamocha

Juan Diego Ramírez Román

Trabajo de Grado para Optar al Título de Biólogo

Director

Edgar Leonardo Linares Castillo

Biólogo

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ciencias

Escuela de Biología

Bucaramanga

2023

Dedicatoria

A Elizabeth, Juan José, y mis hermanos

Agradecimientos

A Dios por todo

A Edgar Linares del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, por sus grandes enseñanzas, financiamiento y compartir su calidad humana.

A Yelitza León Vargas exprofesora de la Universidad de los Andes de Mérida – Venezuela, por sus valiosas contribuciones para la consolidación de este trabajo y por transmitirme su entusiasmo con la briología.

A Anna Luiza Ilkiu-Borges del Museu Paraense Emilio Goeldi – MPEG, Brasil, por confirmar las determinaciones de *Lejeunea*, A Bryan Espinoza-Prieto, Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos – Perú., Elena Reiner-Drehwald de Georg-August-Universität Göttingen, Alemania, por apoyar la identificación de varios grupos de hepáticas y a Juan Carlos Villarreal Aguilar de Université Laval – Québec, Canadá, por apoyar las identificaciones de los antocerotes.

A Mario, Andrés, Felipe y los habitantes de Umpalá, Pescadero y Cepitá tanto por el acompañamiento como la hospitalidad prestada en las salidas de campo.

A Katerine, Diego, Cristhian, Adriana, por sus aportes en diferentes etapas del desarrollo de esta investigación.

A Alicia Rojas, Nelson Rodríguez, Luz Nayibe Garzón, María I. Criales, la Escuela de Biología y la Universidad Industrial de Santander por el apoyo técnico, administrativo y logístico para el desarrollo de esta investigación, permitir el uso de equipos de laboratorio y demás

A la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga que a través del Jardín Botánico Eloy Valenzuela permitió el procesamiento de herbario para las muestras.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	11
1. Objetivos	14
1.1 Objetivo General	14
1.2 Objetivos Específicos.....	14
2. Cuerpo del trabajo	15
2.1 Marco Referencial.....	15
2.1.1 Método	19
3.1.1.1 Área de estudio.	19
3.1.1.2 Muestreo.	26
3.1.1.3 Identificación taxonómica.....	29
3.1.1.4 Distribución por sustrato.....	30
2.1.2 Resultados	33
2.1.2.1 Fitogeografía de las especies de la Cuenca Media-baja del Cañón del Chicamocha	36
2.1.2.1.1 Distribución global.....	36
2.1.2.1.2 Distribución en Colombia.....	38
3.1.2.1.3 Novedades corológicas	45
3.1.2.2 Distribución por sustrato.....	47
3.1.2.2.1 Análisis de agrupamiento Jerárquico de tipos de sustratos.....	51
3.1.2.2.2 Preferencia de sustrato	57
3.1.2.2 Discusión.....	60

3. Conclusiones	66
4. Recomendaciones	67
Referencias Bibliográficas	68
Apéndices.....	77

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 <i>Sustratos a nivel general y subcategorías establecidas para los briófitos de la CMCC.</i>	31
Tabla 2 <i>Categorías de frecuencia cualitativa y número de especies</i>	33
Tabla 3 <i>Número de familias, géneros y especies para cada división de briófitos</i>	34
Tabla 4 <i>Listado de las especies observadas y discriminación del hábitat general en que se encontraron</i>	35
Tabla 5 <i>Patrones biogeográficos determinados entre las especies de la cuenca y las regiones biogeográficas de Colombia.</i>	38
Tabla 6 <i>Distribución por regiones biogeográficas de cada especie</i>	39
Tabla 7 <i>Valores de disimilitud de Simpson</i>	41
Tabla 8 <i>Valores de la fracción resultante de anidamiento de Disimilitud de Sorensen</i>	42
Tabla 9 <i>Valores de Disimilitud de Sorensen para la distribución geográfica de los briófitos de CMCC en las regiones biogeográficas de Colombia</i>	43
Tabla 10 <i>Novedades corológicas a nivel nacional.</i>	45
Tabla 11 <i>Novedades corológicas regionales y altitudinales</i>	46
Tabla 12 <i>Sustratos y especies registradas para los briófitos de la CMCC</i>	49
Tabla 13 <i>Promedio de anchura de silueta para cada una de las particiones del dendrograma de agrupamiento de sustratos</i>	53
Tabla 14 <i>Conformación de las particiones del dendrograma de agrupamiento de sustratos</i>	57
Tabla 15 <i>Resumen de los resultados del análisis de patrón multinivel</i>	57
Tabla 16 <i>Matriz de valores de asociación entre las especies y los grupos de sitios</i>	58

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 <i>Localización del área de estudio</i>	20
Figura 2 <i>Localización general de los ríos Manco, Perchiquéz y Umpalá</i>	21
Figura 3 <i>Detalle de localización de los ríos Manco y Umpalá</i>	22
Figura 4 <i>Detalle de localización del río Perchiquéz</i>	22
Figura 5 <i>Ambientes representativos del río Umpalá en el área de estudio</i>	23
Figura 6 <i>Ambientes representativos del río Manco en el área de estudio</i>	24
Figura 7 <i>Ambientes representativos del río Perchiquéz en el área de estudio</i>	25
Figura 8 <i>Establecimiento de los transectos de muestreo</i>	26
Figura 9 <i>Esquema de la metodología general de muestreo</i>	27
Figura 10 <i>Plantilla de cuantificación del área de cobertura en centímetros cuadrados</i>	28
Figura 11 <i>Número de especies por familias más representativas en el área de estudio</i>	34
Figura 12 <i>Gráfico de agrupamiento de disimilitud de Simpson</i>	41
Figura 13 <i>Gráfico de la fracción resultante de anidamiento de Disimilitud de Sorensen</i>	42
Figura 14 <i>Mapa de las regiones biogeográficas y disimilitud de Sorensen para la distribución geográfica de los briófitos de CMCC en las regiones biogeográficas de Colombia</i>	44
Figura 15 <i>Número de especies por tipos de sustratos registrados en el área de estudio</i>	48
Figura 16 <i>Agrupación jerárquica de los tipos de sustratos registrados, método UPGMA</i>	51
Figura 17 <i>Agrupación jerárquica de los tipos de sustratos registrados, método WARD</i>	52
Figura 18 <i>Agrupación jerárquica de los tipos de sustratos registrados</i>	54
Figura 19 <i>Comparación del dendrograma con el mapa de calor de distancias confenéticas</i>	55
Figura 20 <i>Dendrograma con valores de Au y Bp para los sustratos de la CMCC</i>	56

Lista de Apéndices

	pág.
Apéndice A. Catálogo comentado de los briófitos reófilos y riparios de la Cuenca Media-Baja del cañón del río Chicamocha.....	77

Resumen

Título: Diversidad de briófitos riparios y reófilos en la cuenca media del cañón del río Chicamocha.*

Autor: Juan Diego Ramírez román**

Palabras Clave: briófitos, reófilos, riparios, Cañón del Chicamocha, Colombia.

Descripción: en Colombia, la región Andina alberga la mayor riqueza de briófitos, sin embargo, las tierras bajas de los Andes, como la cuenca media del cañón del Chicamocha son las menos exploradas, por lo que su documentación es insipiente. Esta investigación aborda los briófitos reófilos y riparios de tres sectores en los ríos Umpalá, Perchiquéz y Manco, en elevaciones entre los 587 y 795m., enclavados dentro del Zonobioma Tropical Alternohígrico. Los muestreos se realizaron mediante cinco puntos de registro, en los que se establecieron tres transectos transversales de 10x2m, para un total de 15 transectos por afluente. Se registran 44 taxa en total. La brioflora se compone principalmente por elementos con distribución en América tropical (86.3%) y en menor proporción por especies de otras regiones (13.7%). Dentro de Colombia las especies muestran mayor similitud entre los Andes y la Sierra Nevada de Santa Marta. Particularmente, las familias Pottiaceae, Lejeuneaceae y Frullaniaceae son las de mayor riqueza específica, de manera similar, *Lejeunea* y *Frullania* son los géneros con más especies (4 para cada uno). Se registra por segunda vez para Colombia *Lejeunea setiloba* Spruce (Lejeuneaceae), *Lejeunea glaucescens* Gottsche (Lejeuneaceae) y *Riccia membranacea* Gottsche & Lindenb, mientras que se obtiene el tercer registro de *Phaeoceros carolinianus* (Michx.) Prosk. y por quinta vez *Tricherpodium beccarii* (Müll. Hal.) Pursell., adicionalmente se amplió el rango de distribución altitudinal para 17 taxa.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ciencias. Escuela de Biología. Director: Edgar Leonardo Linares Castillo. Biólogo.

Abstract

Title: Diversity of rheophylic and riparian bryophytes in the middle part of the basin of Chicamocha river

*** Author(s):** Juan Diego Ramírez Román**

Key Words: Bryophytes, rheophylic, riparian, basin of Chicamocha river, Colombia

Description: In Colombia, the Andean region hosts the highest richness of bryophytes, although lowlands as the middle part of the basin of Chicamocha river are understood and very little explored, so its documentation is incipient. This research addresses rheophilic and riparian bryophytes in three sectors in the Umpalá, Perchiquéz and Manco rivers, at elevations between 587 and 795m, located within the Tropical Alternohygric Zonobiome. The samplings were carried out through five registration points, in which three transversal transects of 10 x 2m were established, for a total of 15 transects per tributary. A total of 44 taxa are recorded. The bryoflora is composed mainly of elements with distribution in tropical America, and in a lesser proportion by taxa from other regions, and within Colombia the species show greater similarity with the Andes and the Sierra Nevada de Santa Marta. In particular, the families Pottiaceae, Lejeuneaceae and Frullaniaceae are the ones with the highest specific richness, similarly, *Lejeunea* and *Frullania* are the genera in which more species were recorded (4 for each one) and *Lejeunea setiloba* Spruce (Lejeuneaceae), *Lejeunea glaucescens* Gottsche (Lejeuneaceae) and *Riccia membranacea* Gottsche & Lindenb. Were recorded for the first time while there is a third record of *Phaeoceros carolinianus* (Michx.) Prosk. and for the fifth time *Tricherpodium beccarii* (Müll. Hal.) Pursell., in addition the range of altitudinal distribution was expanded for 17 taxa.

* Degree Work

** Faculty of Science. Biology School. Director: Edgar Leonardo Linares Castillo. Biologist

Introducción

Las comunidades vegetales acuáticas, respecto de la distribución y desde el punto de vista funcional, han sido interpretadas como reófilas y riparias: la vegetación reófila alcanza su máximo desarrollo asociada a aguas torrentosas, en las que el factor determinante residencial es de índole puramente mecánico, y determinado por la rapidez y violencia de la corriente acuática (Dugand, 1944; 1973), donde está influenciada por la oscilación de la inmersión estacional (van Stennis, 1981), mientras que la vegetación riparia es aquella de ribera, extra-acuática, que ocupa una estrecha franja entre ecosistemas acuáticos (lagos, arroyos, ríos, humedales, manantiales y estuarios) y terrestres, que influye directamente en el entorno de un cuerpo de agua y viceversa (Meehan *et al.*, 1977; Swanson *et al.*, 1982; Naiman *et al.*, 2005), en cuya interfase ocurren ecotonos que abarcan gradientes pronunciados de factores ambientales, procesos ecológicos y comunidades vegetales (Gregory *et al.*, 1991). Los briófitos conservan un carácter anfíbio (son poiquilohídricos) que les brinda cierta tolerancia a crecer en hábitats terrestres y acuáticos (Peñuelas, 1984), con especies que ocupan microambientes acuáticos reducidos y difícilmente delimitables (Proctor, 1982), altamente sensibles a la sequía y prácticamente libres de competencia de otros grupos vegetales (Chapin III *et al.*, 1987), al punto que forman un *continuum* desde los ambientes reófilos a los ambientes riparios y viceversa.

En Colombia, los estudios sobre briófitos acuáticos se han concentrado en la región Andina, principalmente en el páramo, con un solo trabajo por debajo de los 1000 m de altitud, en el piedemonte de los Llanos Orientales. En términos generales, en las últimas cuatro décadas, en el país se amplió el conocimiento sobre briófitos acuáticos respecto de comunidades vegetales, distribución, abundancia, diversidad y riqueza de especies y correlación con diversos factores

ambientales (temperatura, conductividad y pendiente). Los estudios de comunidades se inician con Cleef (1981), quien describió los ensambles vegetales de la cordillera Oriental, y entre ellas las comunidades vegetales acuáticas, dentro de las que los briófitos hacían parte de las comunidades de plantas vasculares o formaban comunidades propias, tanto en caños como en pantanos y turberas. Posteriormente, Linares y Churchill (1997) continúan esta tarea con el estudio de comunidades de briófitos reofílicos en Cundinamarca. A partir de allí, se realizan estudios sobre briófitos en turberas de Cundinamarca (Sánchez *et al.*, 1989) y del Tolima (Cataño *et al.*, 2014) o de caños en Boyacá (Lagos *et al.*, 2008; Álvaro-Alba *et al.*, 2019; Becerra *et al.*, 2020), Cauca (Bolaños, 2012) y Meta (Romero-Moreno, 2017).

Las montañas, colinas y valles de la cuenca del río Chicamocha fueron modeladas por las corrientes de agua, que formaron una red de drenaje dendrítica, subdendrítica y paralela de alta densidad (Ángel y Ramírez, 2015) cuyas geformas originadas en los procesos de erosión de las corrientes de los ríos, son producto de la acumulación y sedimentación de materiales de arrastre sobre las márgenes y el fondo de los cauces, a través de eventos fluviotorrenciales recientes (Servicio Geológico Colombiano, 2013).

En la cuenca del río Chicamocha, las dinámicas y cambios sucesionales de la vegetación terrestre (subxerofítica) y acuática se relacionan con fenómenos naturales y antrópicos: a nivel terrestre los deslizamientos de suelo en las laderas, las fluctuaciones en los niveles del río, el pastoreo no estabilizado de cabras y los agroecosistemas en terrazas cuaternarias (Valencia *et al.*, 2012) y a nivel acuático la alteración de la calidad del agua, la modificación del paisaje, el cambio en la dirección de los cursos de agua y el socavamiento lateral (Fonseca *et al.*, 2015). En la franja entre 580 y 800 m de altitud, el río Chicamocha recibe como tributarios a los ríos Manco, Umpalá y Perchiquéz, que en su parte baja forman amplios abanicos de desborde y cuya cuenca se

encuentra transformada por actividades antrópicas. En ellos, todavía es posible encontrar briófitos que forman comunidades vegetales constituidas por plantas reófilas y riparias, sometidas a la fuerza de la corriente del agua en época de lluvia.

Para la cuenca del río Chicamocha, se han realizado estudios sobre la vegetación en la franja de la Cuenca Media (Boyacá), sobre musgos entre 1200 y 1600 m de altitud (Mejía *et al.*, 2020) y sobre plantas en general, entre 1787 y 2232 m (Gómez *et al.*, 2020). Para el sector de este estudio, entre Cepitá y Pescadero, en la franja 500-1170 m, los estudios se circunscriben a las plantas vasculares terrestres (Albesiano, 1999), en tanto que para las comunidades de briófitos reófilos y riparios no existe ninguna información.

En consecuencia, este estudio recaba información sobre los briófitos reófilos y riparios del cañón del río Chicamocha, en la zona de drenaje de los ríos Manco, Umpalá y Perchiquéz, entre Cepitá y Pescadero, en relación con la riqueza, distribución y relaciones fitogeográficas de la flora acuática estudiada.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Determinar la diversidad de especies de briófitos riparios y reófilos con su distribución por sustrato en tres afluentes hídricos en el cañón del Chicamocha.

1.2 Objetivos Específicos

Determinar la diversidad alfa de los briófitos riparios y reófilos en tres afluentes hídricos en el cañón del Chicamocha.

Establecer la distribución por sustrato de los briófitos presentes en las riveras y cuerpos de los afluentes hídricos.

2. Cuerpo del trabajo

2.1 Marco Referencial

Briófitos es un nombre genérico para plantas caracterizadas por un ciclo de vida que presenta alternancia de generaciones haploide y diploide con un gametofito dominante (Crum, 2001), los 3 principales linajes de briófitos corresponden a las Hepáticas (Marchantiophyta), Musgos (Bryophyta) y Antocerotes (Anthocerotophyta) que difieren entre sí, en la morfología vegetativa y del esporofito.

Las hepáticas, tienen un gametofito taloso o compuesto por un tallo (caulidio) con hojas (filidios) organizadas en dos o tres filas paralelas. Su esporofito, tiene dehiscencia de las paredes de la cápsula a lo largo de cuatro (4) líneas verticales, que liberan las esporas acompañadas de eláteres. Los musgos, tienen un cuerpo vegetativo compuesto por caulidio y filidios, generalmente organizados en espiral, su esporofito produce un esporangio terminal, con cápsula que en la mayoría de los casos es cubierta por un opérculo que se cae con la madurez. En los antoceros, su gametofito es taloso, esporofito lineal, con dehiscencia a través de dos líneas longitudinales que se extienden hacia abajo, exponiendo gradualmente la masa de esporas con pseudoeláteres (Vanderpoorten & Goffinet, 2009).

En el mundo se estiman 20.000 especies de briófitos, de las cuales 13.000 corresponden a los musgos que se clasifican en la división Bryophyta (Goffinet *et al.*, 2009), de la que se cuentan 932 taxa presentes en Colombia (Churchill, 2016), correspondientes al 7.1% del estimado global; según el listado mundial de hepáticas (Marchantiophyta) y antocerotes (Anthocerotophyta), estos dos grupos incluyen aproximadamente 7500 especies (Söderström *et al.*, 2016), de las que el país

registra 704 especies de hepáticas (Gradstein y Uribe-M, 2016-b) y 13 de antocerotes (Gradstein y Uribe-M, 2016-a) que en conjunto (717 especies) equivalen al 8.24% de la riqueza.

Para el departamento de Santander se estimó una cifra de riqueza de musgos que proyectó 300 especies (Churchill y Linares, 1995), de las cuales para el año 2010, se tenían 238 registros documentados (Aguirre, 2010), posteriormente, se aumentó este número a 260 (Gil-Novoa *et al.*, 2017).

Las especies de hepáticas listadas para Colombia se contabilizaron en 704 (Gradstein y Uribe-M, 2016-b). Para el primer catálogo de hepáticas de Colombia se reportaron 62 para este departamento (Gradstein & Hekking, 1979) posteriormente, la cifra nacional se aproxima a 830 (Uribe & Gradstein, 1998); y en el marco de la realización del catálogo de plantas y líquenes de Colombia, se publica una síntesis preliminar con 95 especies para Santander (Gradstein *et al.*, 2007). Así mismo, el último catálogo nacional presenta 13 especies de antocerotes listadas en el territorio nacional (Gradstein y Uribe-M, 2016-a), a las que posteriormente se adicionan dos especies del género *Notothylas* Sull. al país (Gradstein *et al.*, 2016) y recientemente se adicionó *Anthoceros tristanianus* J.C. Villarreal, J.J.Engel & Vaña recolectado en Boyacá (Peñaloza-Bojacá *et al.*, 2020), con lo que ascienda a 16 el número de Antocerotes, sin embargo, ninguno de estos ha sido registrado para Santander.

Los primeros tratamientos a nivel nacional que recogen las especies registradas para Santander se atribuyen al *Prodromus* de musgos (Churchill y Linares, 1995), y el catálogo de hepáticas de Colombia (Uribe & Gradstein, 1998), ambos recopilan la información sobre los especímenes que han sido colectados en el territorio nacional complementando con datos ecológicos y taxonómicos, sin embargo, para antocerotes, no existe ninguna aproximación florística.

Los briófitos de hábito acuático o reófilo, tanto obligados (no toleran grandes fluctuaciones en la corriente de agua) como facultativos (estacionalmente pueden estar sumergidos o no), han sido estudiados en obras como los briófitos reófilos de un caño de montaña, del departamento de Cundinamarca (Linares y Churchill, 1997) el cual fue el primer trabajo de esta índole, precedido por el realizado en el páramo de Mamapacha en Boyacá (Lagos *et al.*, 2008), los cuales aportaron al conocimiento de las especies de tierras altas, realizándose en elevaciones superiores a los 2400 m., posteriormente se estudian los reófilos la parte alta de la quebrada Juntas y el río Cocuy del departamento del Cauca (Bolaños, 2012), se da a conocer la diversidad de briófitos en los Montes de María (Martínez *et al.*, 2016) evaluada a través de los reófilos entre los 0 y 1000m de elevación, esta vez, en el bosque seco tropical, en el caso de las llanuras, se analiza la distribución de las comunidades de reófilos como indicadores de la calidad de agua de una reserva en el municipio Villavicencio (Romero-Moreno, 2017), y recientemente se documentaron los briófitos acuáticos del río Teatinos en Boyacá entre 2.100-3.300 m. (Álvaro-Alba, 2019).

Las contribuciones al conocimiento de la brioflora de departamento de Santander se restringen a ecosistemas urbanos y andinos de altas elevaciones, dejando a un lado la composición de las formaciones secas de tierras bajas, como la región del Chicamocha, enclavada dentro del Zonobioma Tropical Alternohigró departamental (Hernández y Sánchez, 1992), Esta región requiere especial atención, por incluirse en los ecosistemas de Bosque seco tropical, considerados como uno de los más amenazados y menos estudiados del mundo, que particularmente, en Colombia ha perdido más del 90% de su extensión (Pizano y García, 2014).

Específicamente para Santander, la literatura reporta pocos documentos específicos para ésta zona, entre ellos una recopilación de la diversidad de musgos y líquenes para el área metropolitana de Bucaramanga (Benavides, 2004) y una tesis de pregrado sobre briófitos de la

Mesa de los Santos (Charry y Agudelo, 2006); una aproximación a la diversidad de briófitos en el páramo de Onzaga (Cuta y Morales, 2015), un estudio de riqueza y distribución en un bosque subandino en el municipio de Bolívar (Gil–Novoa *et al.*, 2017) y un análisis de composición de hepáticas de robledales del municipio de Santa Bárbara (Cacua-Toledo, 2018).

El estudio de los briófitos en la formación del cañón, ha recibido contribuciones recientes en la jurisdicción del departamento de Boyacá, a través de dos trabajos, el primero se enmarca en las expediciones de flora vascular y no vascular: en la Cuenca Media del río Chicamocha - Proyecto Boyacá BIO UPTC (Gómez *et al.*, 2020), abordando la subregión de la cuenca media-alta en elevaciones desde 1787 hasta 2232m y el segundo en la cuenca media-media en el enclave árido de Tipacoque, en un rango altitudinal de 1200-1600m (Mejía *et al.*, 2020), el cual enfatiza los musgos de ésta localidad.

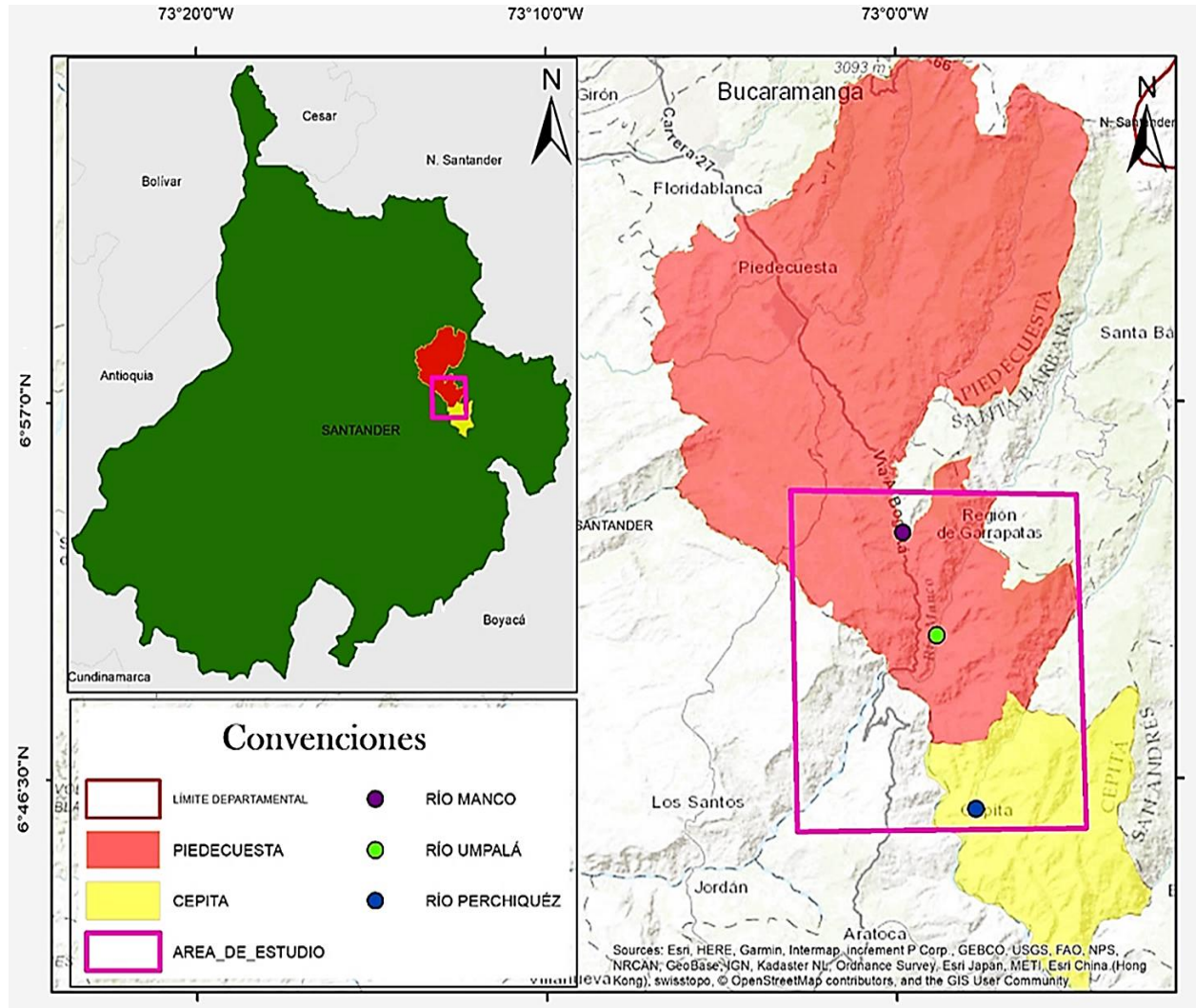
2.1.1 Método

3.1.1.1 Área de estudio.

El área de estudio comprende tres sectores del Zonobioma alternohigrico del cañón del Chicamocha, en el curso los ríos Umpalá (6°50'29.69"N, 72°58'50.57"O), Manco 6°53'21.02"N, 72°59'48.19"O) del municipio de Piedecuesta y el Perchiquéz (6°49'34.8"N, 72°59'28.1"O) del municipio de Cepitá (Figura 1); sobre la vertiente occidental de la cordillera Oriental de los Andes colombianos, en elevaciones que oscilan entre los 587 y 795m. de la franja media – baja del cañón en su extensión en el departamento de Santander, Colombia.

La región del Chicamocha se caracteriza por presentar clima isomegatérmico con temperatura media anual igual o superior a 24 °C y una prolongada sequía de hasta cinco meses, cuando los árboles dominantes se defolian, el dosel se torna grisáceo y la luz alcanza los estratos inferiores y el suelo (Hernández y Sánchez, 1992).

La distribución del régimen de lluvias es bimodal, con un monto anual de precipitaciones es de 730.8 mm y una estacionalidad marcada; la primera temporada de lluvias se da entre abril y junio, mientras que la segunda entre septiembre y octubre, en ellas recibe el 35% y 29% respectivamente, del total de precipitaciones. El período seco más largo va desde noviembre hasta marzo con el 22% de las precipitaciones del año, donde enero es el mes con menor incidencia de las lluvias, el segundo período se presenta entre julio y agosto con el 13% del total de precipitaciones (Albesiano, 1999).

Figura 1*Localización del área de estudio*

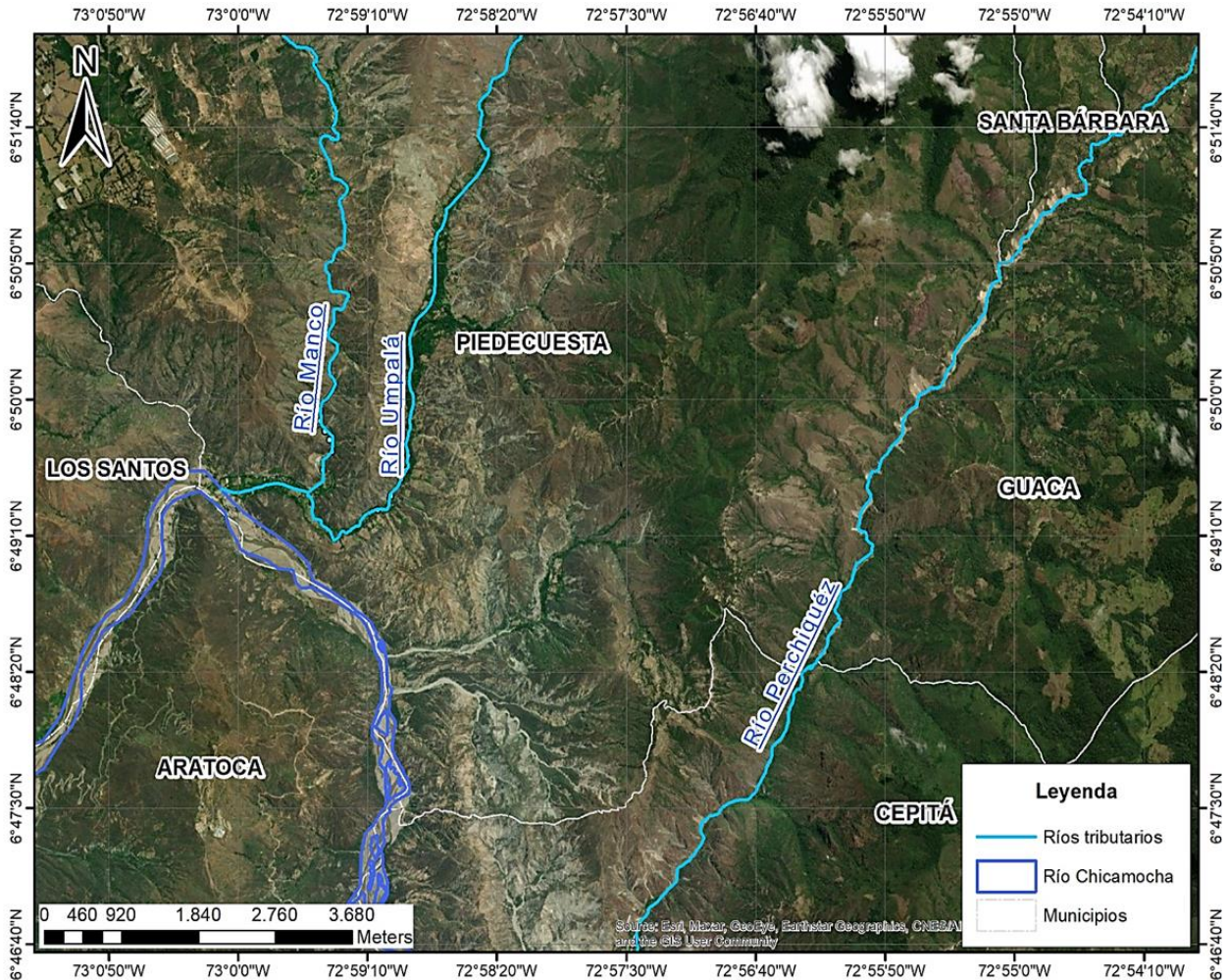
Nota. El mapa muestra los municipios de Piedecuesta y Cepitá con las localidades de muestreo en los ríos Manco, Perchiquéz y Umpalá.

Las microcuencas de los ríos objeto de estudio propios del paisaje del cañón del Chicamocha, son ambientes con heterogeneidad de condiciones microclimáticas, influidas por el uso del suelo y cobertura vegetal, los ríos Manco y Umpalá, tienen confluencia en el sector de

pescadero en proximidad al predio conocido como Mensuly en el municipio de Piedecuesta, mientras que el Perchiquéz dista de estos al correr por el municipio de Cepitá (figura 2).

Figura 2

Localización general de los ríos Manco, Perchiquéz y Umpalá



Para el área de interés de la presente investigación se presenta cercanía geográfica entre los dos primeros ríos, pese a esto, están separados por un fragmento del sistema montañoso (figura 3), mientras el Perchiquéz es más distante y tributa directamente al Chicamocha (figura 4).

Figura 3

Detalle de localización de los ríos Manco y Umpalá

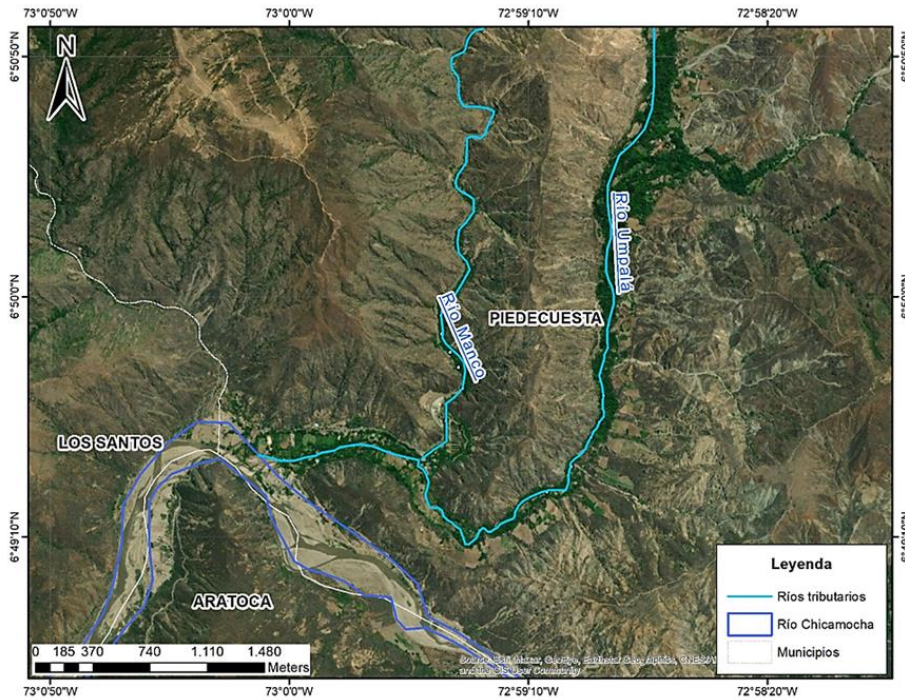
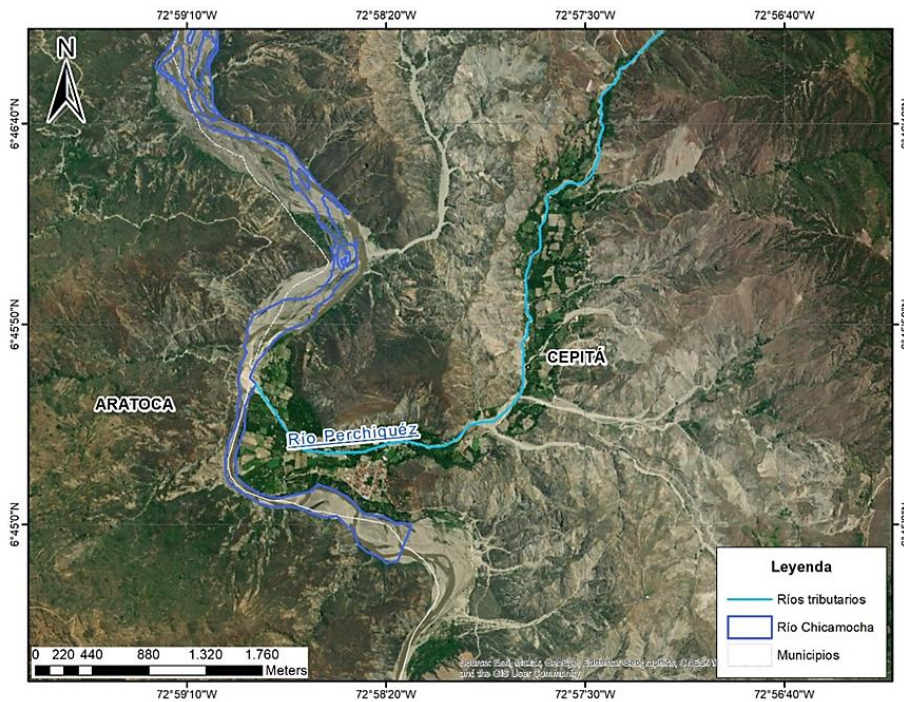


Figura 4

Detalle de localización del río Perchiquéz.



El río Umpalá es el de mayor caudal, y áreas de vegetación vascular de porte alto (figura 5), con presencia de especies arbóreas como *Anacardium excelsum* (Kunth) Skeels, *Ficus insipida* Willd., *Inga vera* Willd., *Melicoccus bijugatus* Jacq., *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth., y *Stemmadenia grandiflora* (Jacq.) Miers, entre otras, que se instalan en los relictos de la vegetación riparia alterada para la siembra de cultivos principalmente de cítricos, cacao y tabaco, además de rodales densos de *Gynerium sagittatum* (Aubl.) P. Beauv.

Figura 5

Ambientes representativos del río Umpalá en el área de estudio



El río Manco es el segundo en orden de caudal, con laderas rocosas de pendientes pronunciadas (figura 6) en donde se levantan cactus columnares de alto porte como *Cereus hexagonus* (L.) Mill. y *Stenocereus griseus* (Haw.) Buxb., acompañados de *G. sagittatum* que ocupa tanto laderas como pequeñas islas de río y como vegetación leñosa arbórea se observa *A. excelsum*, *Cecropia peltata* L., *Guazuma ulmifolia* Lam., *M. bijugatus* y *P. dulce.*, entre otras.

Figura 6

Ambientes representativos del río Manco en el área de estudio



El río Perchiquéz es el de menor caudal, a la vez que presenta coberturas vegetales degradadas, con dominancia de plantas arbustivas, subarbustivas, y herbáceas de especies pioneras (incluyendo la familia Poaceae). Se observan evidencias de eventos de remoción en masa por crecientes súbitas que remueven la vegetación riparia (figura 7), pese a esto, fueron observados algunos individuos de árboles como *Cedrela odorata* L., *Pithecellobium dulce*, *Prosopis juliflora* (Sw.) DC., *Pseudosamanea guachapele* (Kunth) Harms, así mismo las laderas del río también son usadas para la agricultura, especialmente de cítricos.

Figura 7

Ambientes representativos del río Perchiquéz en el área de estudio



3.1.1.2 Muestreo.

Los muestreos se realizaron modificando la metodología usada por Martínez *et al.*(2016) mediante cinco puntos de muestreo en los que se establecieron tres transectos transversales rectangulares de 10 x 2 m, ubicados de la siguiente manera; el primero en la ladera oriental del río, el segundo sobre la occidental y el tercero sobre el cuerpo de agua (figura 8).

Figura 8

Establecimiento de los transectos de muestreo



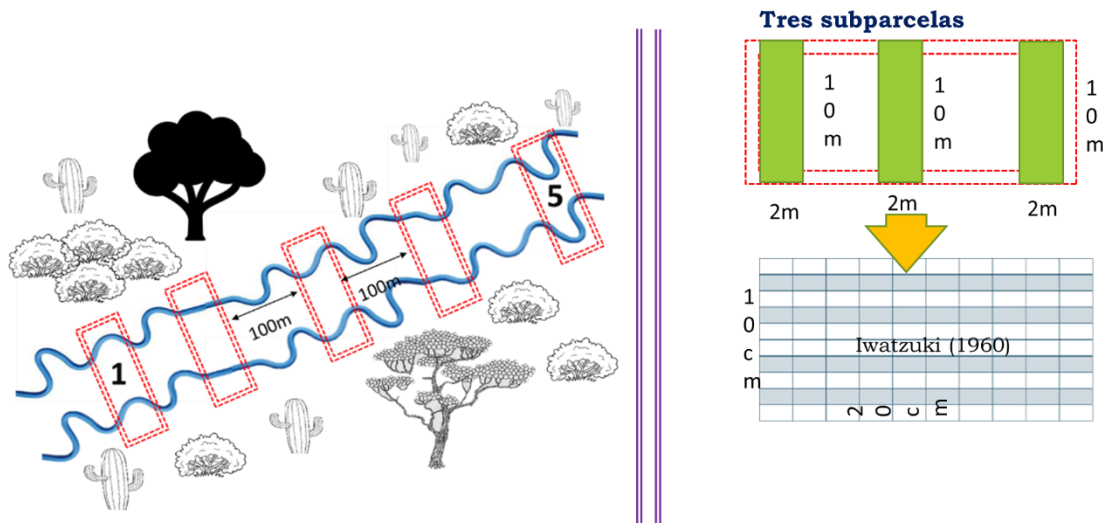
Nota. Las fotografías muestran la medición de un transecto sobre la zona riparia y un transecto sobre el cuerpo de agua, en el río Umpalá.

Dentro de cada transecto se establecieron 10 levantamientos con plantillas de acetato, para tener 30 por punto de muestreo, este procedimiento se repitió a lo largo del río, desplazándose en sentido contrario a la dirección de la corriente de agua, y separándose mínimo a 100 m, en relación con los puntos de muestreo más próximos (figura 9), equivalentes a 150 levantamientos por cada río, y teniendo en cuenta que son 3 ríos objeto de estudio se totalizaron 450 levantamientos, lo que se complementó con recorridos aleatorios sobre las coberturas de ronda de los ríos,

recolectando allí, en un único levantamiento aquellos morfotipos no registrados en los transectos, obteniendo un total de 461 en levantamientos.

Figura 9

Esquema de la metodología general de muestreo



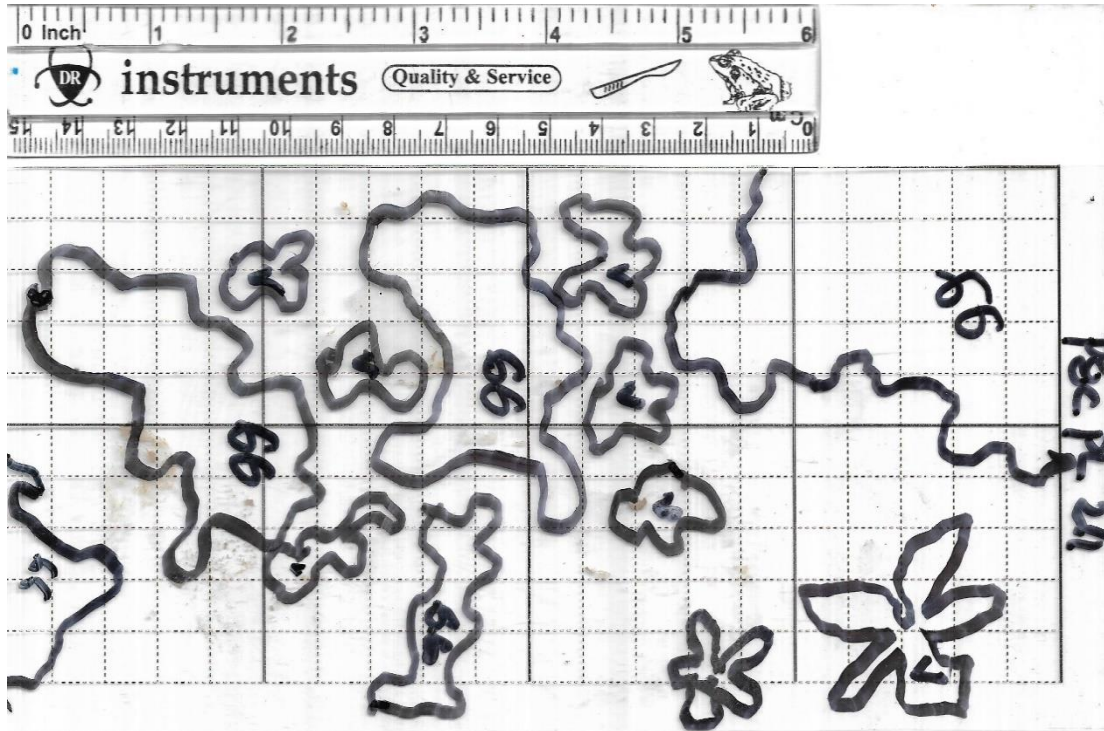
Nota. El gráfico muestra de manera aproximada como se establecieron las unidades y subunidades de muestreo, cuyo proceso fue realizado en cada uno de los tres ríos objeto de estudio.

El área de cobertura de los morfotipos se determinó modificando a Iwatzuki (1960) mediante el uso de una plantilla rectangular en acetato, marcada a una escala milimétrica de 20 x 10 cm, sub-cuadrantes de 5 x 5 cm (figura 10), y calcando a escala 1:1 la ocupación de área de cada morfotipo, escaneando y procesando con *Image J V. 1.53* (Rueden *et al.*, 2017) para cuantificar el área en centímetros cuadrados de cada muestra. Se registró el sustrato y la microtopografía del transecto se caracterizó, respecto de 1) barrancos arcillosos 2) barrancos arenosos 3) barrancos rocosos y 4) rocas dentro del cuerpo de agua (tamaño, forma y superficie),

5) epifitos sobre árboles en contacto con la corriente de agua (para los reófilos), en cuyo caso de identificó la especie del forofito.

Figura 10

Plantilla de cuantificación del área de cobertura en centímetros cuadrados



Para efectos del catálogo de especies, pese a contar con la cobertura, la frecuencia se estimó de manera cualitativa, teniendo en cuenta la presencia de las especies y en función de la heterogeneidad que representa el método de recorrido libre frente a los transectos establecidos, entonces, se estableció la agrupación de datos a través de los intervalos de clase, con la ecuación de Sturges (1926).

Ecuación (1)

$$C = \frac{R}{1 + 3.322 \log N}$$

Donde: C es el número de intervalos de clases / R es el rango y está dado por valor mayor - valor menor / N es el número de datos / 1 y 3.322 son constantes.

El valor del denominador se tomó como el número de clases y el resultado de la Ecuación (1 como la amplitud que debían tener los intervalos de valores para las clases cualitativas.

3.1.1.3 Identificación taxonómica

La determinación de los especímenes recolectados se efectuó en los laboratorios de investigación del Grupo de Investigación en Ecofisiología Vegetal y Ecosistemas Terrestres-GIEFIVET de la biología de la Universidad Industrial de Santander (UIS), y del Instituto de Ciencias Naturales, de la Universidad Nacional de Colombia empleando literatura especializada (Allen, 1994; Bastos & Gradstein, 2020; Churchill y Linares, 1995; Gradstein, 2018; Gradstein, *et al.*, 2001; Gradstein & Uribe-M, 2011; Yuzawa, 1991; Zander, 1993), realizando confrontación con las colecciones de referencia del Herbario Nacional Colombiano (COL) y procesamiento en el herbario de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), así como consultando con especialistas en los diferentes grupos de briófitos.

Los datos de distribución global y regional de las especies siguieron la información de revisiones de floras en la región neotropical (Bastos & Gradstein, 2020; Cañiza *et al.*, 2017; Gradstein, 2018; Peñaloza-Bojacá *et al.*, 2020 y Reiner-Drehwald *et al.*, 2018, entre otros), los catálogos de hepáticas (Gradstein y Uribe-M, 2016) y musgos (Churchill, 2016) de Colombia, así como trabajos para diferentes regiones del país (Gil-Novoa *et al.*, 2017; Gradstein *et al.*, 2018; Gradstein & Uribe-M, 2011; Ramírez y Solarte, 2019).

Se sigue la regionalización biogeográfica propuesta por Bernal (2016) para analizar la distribución de las especies y sus relaciones fitogeográficas en cuanto a las especies de la Cuenca media-baja del cañón del río Chicamocha (Andes) y otras regiones del país.

Con los datos de distribución se analizó el patrón de distribución geográfica de las especies inventariadas, para obtener sus relaciones con las regiones biogeográficas del país, de manera cualitativa utilizando el paquete Beta.part de la plataforma R-studio, basado en la presencia / ausencia de las especies de la cuenca media del cañón del Chicamocha en las regiones, implementando el valor del componente de recambio, medido como disimilitud de Simpson (función \$beta.sim), el componente de anidamiento, medido como la fracción resultante de anidamiento de Disimilitud de Sorensen (función \$beta.sne), y valor de la diversidad beta global, medida como disimilitud de Sorensen (función \$beta.sor).

3.1.1.4 Distribución por sustrato

El registro de los sustratos en que se desarrollan los briófitos se realizó a nivel general siguiendo la propuesta de Aguirre (2010), bajo las categorías de Acuáticos, Epífitos – Corticícolas, Epilíticos, Materia orgánica en descomposición y Suelos.

Sin embargo, en función de los alcances del presente estudio, en cuanto al abordaje de los briófitos tanto reófilos como riparios, se establecieron subcategorías que se formularon teniendo en cuenta la microtopografía preestablecida en cada transecto, para aportar información de manera específica, principalmente los briófitos acuáticos (tabla 1), ya que, al incluirlos únicamente en este sustrato general (acuáticos), se desconocerían atributos de las asociaciones ecológicas que podrían tener lugar en estos hábitats.

Tabla 1

Sustratos a nivel general y subcategorías establecidas para los briófitos de la CMCC

SUSTRATO	
GENERAL	ESPECÍFICO
Acuático / reófilo	Reófilo - Epífito
	Reófilo - Epilítico
	Reófilo, Suelo - Barranco arcilloso
	Reófilo, Suelo - Barranco arenoso
Epífita	Epífita - Raíz aflorante
	Epífita - Tronco
Epilítico	Epilítico - Ripario
Materia orgánica en descomposición	Materia orgánica - Raíz
	Materia orgánica - Rama
	Materia orgánica - Tronco
Suelo	Suelo - Barranco arcilloso
	Suelo - Barranco arenoso
	Suelo - Barranco rocoso

Las relaciones entre la composición de especies por sustratos se examinaron a través del análisis de agrupamiento jerárquico, implementando el lenguaje de R y la plataforma R-studio, en primera instancia se generó la matriz de distancia de cuerdas o euclídea (*vegdist {vegan}*) y el agrupamiento (*hclust {stats}*) bajo los criterios de enlace promedio (Unweighted Pair-Group Method Using Arithmetic Averages, UPGMA) y Ward de varianza mínima como algoritmos contrastantes para la resolución de los grupos.

Entre los dos métodos de agrupamiento (UPGMA y WARD) se aplicó el cálculo de la distancia cofenética (*cophenetic {stats}*) y su correlación (*cor {stats}*) con la matriz de distancias

euclídeas para elegir el dendrograma más coherente para las aglomeraciones, que debe corresponder con el mayor valor de correlación obtenido; mientras que para el número de *clústers* se tuvo en cuenta las anchuras de siluetas (*silhouette* {cluster}) que permite identificar la similitud entre un objeto del árbol y su grupo, donde la cohesión, se refleja en los promedios más alto de los grupos.

Posteriormente, se reorganizó el dendrograma en correspondencia con las distancias cofenéticas (*reorder.hclust* {gclus}), de tal manera que los sitios más próximos según las distancias también se ubicaran más cercanos gráficamente, y se dibujaron los rectángulos alrededor de las ramas del dendrograma (*rect.hclust* {stats}) para resaltar los grupos correspondientes al *n* de grupos óptimos, para después combinar la figura con un mapa de calor (*heatmap* {stats}), evaluando la distancia cofenética entre los grupos, visibilizándose en gradientes de color desde fucsia o rosa intenso hasta azul claro.

Para determinar la preferencia de sustrato, medir la fuerza y consistencia de las asociaciones entre los briófitos y sustratos específicos, se implementó un análisis de especies indicadoras con patrones multinivel (*multipatt* {indicspecies}), para identificar los taxa con afinidad por ciertas condiciones de un hábitat, a través de la significancia evaluada en las asociaciones de las especies con sus sustratos (Evans *et al.*, 2012).

Uno de los atributos que pueden actuar como descriptores son los tipos de sustratos, y para conocer si existe selectividad de las especies, se debe analizar el grado de preferencia; particularmente, dada la heterogeneidad de los valores de abundancia se implementó el coeficiente de correlación biserial puntual como una corrección del Coeficiente phi de correlación de Pearson (Tichý & Chytrý, 2006) a través del uso de la función “r.g” (*multipatt* {indicspecies}).

2.1.2 Resultados

Con la aplicación de la regla de Sturges ecuación (1), se determinaron los intervalos de clase para la agrupación de las especies por frecuencia cualitativa, teniendo en cuenta que el número máximo de unidades muestreadas por especie es de 40 y el mínimo de 1, se obtuvieron las siguientes seis categorías: escaso (< 10 registros), inusual (11 - 16) ocasional (17-22), habitual (23-28) común (29-34) y muy común (35-40), para las cuales el número de especies registradas se especifica en la (tabla 2) con el fin de dar una idea de la posibilidad de registrar la especie en el área de estudio y se complementó con la microtopografía de los ambientes en que podrían observarse, esta información se detalla en el apéndice A.

Tabla 2

Categorías de frecuencia cualitativa y número de especies

Categoría de frecuencia	Número de especies	%
Escaso	31	70,45%
Inusual	7	15,91%
Ocasional	4	9,09%
Habitual	1	2,27%
Muy común	1	2,27%
Total	44	100,00%

Nota. Esta tabla muestra el número de especies según su frecuencia de observación en la cuenca y el porcentaje equivale a la representación de cada valor sobre el total.

La riqueza específica de los briófitos reófilos y riparios en la cuenca media del cañón del río Chicamocha, para la presente investigación, corresponde a un total de 44 taxa (tabla 3), de ellos 1 pertenece a la división Anthocerophyta, 12 a Marchantiophyta con 6 familias taxonómicas y 6 géneros, los 31 restantes a Bryophyta con 22 géneros incluidos en 16 familias.

Tabla 3

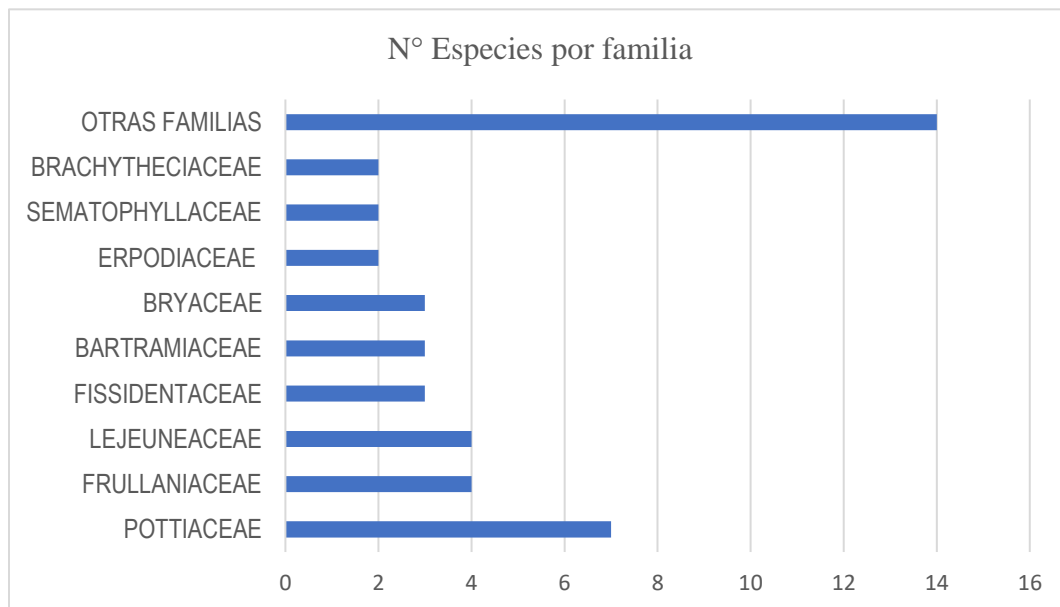
Número de familias, géneros y especies para cada división de briófitos

DIVISIÓN	FAMILIAS	GÉNEROS	ESPECIES
ANTHOCEROPHYTA	1	1	1
MARCHANTIOPHYTA	6	6	12
BRYOPHYTA	16	22	31
TOTAL	23	29	44

Las familias con mayor número de especies son Pottiaceae (7), Lejeuneaceae (4), y Frullaniaceae (4), las demás están representadas por menos de 3 especies como se puede ver en la figura 11. A nivel de géneros, *Lejeunea* (Lejeuneaceae), *Frullania* (Frullaniaceae) son los que poseen más taxa con 4 para cada uno, seguidos de *Philonothis* (Bartramiaceae) y *Fissidens* (Fissidentaceae) con 3 especies.

Figura 11

Número de especies por familias más representativas en el área de estudio



Bajo el enfoque de hábitat de los briófitos, se encontró que la mayor proporción se desarrolla sobre el área de ronda hídrica de los tres ríos y no sobre su cauce, esto al reportar un 52.3% (23) de especies como riparios únicamente, el 43.2% (19) que podrían estar tanto como reófilos como riparios y el 4.55% (2), exclusivamente como reófilos, que son *Fontinalis bogotensis* Hampe y *Racopilum tomentosum* (Hedw.) Brid., que adicionalmente están representados por una única unidad muestreada, se presenta en la tabla 4 el listado de taxonómico con la relación del hábitat documentado por especie.

Tabla 4

Listado de las especies observadas y discriminación del hábitat general en que se encontraron

N	Nombre científico	Reófilo	Reófilo & ripario	Ripario
1	<i>Amblystegium serpens</i> (Hedw.) Schimp.			√
2	<i>Anomobryum</i> aff. <i>conicum</i> (Hornsch.) Broth.		√	
3	<i>Barbula indica</i> (Hook.) Spreng.			√
4	<i>Brachythecium ruderale</i> (Brid.) W.R. Buck			√
5	<i>Bryum argenteum</i> Hedw.		√	
6	<i>Bryum coronatum</i> Schwägr.		√	
7	<i>Cyclodictyon albicans</i> (Hedw.) Kuntze		√	
8	<i>Didymodon rigidulus</i> Hedw.		√	
9	<i>Dolotortula mniifolia</i> (Sull.) R.H. Zander		√	
10	<i>Dumortiera hirsuta</i> (Sw.) Nees		√	
11	<i>Ectropothecium leptochaeton</i> (Schwägr.) W.R. Buck		√	
12	<i>Fabronia ciliaris</i> (Brid.) Brid.			√
13	<i>Fissidens crispus</i> Mont.		√	
14	<i>Fissidens curvatus</i> Hornsch.		√	
15	<i>Fissidens serratus</i> Müll.Hal.		√	
16	<i>Fontinalis bogotensis</i> Hampe	√		
17	<i>Frullania ericoides</i> (Mart.) Mont.			√
18	<i>Frullania gibbosa</i> Nees			√
19	<i>Frullania riojaneirensis</i> (Raddi) Spruce			√
20	<i>Frullania</i> cf. <i>pluricarinata</i> Gottsche			√
21	<i>Helicodontium capillare</i> (Hedw.) A. Jaeger		√	
22	<i>Hyophila involuta</i> (Hook.) A. Jaeger			√
23	<i>Lejeunea adpressa</i> Nees			√

N	Nombre científico	Reófilo	Reófilo & ripario	Ripario
24	<i>Lejeunea glaucescens</i> Gottsche		√	
25	<i>Lejeunea laeta</i> (Lehm. & Lindenb.) Lehm. & Lindenb.			√
26	<i>Lejeunea setiloba</i> Spruce			√
27	<i>Lophocolea bidentata</i> (L.) Dumort.			√
28	<i>Marchantia chenopoda</i> L.			√
29	<i>Phaeoceros carolinianus</i> (Michx.) Prosk.		√	
30	<i>Philonotis elongata</i> (Dism.) H.A. Crum & Steere			√
31	<i>Philonotis rufiflora</i> (Hornsch.) Reichardt		√	
32	<i>Philonotis uncinata</i> (Schwägr.) Brid.		√	
33	<i>Plagiothecium novogranatense</i> (Hampe) Mitt.		√	
34	<i>Pseudocrossidium replicatum</i> (Taylor) R.H. Zander			√
35	<i>Racopilum tomentosum</i> (Hedw.) Brid.	√		
36	<i>Rhynchostegium scariosum</i> (Taylor) A. Jaeger			√
37	<i>Riccia membranacea</i> Gottsche & Lindenb.			√
38	<i>Sematophyllum subpinnatum</i> (Brid.) E. Britton			√
39	<i>Sematophyllum subsimplex</i> (Hedw.) Mitt.			√
40	<i>Splachnobryum obtusum</i> (Brid.) Müll.Hal.		√	
41	<i>Tricherpodium beccarii</i> (Müll. Hal.) Pursell			√
42	<i>Trichostomum brachydontium</i> Bruch		√	
43	<i>Venturiella coronata</i> (Hook.f. & Wilson) Pursell			√
44	<i>Weissia controversa</i> Hedw.			√
Subtotal por categoría		2	19	23
TOTAL GENERAL			44	

2.1.2.1 Fitogeografía de las especies de la Cuenca Media-baja del Cañón del Chicamocha

2.1.2.1.1 Distribución global

Los taxa recolectados en la Cuenca Media-Baja del Cañón del Chicamocha, en general presentan amplios rangos de distribución a nivel mundial, y de manera particular, encontramos un

endemismo o especie exclusiva para Colombia, a continuación, se presenta el detalle de la distribución geográfica global.

1. Exclusiva de Colombia: *Fontinalis bogotensis*.
2. América tropical: *Anomobryum* aff. *conicum*, *Cyclodictyon albicans*, *Dolotortula mniifolia*, *Ectropothecium leptochaeton*, *Fabronia ciliaris*, *Helicodontium capillare*, *Lejeunea adpressa*, *L. glaucescens*, *L. laeta*, *L. setiloba*, *Marchantia chenopoda*, *Philonotis elongata*, *P. rufiflora*, *Plagiothecium novogranatense*, *Racopilum tomentosum*, *Rhynchostegium scariosum*, *Sematophyllum subsimplex* y *Splachnobryum obtusum*.
3. América tropical y subtropical, S Europa, N África: *Fissidens crispus*.
4. América tropical, África: *Riccia membranacea*, *Sematophyllum subpinnatum* y *Venturiella coronata*.
5. América tropical, África, regiones templadas: *Pseudocrossidium replicatum*.
6. América tropical, regiones templadas: *Brachythecium ruderale*.
7. Andes tropicales: *Frullania* cf. *pluricarinata*.
8. México a Bolivia, África, regiones templadas: *Amblystegium serpens*.
9. Pantropical: *Barbula indica*, *Dumortiera hirsuta*, *Fissidens serratus*, *Frullania ericoides*, *F. gibbosa*, *F. riojaneirensis*, *Hyophila involuta* y *Tricherpodium beccarii*.
10. Pantropical, región holártica: *Philonotis uncinata*.
11. Pantropical, regiones subtropicales y templadas del S: *Fissidens curvatus*.
12. Pantropical, regiones templadas: *Bryum coronatum*, *Didymodon rigidulus* y *Trichostomum brachydontium*.
13. Subcosmopolita: *Bryum argenteum*, *Lophocolea bidentata*, *Phaeoceros carolinianus* y *Weissia controversa*.

2.1.2.1.2 Distribución en Colombia

En relación con las regiones biogeográficas de Colombia, se observa que la composición de briófitos inventariados para la Cuenca Media-Baja del cañón del Chicamocha, muestra 11 relaciones biogeográficas; el detalle de los patrones biogeográficos se muestra en la Tabla 5. La más representativa es la distribución exclusiva en los Andes, en la que se incluye el 40.9% de las especies, seguida de la distribución disyunta Andes – Sierra Nevada de Santa Marta (S.N.S.M.) con el 20.5%, y Andes – Pacífico - Sierra - Nevada de Santa Marta, con el 11.4% sobre las 44 taxa.

Tabla 5

Patrones biogeográficos determinados entre las especies de la cuenca y las regiones biogeográficas de Colombia.

N°	Relación biogeográfica	Número spp	%
1	Andes	18	40.9%
2	Andes, Sierra Nevada de Santa Marta	9	20.5%
3	Andes, Pacífico, Sierra Nevada de Santa Marta	5	11.4%
4	Amazonia, Andes, Pacífico, Sierra Nevada de Santa Marta	4	9.1%
5	Amazonia, Andes, Llanura del Caribe, Pacífico, Sierra Nevada de Santa Marta	2	4.5%
6	Amazonia, Andes, Llanura del Caribe, Orinoquia, Pacífico, Sierra Nevada de Santa Marta	1	2.3%
7	Amazonia, Andes, Llanura del Caribe, Pacífico	1	2.3%
8	Amazonia, Andes, Pacífico	1	2.3%
9	Amazonia, Andes, Sierra Nevada de Santa Marta	1	2.3%
10	Andes, Llanura del Caribe, Pacífico, Sierra Nevada de Santa Marta	1	2.3%
11	Andes, Pacífico	1	2.3%
	Total general	44	100%

De manera particular, *Racopilum tomentosum*, aunque estuvo representado únicamente por un individuo, se determinó como el taxón de distribución más amplia al compartirse entre Amazonia, Andes, Llanura del Caribe, Orinoquia, Pacífico y Sierra Nevada de Santa Marta, lo que quiere decir que, está en 6 de las 10 regiones, mientras que los demás se distribuyen entre una y

cinco regiones (tabla 6) y la mayor congruencia resulta con Andes y Sierra Nevada de Santa Marta (S.N.S.M.), pues aparecen no sólo en la relación específica entre este par, sino también en agrupaciones de 3 o más regiones.

Tabla 6

Distribución por regiones biogeográficas de cada especie

N	Familia	Especie	Regiones biogeográficas
1	AMBLYSTEGIACEAE	<i>Amblystegium serpens</i>	Andes
2	BARTRAMIACEAE	<i>Philonotis elongata</i>	Andes
3	BARTRAMIACEAE	<i>Philonotis rufiflora</i>	Andes
4	BARTRAMIACEAE	<i>Philonotis uncinata</i>	Amazonia, Andes, Pacífico, Sierra Nevada de Santa Marta
5	BRACHYTHECIACEAE	<i>Brachythecium ruderales</i>	Andes
6	BRACHYTHECIACEAE	<i>Rhynchostegium scariosum</i>	Andes, Sierra Nevada de Santa Marta
7	BRYACEAE	<i>Anomobryum aff. conicum</i>	Andes
8	BRYACEAE	<i>Bryum argenteum</i>	Amazonia, Andes, Pacífico, Sierra Nevada de Santa Marta
9	BRYACEAE	<i>Bryum coronatum</i>	Amazonia, Andes, Pacífico, Sierra Nevada de Santa Marta
10	DUMORTIERACEAE	<i>Dumortiera hirsuta</i>	Andes
11	ERPODIACEAE	<i>Tricherpodium beccarii</i>	Andes
12	ERPODIACEAE	<i>Venturiella coronata</i>	Andes, Sierra Nevada de Santa Marta
13	FABRONIACEAE	<i>Fabronia ciliaris</i>	Andes
14	FISSIDENTACEAE	<i>Fissidens crispus</i>	Andes, Sierra Nevada de Santa Marta
15	FISSIDENTACEAE	<i>Fissidens curvatus</i>	Andes
16	FISSIDENTACEAE	<i>Fissidens serratus</i>	Andes, Sierra Nevada de Santa Marta
17	FONTINALACEAE	<i>Fontinalis bogotensis</i>	Andes
18	FRULLANIACEAE	<i>Frullania ericoides</i>	Amazonia, Andes, Pacífico
19	FRULLANIACEAE	<i>Frullania gibbosa</i>	Andes, Sierra Nevada de Santa Marta
20	FRULLANIACEAE	<i>Frullania riojaneirensis</i>	Andes, Pacífico, Sierra Nevada de Santa Marta
21	FRULLANIACEAE	<i>Frullania cf. pluricarinata</i>	Andes, Sierra Nevada de Santa Marta
22	HYPNACEAE	<i>Ectropothecium leptochaeton</i>	Andes, Pacífico, Sierra Nevada de Santa Marta
23	LEJEUNEACEAE	<i>Lejeunea adpressa</i>	Amazonia, Andes, Sierra Nevada de Santa Marta

N	Familia	Especie	Regiones biogeográficas
24	LEJEUNEACEAE	<i>Lejeunea glaucescens</i>	Andes
25	LEJEUNEACEAE	<i>Lejeunea laeta</i>	Andes, Pacífico, Sierra Nevada de Santa Marta
26	LEJEUNEACEAE	<i>Lejeunea setiloba</i>	Andes
27	LOPHOCOLEACEAE	<i>Lophocolea bidentata</i>	Andes, Sierra Nevada de Santa Marta
28	MARCHANTIACEAE	<i>Marchantia chenopoda</i>	Andes, Pacífico, Sierra Nevada de Santa Marta
29	MYRINIACEAE	<i>Helicodontium capillare</i>	Andes
30	NOTOTHYLADACEAE	<i>Phaeoceros carolinianus</i>	Andes
31	PILOTRICHACEAE	<i>Cyclodictyon albicans</i>	Amazonia, Andes, Pacífico, Sierra Nevada de Santa Marta
32	PLAGIOTHECIACEAE	<i>Plagiothecium novogranatense</i>	Andes
33	POTTIACEAE	<i>Barbula indica</i>	Amazonia, Andes, Llanura del Caribe, Pacífico, Sierra Nevada de Santa Marta
34	POTTIACEAE	<i>Didymodon rigidulus</i>	Andes, Pacífico
35	POTTIACEAE	<i>Dolotortula mniifolia</i>	Andes
36	POTTIACEAE	<i>Hyophila involuta</i>	Andes, Llanura del Caribe, Pacífico, Sierra Nevada de Santa Marta
37	POTTIACEAE	<i>Pseudocrossidium replicatum</i>	Andes, Sierra Nevada de Santa Marta
38	POTTIACEAE	<i>Trichostomum brachydontium</i>	Andes, Sierra Nevada de Santa Marta
39	POTTIACEAE	<i>Weissia controversa</i>	Andes
40	RACOPILACEAE	<i>Racopilum tomentosum</i>	Amazonia, Andes, Llanura del Caribe, Orinoquia, Pacífico, Sierra Nevada de Santa Marta
41	RICCIACEAE	<i>Riccia membranacea</i>	Andes
42	SEMATOPHYLLACEAE	<i>Sematophyllum subpinnatum</i>	Andes, Pacífico, Sierra Nevada de Santa Marta
43	SEMATOPHYLLACEAE	<i>Sematophyllum subsimplex</i>	Amazonia, Andes, Llanura del Caribe, Pacífico, Sierra Nevada de Santa Marta
44	SPLACHNOBRYACEAE	<i>Splachnobryum obtusum</i>	Amazonia, Andes, Llanura del Caribe, Pacífico

El análisis cualitativo de la asociación por relaciones de distribución o patrón biogeográfico realizado muestra que para el valor del componente de recambio - disimilitud de Simpson (función β_{sim}) muestra mayores valores entre Llanura del Caribe – Amazonia, Llanura del Caribe -

con Sierra Nevada de Santa Marta y Amazonia – Sierra Nevada de Santa Marta (tabla 7) para los que presentan el mismo valor (0.2), seguido se S.N.S.M. con Pacífico (0.1875) y los demás presentan valores más bajos o de cero (figura 12).

Tabla 7

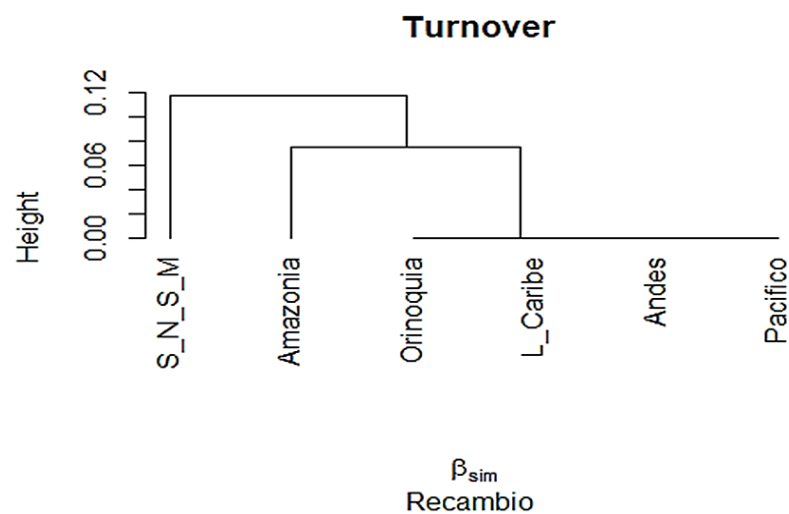
Valores de disimilitud de Simpson

	β_{sim} / Turnover component / disimilitud de Simpson				
	Andes	Pacifico	S_N_S_M	L_Caribe	Amazonia
Pacifico	0.0000				
S_N_S_M	0.0000	0.1875			
L_Caribe	0.0000	0.0000	0.2000		
Amazonia	0.0000	0.1000	0.2000	0.2000	
Orinoquia	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.000

Nota. Esta tabla muestra los valores de disimilitud de Simpson en el recambio de especies entre la distribución geográfica de los briófitos de la cuenca y las regiones biogeográficas de Colombia.

Figura 12

Gráfico de agrupamiento de disimilitud de Simpson



Nota. Gráfico de agrupamiento de disimilitud de Simpson en el recambio de especies entre la distribución geográfica de los briófitos de CMCC en las regiones biogeográficas de Colombia.

Así mismo, los patrones de anidamiento (β nes) mostraron la mayor disimilitud con la región Orinoquía y Andes (tabla 8), en general con altos valores con respecto a Llanura del Caribe, Amazonia, Pacífico y Sierra Nevada de Santa Marta, como se puede observar en la figura 13.

Tabla 8

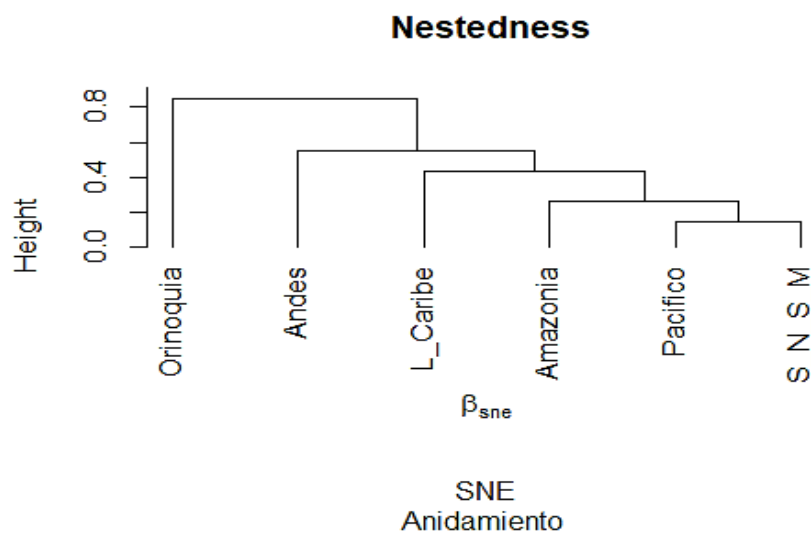
Valores de la fracción resultante de anidamiento de Disimilitud de Sorensen

β_{sne}	Andes	Pacifico	S_N_S_M	L_Caribe	Amazonia
Pacifico	0.4666667				
S_N_S_M	0.3134328	0.1458333			
L_Caribe	0.7959184	0.5238095	0.5142857		
Amazonia	0.6296296	0.2076923	0.3151515	0.2666667	
Orinoquia	0.9555556	0.8823529	0.9166667	0.6666667	0.8181818

Nota. Valores de la fracción resultante de anidamiento de Disimilitud de Sorensen para la distribución geográfica de los briófitos de CMCC en las regiones biogeográficas de Colombia.

Figura 13

Gráfico de la fracción resultante de anidamiento de Disimilitud de Sorensen



Nota. Gráfico de la fracción resultante de anidamiento de Disimilitud de Sorensen para la distribución geográfica de los briófitos de CMCC en las regiones biogeográficas de Colombia.

El valor de la diversidad beta global (disimilitud de Sorensen), reporta que Orinoquia presenta mayor diferenciación con las demás regiones, obteniendo los valores más altos de disimilitud (tabla 9).

En el sentido contrario a la disimilitud, la relación biogeográfica de Andes (región donde se ubica la Cuenca Media-Baja del Cañón del Chicamocha) con Sierra Nevada de Santa Marta muestra menos disimilitud, permitiendo que en la figura 14 en el gráfico de clúster jerárquico estén en la misma unidad de agrupación, pese a presentarse como entidades aisladas geográficamente en el mapa de la misma figura.

Tabla 9

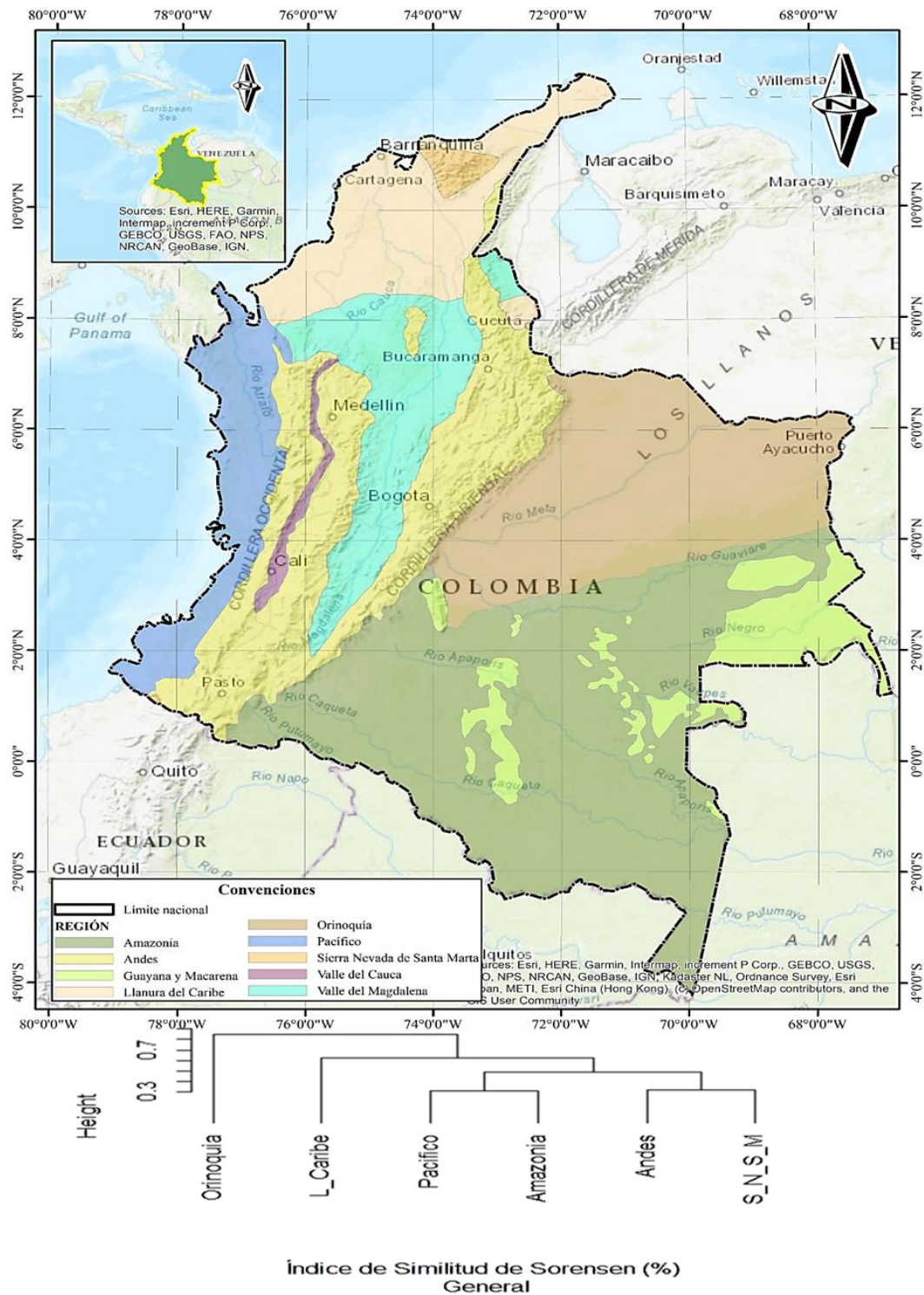
Valores de Disimilitud de Sorensen para la distribución geográfica de los briófitos de CMCC en las regiones biogeográficas de Colombia

\$beta.sor

	Andes	Pacifico	S_N_S_M	L_Caribe	Amazonia
Pacifico	0.4666667				
S_N_S_M	0.3134328	0.3333333			
L_Caribe	0.7959184	0.5238095	0.7142857		
Amazonia	0.6296296	0.3076923	0.5151515	0.4666667	
Orinoquia	0.9555556	0.8823529	0.9166667	0.6666667	0.8181818

Figura 14

Mapa de las regiones biogeográficas y disimilitud de Sorensen para la distribución geográfica de los briófitos de CMCC en las regiones biogeográficas de Colombia



3.1.2.1.3 Novedades corológicas

La brioflora de la Cuenca media-baja del Cañón del Chicamocha, abarca un amplio registro de novedades corológicas, tanto a nivel de territorio nacional (tabla 10) como departamental (tabla 11). Se registran por segunda vez para el país *Lejeunea setiloba* Spruce (Lejeuneaceae), *Lejeunea glaucescens* Gottsche (Lejeuneaceae) y *Riccia membranacea* Gottsche & Lindenb. mientras que se obtiene el tercer registro de *Phaeoceros carolinianus* (Michx.) Prosk. y por quinta vez *Tricherpodium beccarii* (Müll. Hal.) Pursell.

Tabla 10

Novedades corológicas a nivel nacional.

Especie	Novedades corológicas
<i>Lejeunea glaucescens</i>	Segundo registro para Colombia.
<i>Lejeunea setiloba</i>	Segundo registro para Colombia.
<i>Phaeoceros carolinianus</i>	Tercer registro para Colombia.
<i>Riccia membranacea</i>	Segundo registro para Colombia
<i>Tricherpodium beccarii</i>	Quinto registro para Colombia.

Consecuentemente, 4 de las 5 especies, también son novedades para Santander, y sobre un total de 44 especies inventariadas se tienen 19 nuevos registros departamentales (43%), mientras que para el caso la distribución altitudinal, se contribuye con el incremento de la franja altitudinal de 17 especies (tabla 11), que no tienen correspondencia exacta con las novedades de Santander pues principalmente son características de ecosistemas andinos de alta elevación sobre el nivel del mar.

Tabla 11*Novedades corológicas regionales y altitudinales*

Especie	Colombia	Santander	Notas de distribución altitudinal
<i>Amblystegium serpens</i>		x	Se amplía su rango de distribución altitudinal
<i>Anomobryum aff. conicum</i>		x	Se amplía su rango de distribución altitudinal
<i>Barbula indica</i>		x	-
<i>Brachythecium ruderale</i>			Se amplía su rango de distribución altitudinal
<i>Bryum argenteum</i>			-
<i>Bryum coronatum</i>			-
<i>Cyclodictyon albicans</i>			-
<i>Didymodon rigidulus</i>			-
<i>Dolotortula mniifolia</i>		x	Se amplía su rango de distribución altitudinal
<i>Dumortiera hirsuta</i>			Se amplía su rango de distribución altitudinal
<i>Ectropothecium leptochaeton</i>			-
<i>Fabronia ciliaris</i>			-
<i>Fissidens crispus</i>			Se amplía su rango de distribución altitudinal
<i>Fissidens curvatus</i>			Se amplía su rango de distribución altitudinal
<i>Fissidens serratus</i>		x	Se amplía su rango de distribución altitudinal
<i>Fontinalis bogotensis</i>		x	Se amplía su rango de distribución altitudinal
<i>Frullania ericoides</i>			-
<i>Frullania gibbosa</i>			-
<i>Frullania riojaneirensis</i>			-
<i>Frullania cf. pluricarinata</i>			-
<i>Helicodontium capillare</i>		x	Se amplía su rango de distribución altitudinal
<i>Hyophila involuta</i>			-
<i>Lejeunea adpressa</i>		x	-
<i>Lejeunea glaucescens</i>	2do	x	-
<i>Lejeunea laeta</i>		x	-

Especie	Colombia	Santander	Notas de distribución altitudinal
<i>Lejeunea setiloba</i>	2do	x	-
<i>Lophocolea bidentata</i>			Se amplía su rango de distribución altitudinal
<i>Marchantia chenopoda</i>			-
<i>Phaeoceros carolinianus</i>	3er	x.	-
<i>Philonotis elongata</i>		x	Se amplía su rango de distribución altitudinal
<i>Philonotis rufiflora</i>		x	-
<i>Philonotis uncinata</i>			-
<i>Plagiothecium novogranatense</i>		x	Se amplía su rango de distribución altitudinal
<i>Pseudocrossidium replicatum</i>			-
<i>Racopilum tomentosum</i>			-
<i>Rhynchostegium scariosum</i>			Se amplía su rango de distribución altitudinal
<i>Riccia membranacea</i>	2do		Se amplía su rango de distribución altitudinal
<i>Sematophyllum subpinnatum</i>			-
<i>Sematophyllum subsimplex</i>			-
<i>Splachnobryum obtusum</i>		x	-
<i>Tricherpodium beccarii</i>	5to	x	-
<i>Trichostomum brachydontium</i>			Se amplía su rango de distribución altitudinal
<i>Venturiella coronata</i>		x	-
<i>Weissia controversa</i>		x	Se amplía su rango de distribución altitudinal

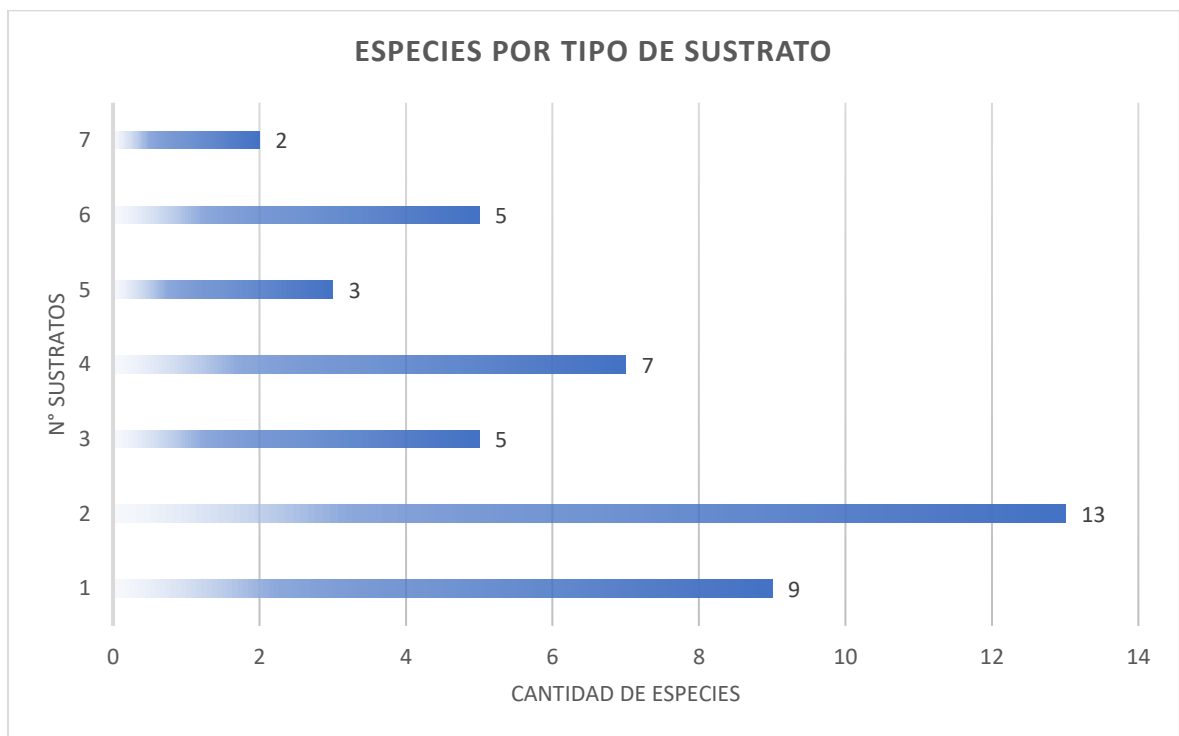
3.1.2.2 Distribución por sustrato

A nivel general la mayor parte de las especies tuvieron representación en varios sustratos, es decir no fueron exclusivas de alguno de los tipos establecidos; siendo así en el suelo se registraron 35 especies, 22 como acuáticas, 16 epilíticas, 14 epífitas y siete en materia orgánica en descomposición.

Teniendo en cuenta la categorización de los tipos de sustratos relacionados en la tabla 1, se encontró que en general existe una distribución heterogénea de las especies (figura 15), pues de los 44 taxa evaluados el 20.5% se registró para un único tipo de sustrato, el 29.5% para dos tipos, lo que en conjunto indica que el 50% de las especies se presentó en pocos sustratos y de manera particular, 2 especies (*Philonotis uncinata* y *Plagiothecium novogranatense*) se encontraron en siete de los 13 sustratos.

Figura 15

Número de especies por tipos de sustratos registrados en el área de estudio.



En la tabla 12 se desglosa el registro de especies para cada uno de los sustratos específicos y su correspondencia con los sustratos generales

Tabla 12

Sustratos y especies registradas para los briófitos de la CMCC

GENERAL	Sustrato	
	ESPECÍFICO	ESPECIES
Acuático / reófilo	Reófilo - Epífito	<i>Didymodon rigidulus</i> , <i>Lejeunea glaucescens</i> , <i>Philonotis uncinata</i> , <i>Plagiothecium novogranatense</i> , <i>Racopilum tomentosum</i>
	Reófilo - Epilítico	<i>Anomobryum</i> aff. <i>conicum</i> , <i>Bryum argenteum</i> , <i>Bryum coronatum</i> , <i>Cyclodictyon albicans</i> , <i>Didymodon rigidulus</i> , <i>Dolotortula mniifolia</i> , <i>Ectropothecium leptochaeton</i> , <i>Fissidens crispus</i> , <i>Fontinalis bogotensis</i> , <i>Hyophila involuta</i> , <i>Lejeunea setiloba</i> , <i>Philonotis rufiflora</i> , <i>Philonotis uncinata</i> , <i>Plagiothecium novogranatense</i> , <i>Trichostomum brachydontium</i>
	Reófilo, Suelo - Barranco arcilloso	<i>Anomobryum</i> aff. <i>Conicum</i> , <i>Bryum coronatum</i> , <i>Didymodon rigidulus</i> , <i>Dumortiera hirsuta</i> , <i>Ectropothecium leptochaeton</i> , <i>Fissidens curvatus</i> , <i>Fissidens serratus</i> , <i>Lejeunea glaucescens</i> , <i>Phaeoceros carolinianus</i> , <i>Philonotis rufiflora</i> , <i>Philonotis uncinata</i> , <i>Plagiothecium novogranatense</i> , <i>Splachnobryum obtusum</i> , <i>Trichostomum brachydontium</i>
Epífita	Reófilo, Suelo - Barranco arenoso	<i>Philonotis uncinata</i>
	Epífita - Raíz aflorante	<i>Fabronia ciliaris</i> , <i>Sematophyllum subsimplex</i>
	Epífita - Tronco	<i>Fabronia ciliaris</i> , <i>Frullania ericoides</i> , <i>Frullania gibbosa</i> , <i>Frullania riojaneirensis</i> , <i>Frullania</i> cf. <i>Pluricarinata</i> , <i>Helicodontium capillare</i> , <i>Lejeunea adpressa</i> , <i>Lejeunea glaucescens</i> , <i>Lejeunea laeta</i> , <i>Lejeunea setiloba</i> , <i>Sematophyllum subpinnatum</i> , <i>Sematophyllum subsimplex</i> , <i>Tricherpodium beccarii</i> , <i>Venturiella coronata</i>
Epilítico	Epilítico - Ripario	<i>Brachythecium ruderales</i> , <i>Bryum coronatum</i> , <i>Didymodon rigidulus</i> , <i>Ectropothecium leptochaeton</i> , <i>Fabronia ciliaris</i> , <i>Fissidens crispus</i> , <i>Frullania ericoides</i> , <i>Helicodontium capillare</i> , <i>Hyophila involuta</i> , <i>Lejeunea glaucescens</i> , <i>Lejeunea laeta</i> , <i>Lejeunea setiloba</i> , <i>Philonotis uncinata</i> , <i>Sematophyllum subpinnatum</i> , <i>Splachnobryum obtusum</i> , <i>Trichostomum brachydontium</i>

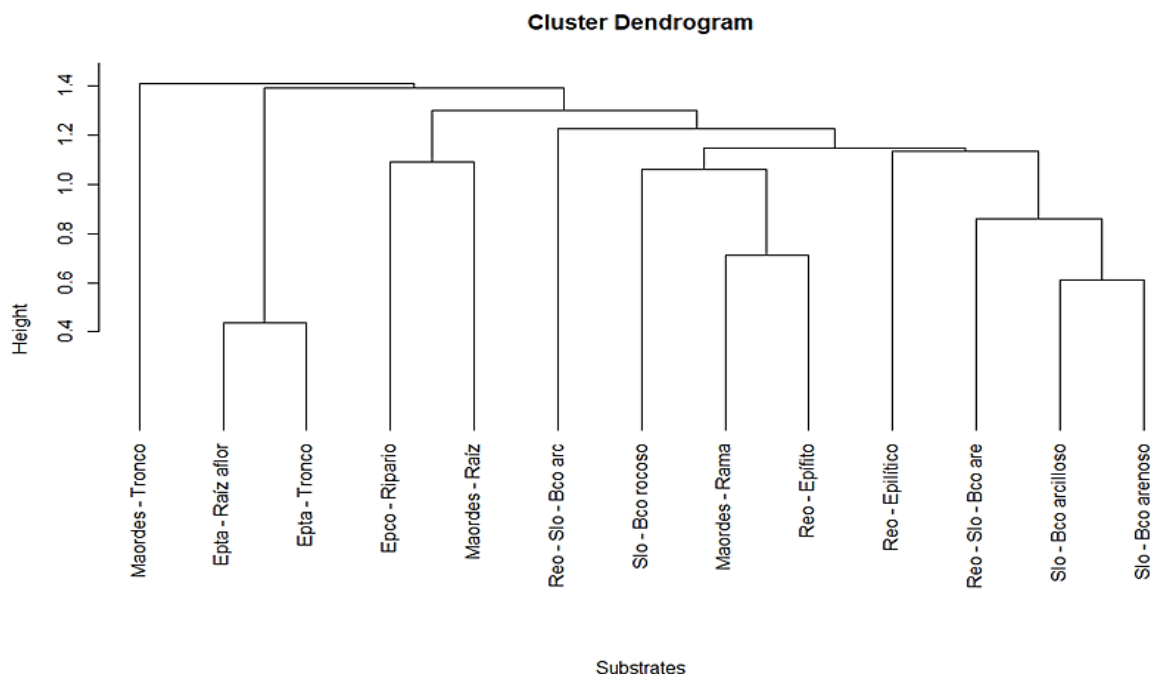
		Sustrato
GENERAL	ESPECÍFICO	ESPECIES
Materia orgánica en descomposición	Materia orgánica - Raíz	<i>Lejeunea glaucescens</i> , <i>Lejeunea setiloba</i> , <i>Sematophyllum subpinnatum</i> , <i>Sematophyllum subsimplex</i>
	Materia orgánica - Rama	<i>Plagiothecium novogranatense</i>
	Materia orgánica - Tronco	<i>Tricherpodium beccarii</i> , <i>Venturiella coronata</i>
Suelo	Suelo - Barranco arcilloso	<i>Amblystegium serpens</i> , <i>Anomobryum</i> aff. <i>Conicum</i> , <i>Barbula indica</i> , <i>Bryum argenteum</i> , <i>Bryum coronatum</i> , <i>Didymodon rigidulus</i> , <i>Dolotortula muifolia</i> , <i>Dumortiera hirsuta</i> , <i>Ectropothecium leptochaeton</i> , <i>Fabronia ciliaris</i> , <i>Fissidens crispus</i> , <i>Fissidens curvatus</i> , <i>Fissidens serratus</i> , <i>Hyophila involuta</i> , <i>Lejeunea adpressa</i> , <i>Lejeunea glaucescens</i> , <i>Lejeunea laeta</i> , <i>Lejeunea setiloba</i> , <i>Marchantia chenopoda</i> , <i>Phaeoceros carolinianus</i> , <i>Philonotis elongata</i> , <i>Philonotis rufiflora</i> , <i>Philonotis uncinata</i> , <i>Plagiothecium novogranatense</i> , <i>Rhynchostegium scariosum</i> , <i>Riccia membranacea</i> , <i>Sematophyllum subpinnatum</i> , <i>Splachnobryum obtusum</i> , <i>Trichostomum brachydontium</i> , <i>Weissia controversa</i>
	Suelo - Barranco arenoso	<i>Anomobryum</i> aff. <i>Conicum</i> , <i>Barbula indica</i> , <i>Bryum coronatum</i> , <i>Didymodon rigidulus</i> , <i>Dumortiera hirsuta</i> , <i>Ectropothecium leptochaeton</i> , <i>Lejeunea laeta</i> , <i>Phaeoceros carolinianus</i> , <i>Philonotis elongata</i> , <i>Philonotis rufiflora</i> , <i>Philonotis uncinata</i> , <i>Plagiothecium novogranatense</i> , <i>Splachnobryum obtusum</i> , <i>Trichostomum brachydontium</i>
	Suelo - Barranco rocoso	<i>Anomobryum</i> aff. <i>Conicum</i> , <i>Barbula indica</i> , <i>Brachythecium ruderales</i> , <i>Bryum coronatum</i> , <i>Cyclodictyon albicans</i> , <i>Dumortiera hirsuta</i> , <i>Ectropothecium leptochaeton</i> , <i>Fissidens crispus</i> , <i>Fissidens curvatus</i> , <i>Helicodontium capillare</i> , <i>Lejeunea laeta</i> , <i>Lophocolea bidentata</i> , <i>Marchantia chenopoda</i> , <i>Phaeoceros carolinianus</i> , <i>Plagiothecium novogranatense</i> , <i>Pseudocrossidium replicatum</i> , <i>Rhynchostegium scariosum</i> , <i>Trichostomum brachydontium</i> , <i>Weissia controversa</i>

3.1.2.2.1 Análisis de agrupamiento jerárquico de tipos de sustratos

El análisis de agrupamiento jerárquico ejecutado fue de tipo aglomerativo, en el cual, a partir de la matriz de distancias euclídeas, con los algoritmos contrastantes de UPGMA y WARD de tal manera que se obtuvieron dos planteamientos de agrupación. Bajo el algoritmo de UPGMA, de manera gráfica el dendrograma exhibe una configuración aparente de al menos dos grupos (figura 16), conformados por varios subgrupos; el primero de ellos se estructura por 5 tipos de sustrato que son las hojas de epífita – Raíz a florante, Epífita -tronco, Epilítico – Ripario y Materia orgánica – Raíz y posiblemente incluya el sustrato de Materia orgánica s- tronco. El segundo corresponde a 8 tipos de sustrato con Reófilo- suelo-Barranco arcilloso, Suelo-Barranco rocoso, Materia orgánica -Rama, Reófilo – epífita, Reófilo - Epilítico, Reófilo- Suelo – Barranco arenoso, Suelo – Barranco arcilloso y Suelo – Barranco arenoso.

Figura 16

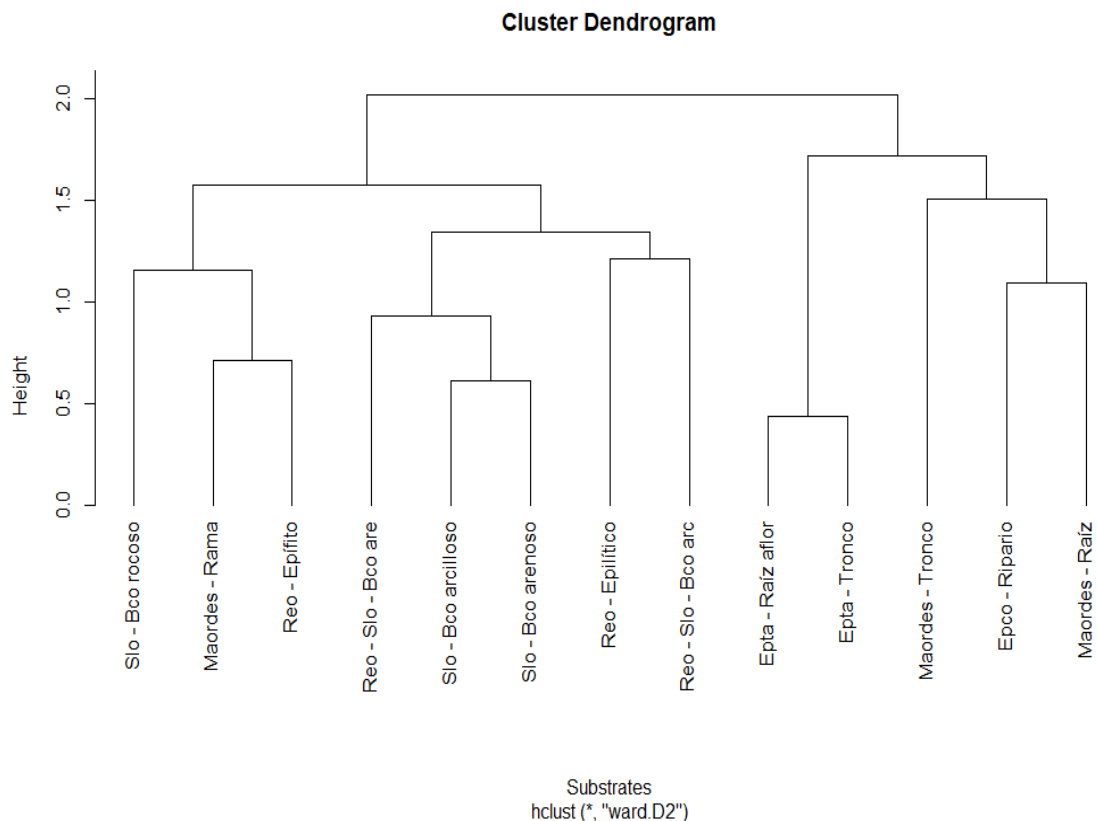
Agrupación jerárquica de los tipos de sustratos registrados, método UPGMA



En el caso del algoritmo de WARD, el dendrograma muestra más claramente una separación de los sustratos en dos grupos (figura 17), también conformados por varios subgrupos; el primero de ellos se estructura por 8 tipos de sustrato conteniendo a Suelo-Barranco rocoso, Materia orgánica -Rama, Reófilo – epífita, Reófilo- Suelo – Barranco arenoso, Suelo – Barranco arcilloso, Suelo – Barranco arenoso, Reófilo - Epilítico y Reófilo- suelo-Barranco arcilloso. El segundo consta de 5 tipos que son epífita – Raíz aflorante, Epífita -tronco, Materia orgánica - tronco, Epilítico – Ripario y Materia orgánica – Raíz.

Figura 17

Agrupación jerárquica de los tipos de sustratos registrados, método WARD



La correlación cofenética evaluada para los dendrogramas de los métodos UPGMA y WARD con la matriz de distancias euclidianas indicó que para el algoritmo de UPGMA el valor

de correlación es de **0.891** y para WARD de **0.801**, por lo que podemos optar por la selección de UPGMA como el algoritmo más idóneo para los agrupamientos.

Consecuentemente, la evaluación de las anchuras de siluetas para determinar el número de grupos idóneos, partiendo de un valor mínimo de 1 partición y el máximo de 13 posibles, reportó los promedios para cada una de esas hipótesis que son relacionados en la tabla 13, donde se resaltan los valores de promedio para 3, 4 y 7 particiones como los más altos valores de promedio.

Tabla 13

Promedio de anchura de silueta para cada una de las particiones del dendrograma de agrupamiento de sustratos

N° de particiones	Promedio de Anchura de siluetas	N° de particiones	Promedio de Anchura de siluetas
1	0.0000000	8	0.1981444
2	0.1194066	9	0.2067220
3	<u>0.2251236</u>	10	0.1888356
4	<u>0.2189663</u>	11	0.1409293
5	0.1915543	12	0.1028314
6	0.2040680	13	0.0000000
7	<u>0.2181680</u>		

En el caso del planteamiento de la partición en 3 grupos del dendrograma de tipos de sustratos, se obtiene el mayor valor de promedio, sugiriéndolo como el número óptimo de grupos. Para efectos de interpretación gráfica de las agrupaciones con la ejecución de (reorder.hclust {gclus}) y la adición de las figuras de rectángulos al dendrograma (rect.hclust {stats}), se presenta la figura 18, como la propuesta de agrupación jerárquica de los sustratos para la Cuenca Media del Cañón del Río Chicamocha, que se combina con el mapa de calor en la figura 19 para contrastar las distancias cofenéticas entre sitios.

Figura 18

Agrupación jerárquica de los tipos de sustratos registrados

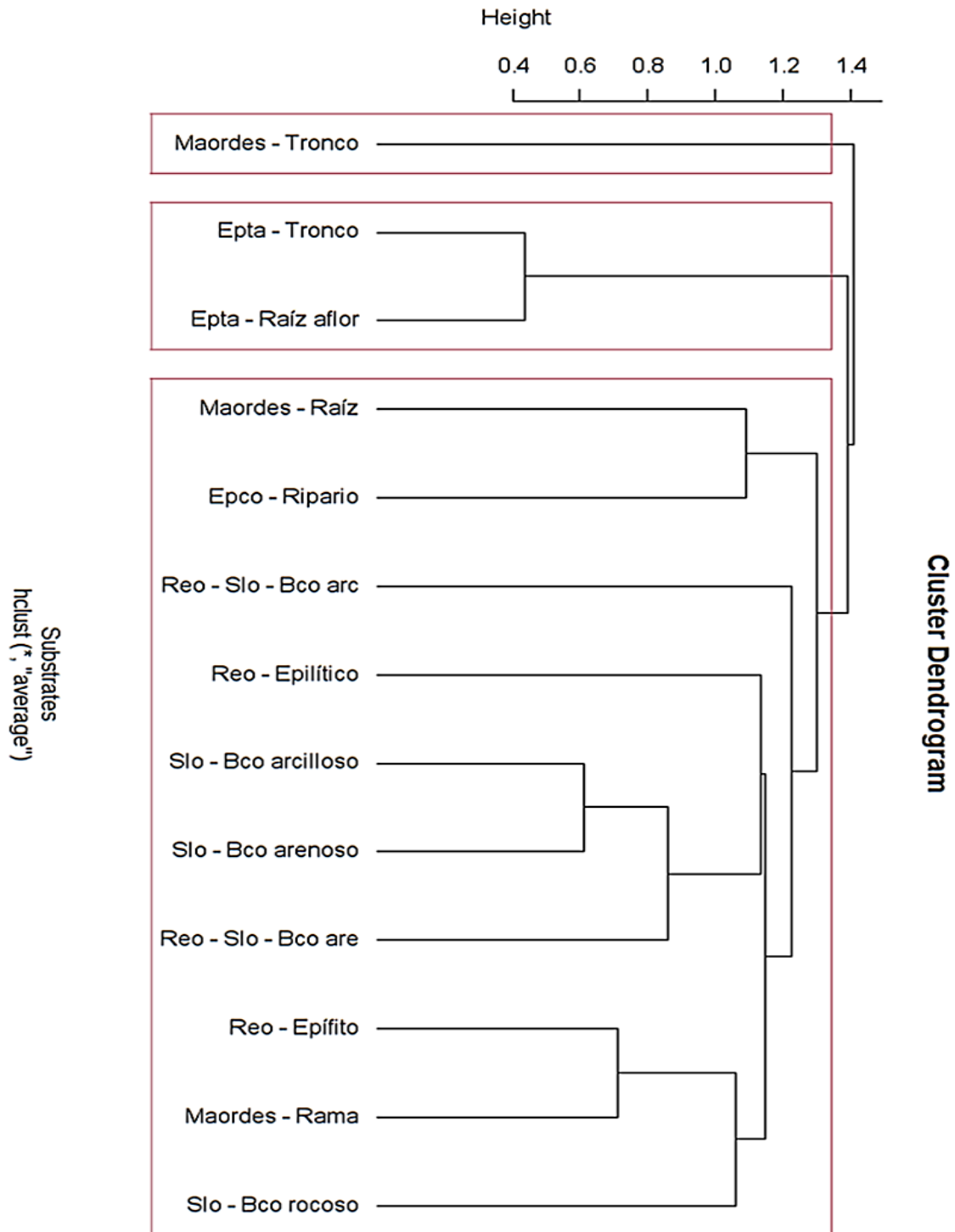
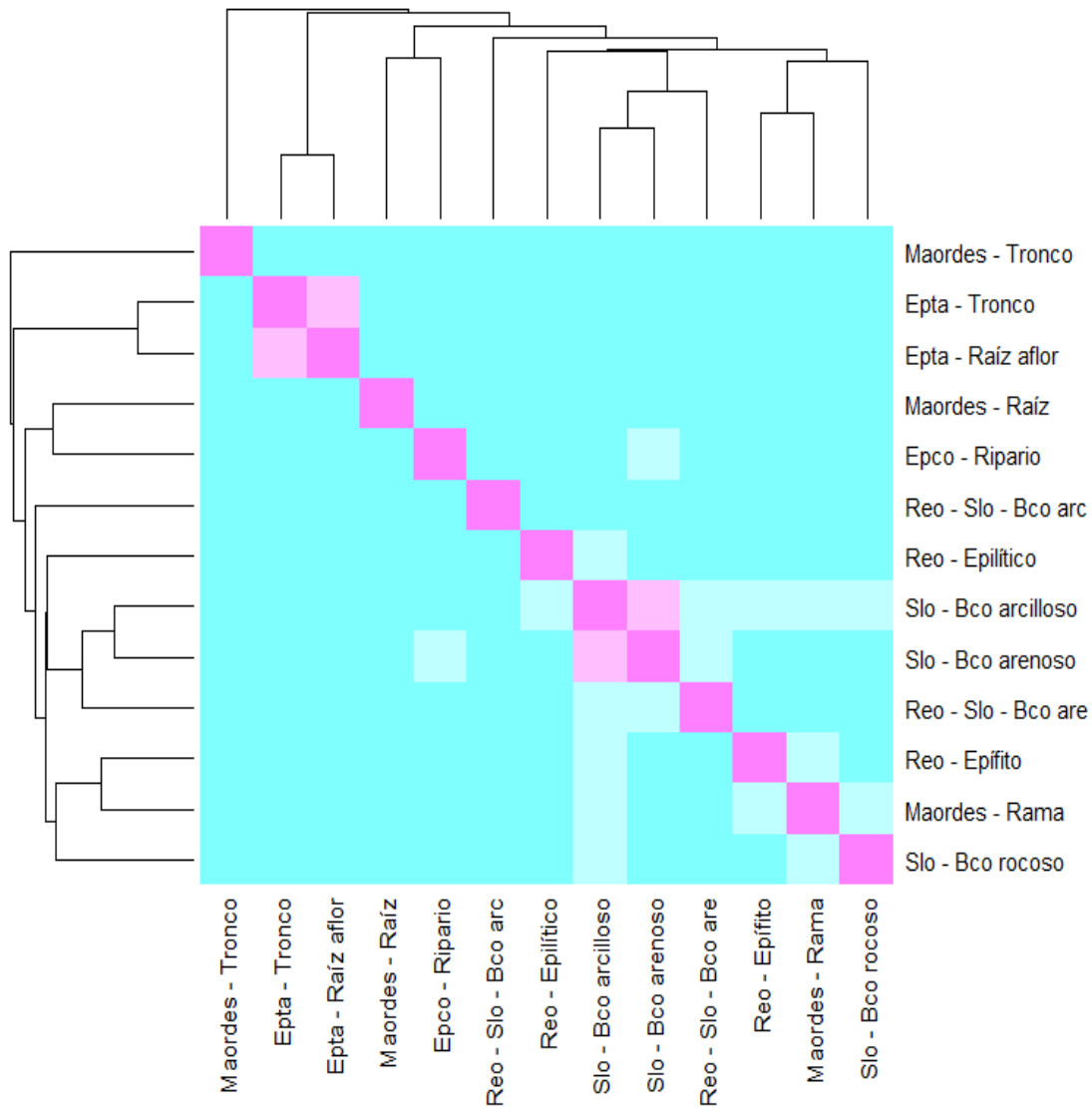


Figura 19

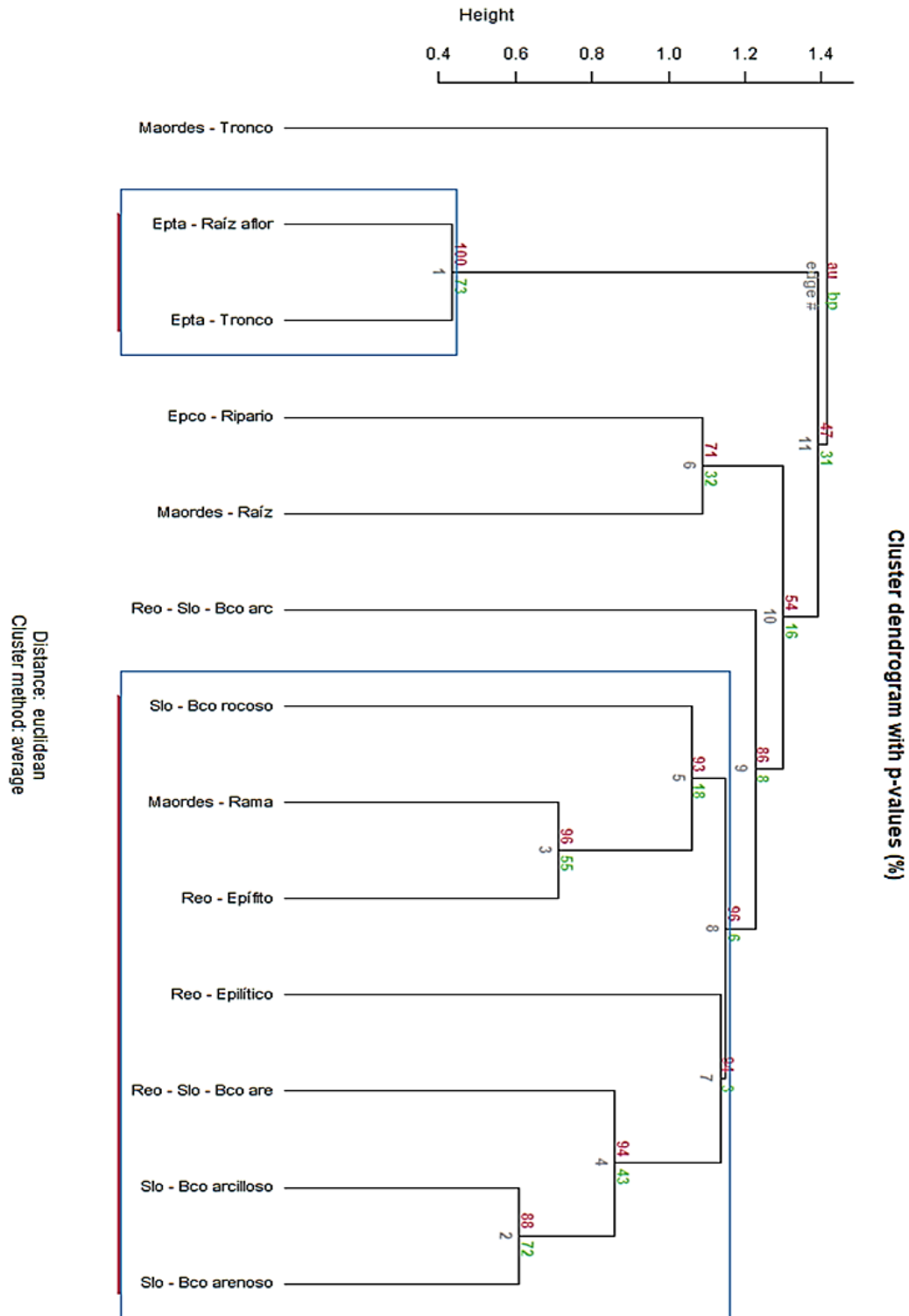
Comparación del dendrograma con el mapa de calor de distancias confenéticas



Por último, el análisis de Bootstrap multiescalar se representa en el dendrograma para cada grupo figura 20, mostrando los valores de probabilidad de bootstrap (Bp) y probabilidad inesgada (Au), así mismo, los rectángulos azules se asignaron para los valores de $Au > 0.91$ y las líneas rojas inferiores para $Au > 0.95$.

Figura 20

Dendrograma con valores de Au y Bp para los sustratos de la CMCC



Contrastando el método de anchuras de siluetas con el de *Bootstrap* multiescalar, se establecen nuevamente un total de tres grupos configurados según la tabla 14, donde vemos que el corte número uno incluye dos elementos, el número dos a 10 elementos y el tres a un único.

Tabla 14

Conformación de las particiones del dendrograma de agrupamiento de sustratos

Grupo	Sustrato	Grupo	Sustrato
<u>1</u>	Epta - Raíz afluor	<u>2</u>	Reo - Slo - Bco arc
<u>1</u>	Epta - Tronco	<u>2</u>	Reo - Slo - Bco are
<u>2</u>	<u>Epto - Ripario</u>	<u>2</u>	Slo - Bco arcilloso
<u>2</u>	<u>Materia orgánica - Raíz</u>	<u>2</u>	Slo - Bco arenoso
<u>3</u>	Materia orgánica - Rama	<u>2</u>	Slo - Bco arenoso
<u>2</u>	Reo - Epífita	<u>2</u>	Materia orgánica - Tronco
<u>2</u>	<u>Reo - Epilítico</u>	=	=

3.1.2.2.2 Preferencia de sustrato

Basado en los agrupamientos jerárquicos de los tipos de sustratos, en los que corresponde a 3 el número de particiones seleccionadas, se muestran las relaciones de preferencia de hábitat en el componente de sustrato de desarrollo de las especies de briófitos de la cuenca (tabla 15).

Tabla 15

Resumen de los resultados del análisis de patrón multinivel

Análisis de patrón multinivel	
Función de asociación	r.g
Nivel de significancia (alpha)	0.05
Número total de especies	44
Número seleccionado de especies	0
Número de especies asociados a 1 grupo	0
Número de especies asociados a 2 grupos	0
Lista de especies asociadas a cada combinación	N/A

Consecuentemente, el análisis de fuerza de asociaciones (strassoc {indicspecies}) entre las especies y los tres grupos de sitios, muestra la matriz de valores de asociación en la tabla 16

Tabla 16

Matriz de valores de asociación entre las especies y los grupos de sitios

Especie	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
<i>Amblystegium.serpens</i>	-0.13130643	0.2626129	-0.1313064
<i>Anomobryum.aff.conicum</i>	-0.26932680	0.5386536	-0.2693268
<i>Barbula.indica</i>	-0.22244045	0.4448809	-0.2224405
<i>Brachythecium.ruderale</i>	-0.17657810	0.3531562	-0.1765781
<i>Bryum.argenteum</i>	-0.13988699	0.2797740	-0.1398870
<i>Bryum.coronatum</i>	-0.20933272	0.4186654	-0.2093327
<i>Cyclodictyon.albicans</i>	-0.14661494	0.2932299	-0.1466149
<i>Didymodon.rigidulus</i>	-0.24059152	0.4811830	-0.2405915
<i>Dolotortula.mniifolia</i>	-0.14927867	0.2985573	-0.1492787
<i>Dumortiera.hirsuta</i>	-0.21683376	0.4336675	-0.2168338
<i>Ectropothecium.leptochaeton</i>	-0.24396124	0.4879225	-0.2439612
<i>Fabronia.ciliaris</i>	0.66363034	-0.3131612	-0.3504692
<i>Fissidens.crispus</i>	-0.22456700	0.4491340	-0.2245670
<i>Fissidens.curvatus</i>	-0.14982734	0.2996547	-0.1498273
<i>Fissidens.serratus</i>	-0.15052777	0.3010555	-0.1505278
<i>Fontinalis.bogotensis</i>	-0.13130643	0.2626129	-0.1313064
<i>Frullania.ericoides</i>	0.54181427	-0.1884571	-0.3533571
<i>Frullania.gibbosa</i>	0.63245553	-0.3162278	-0.3162278
<i>Frullania.riojaneirensis</i>	0.63245553	-0.3162278	-0.3162278
<i>Frullania.cf.pluricarinata</i>	0.63245553	-0.3162278	-0.3162278

Especie	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
<i>Helicodontium.capillare</i>	-0.13219002	0.3032595	-0.1710694
<i>Hyophila.involuta</i>	-0.16023175	0.3204635	-0.1602318
<i>Lejeunea.adpressa</i>	0.59549718	-0.2507357	-0.3447615
<i>Lejeunea.glaucescens</i>	-0.14080657	0.3908596	-0.2500530
<i>Lejeunea.laeta</i>	-0.10615851	0.3748045	-0.2686460
<i>Lejeunea.setiloba</i>	0.07344179	0.1744242	-0.2478660
<i>Lophocolea.bidentata</i>	-0.13130643	0.2626129	-0.1313064
<i>Marchantia.chenopoda</i>	-0.13719878	0.2743976	-0.1371988
<i>Phaeoceros.carolinianus</i>	-0.23171378	0.4634276	-0.2317138
<i>Philonotis.elongata</i>	-0.14927867	0.2985573	-0.1492787
<i>Philonotis.rufiflora</i>	-0.24635094	0.4927019	-0.2463509
<i>Philonotis.uncinata</i>	-0.23783692	0.4756738	-0.2378369
<i>Plagiothecium.novogranatense</i>	-0.24966394	0.4993279	-0.2496639
<i>Pseudocrossidium.replicatum</i>	-0.13130643	0.2626129	-0.1313064
<i>Racopilum.tomentosum</i>	-0.13130643	0.2626129	-0.1313064
<i>Rhynchostegium.scariosum</i>	-0.14363222	0.2872644	-0.1436322
<i>Riccia.membranacea</i>	-0.13130643	0.2626129	-0.1313064
<i>Sematophyllum.subpinnatum</i>	0.24891231	0.1610609	-0.4099732
<i>Sematophyllum.subsimplex</i>	0.93134905	-0.4405783	-0.4907708
<i>Splachnobryum.obtusum</i>	-0.22337771	0.4467554	-0.2233777
<i>Tricherpodium.beccarii</i>	-0.43412157	-0.5581563	0.9922779
<i>Trichostomum.brachydontium</i>	-0.24612888	0.4922578	-0.2461289
<i>Venturiella.coronata</i>	0.58046763	-0.4038036	-0.1766641
<i>Weissia.controversa</i>	-0.13378538	0.2675708	-0.1337854

3.1.2.2 Discusión

La riqueza de especies fue de 44 taxa, lo que se encuentra en el rango estimado en otros ecosistemas en franjas tropicales de Colombia, como la Serranía del Perijá entre los 0-900m de elevación con 17 especies (Aguirre y Ruiz, 2001), Los Montes de María entre los 0-1000m de elevación con 63 especies (Martínez *et al.*, 2016), El Valle seco del Patía entre 500 – 1000m con 46 especies de musgos (Ramírez *et al.*, 2018) y el piedemonte de la cordillera oriental en el municipio de Villavicencio (500m de elevación aprox.) con 34 especies (Lombo y Suárez, 2019). En las localidades mencionadas los musgos aportaron la mayor proporción de la riqueza, y en menor parte las hepáticas, sin presentar antocerotes en lo primero se concuerda en nuestra investigación, sin embargo, nuestro muestreo si reportó una especie de antocerote.

La familia Pottiaceae (Bryophyta) alberga el mayor número de especies (7), seguida de Frullaniaceae y Lejeuneaceae (Marchantiophyta) con 4, siendo congruente con la preferencia de las Pottiaceae por zonas abiertas de la región andina como lo manifiestan Churchill y Linares (1995), dado el tipo de hábitat estudiado, también es consistente con los resultados del oeste de la sierra Nevada del Cocuy que incluyó una localidad en el sur del río Chicamocha a 1200m de elevación donde Pottiaceae fue la familia más representativa (Mejía *et al.*, 2020). Así mismo, se refleja el patrón común de dominancia de la familia Lejeuneaceae en los bosques primarios y secundarios del neotrópico (Salazar *et al.*, 2022). En los géneros con más especies sobresalieron *Lejeunea* (Lejeuneaceae) y *Frullania* (Frullaniaceae) con 4 especies cada uno, seguidos de *Philonotis* (Bartramiaceae, Bryophyta) y *Fissidens* (Fissidentaceae, Bryophyta) con 3 especies.

Las frecuencias cualitativas permiten evidenciar que la gran mayoría de las especies registradas para el área de estudio (31 = 70.45%) se consideran de observación “escasa”, únicamente *Plagiothecium novogranatense* está categorizado como “habitual” y *Philonotis*

uncinata como “muy común”, estas diferencias revelan una composición heterogénea de las comunidades ante los diversos tipos de ambientes del área de estudio, es concordante con que estos grupos de plantas son especialmente sensibles a las pequeñas variaciones de cada hábitat, y su distribución en ellos es una respuesta muy precisa a los factores del microhábitat (Gimingham & Birse, 1957), lo que puede favorecer o no, el crecimiento de algunos taxa.

En el caso de *P. novogranatensis* y *P. uncinata*, fueron registrados tanto en hábitat reófilo como ripario, para el caso de la primera, los sustratos de recolección fueron epífito, materia orgánica en descomposición y epilítico, para la segunda fueron epítifo, epilítico y suelo, ambas especies estuvieron asociadas a los barrancos de bordes de río, lo que proporciona desde una mayor área de sustrato para las terrestres, como mejor disponibilidad de agua, al estar en contacto con las corrientes que son fuentes directas de suministro de este recurso.

En cuanto al hábitat de los briófitos, se observó que el 52.3% de las especies se halló únicamente en las zonas de rivera de los ríos, y que otro 43.2% podría estar tanto en zona riparia como de reófilos. Esto deja ver lo determinante de la velocidad e ímpetu de la corriente de agua en el establecimiento de las plantas en los ambientes acuáticos (Dugand, 1944). En la topografía quebrada que encañona los ríos de los ambientes muestreados se presentan corrientes fuertes a las que pocas plantas pueden hacer resistencia, pese a esto *F. bogotensis*, un taxón andino típicamente acuático, fue hallado sobre rocas en el río Umpalá y como caso atípico *R. tomentosum* que no suele encontrarse como reófilo, se recolectó sobre la zona radicular de un árbol con su base parcialmente sumergida en la corriente.

Los taxa recolectados en la Cuenca Media-Baja del Cañón del Chicamocha, en general presentan amplios rangos de distribución a nivel mundial, dispersándose principalmente por la región de América Tropical, o América Tropical + África + regiones templadas, en las que

podemos incluir el 56.8% de las especies, y la Pantropical (también incluye A.T.) en la que se distribuyen el 29.5%, lo que nos permite ver su amplia distribución por subregiones tropicales y de manera particular, encontramos un endemismo para Colombia, *Fontinalis bogotensis* Hampe.

La distribución mundial evidenciada es amplia para las especies de la cuenca, ya que además de incluir los elementos de América tropical, pantropical, y A.T. con otras combinaciones, se encuentran taxa subcosmopolitas como *Bryum argenteum*, *Lophocolea bidentata*, *Phaeoceros carolinianus*, y *Weissia controversa*, Tanto *B. argenteum* como *W. controversa* fueron característicos de suelos de lugares abiertos, con alta exposición solar en donde habitualmente residen especies ruderales de plantas vasculares, por lo que se puede atribuir esta misma cualidad a los briófitos. Paralelamente, *F. bogotensis* es un elemento que hace parte de las especies exclusivamente registradas para el país, además de ser de hábito únicamente reófilo (acuático) y estar reportado para la región andina (Churchill y Linares, 1995).

A nivel de las regiones biogeográficas de Colombia, en función de la localización de la cuenca media del cañón del Chicamocha, el 100% de los briófitos de este estudio están reportados dentro de los Andes, de ellos, el 40.9% tienen distribución exclusiva andina, el 20.5% están presentes en Andes + Sierra Nevada de Santa Marta (S.N.S.M.), de tal manera que es con la Sierra Nevada de Santa Marta que resulta la mayor afinidad ya que también figuran juntas en otras agrupaciones compuestas de 3 o más regiones (ejemplo: Amazonia, Andes, S.N.S.M.).

A partir del análisis cualitativo de la asociación por relaciones de distribución o patrón biogeográfico, en que evidenciamos la similitudes y diferencias ecológicas entre las regiones y la cuenca podemos ver que el recambio es mayor entre las especies de la cuenca que también están presentes en la SNSM y las de la cuenca que se comparten con Amazonia/ Caribe y es seguido por el recambio con Pacífico, mientras el valor de la diversidad beta global, representa más

diferenciación de Orinoquia con las demás regiones, al arrojar los valores más altos de disimilitud, a la vez que agrupa la relación biogeográfica de Andes con S.N. S M en una sola rama del dendrograma al tener menor valor de disimilitud, es decir, más similitud entre ellas.

En el caso de la relación de la cuenca con respecto a la Sierra Nevada, las especies que originan la similitud son de distribución geográfica-altitudinal amplia especialmente desde tierras bajas como *Bryum coronatum* (25 – 1400m), *Cyclodictyon albicans* (30 - 2800 m), *Hyophila involuta* (10 - 2440m), *Lejeunea adpressa* (100 - 2100 m), *Philonotis uncinata* (25 – 3500m), *Sematophyllum subsimplex* (20 - 1400 m) y *Racopilum tomentosum* (340 - 3400 m), entre otras, aunque la Sierra es un macizo aislado de la cordillera de los Andes, se levanta desde orillas del mar Caribe hasta los 5775m de elevación con 8 biomas terrestres e influencia de un enclave subxerófilo en el área noroccidental dentro del zonobioma subxerofítico tropical (Carbano y Lozano, 1997), generando una gama de diversos ambientes en que se pueden desarrollar especies comunes con el zonobioma alternohigrico de nuestra área de estudio.

El alto número de novedades corológicas es relevante, especialmente por aportar segundos registros a la brioflora de Colombia de *Lejeunea glaucescens* Gottsche, *Lejeunea setiloba* Spruce y *Riccia membranacea* Gottsche & Lindenb. Particularmente *L. setiloba* una hepática distribuida en américa tropical, previamente reportada para Argentina, Brazil, Costa Rica, e Indias Occidentales (Cañiza *et al.*, 2017) y considerada como xerofítica de bajas elevaciones (Bastos & Gradstein, 2020), puede ser confundida con *Lejeunea trinitensis* Lindenb. que tiene un lóbulo con diente de 6-11 células de largo, pero se diferencia por tener el lóbulo con una base más desarrollada, un diente de 3-4 células de largo y por el periantio no comprimido (Reiner-Drehwald, 2000). *Phaeoceros carolinianus* (Michx.) Prosk. se destaca porque pese a ser una especie subcosmopolita solo se había reportado para Colombia en el departamento de Nariño y en la Sierra

Nevada de Santa Marta (Gradstein *et al.*, 2016), este nuevo aporte se constituye como el tercer registro de la especie a nivel nacional y el primer Antocerophyta en Santander.

El incremento de la franja altitudinal para las 17 especies merece atención, ya que proporciona información en cuanto a la presencia de especies consideradas propias de ecosistemas por encima de los 2000m de elevación, que con este trabajo fueron evidenciadas zonas de tierras bajas – tropicales, de zonobioma alternohígrico, siendo el caso de *Amblystegium serpens* (Hedw.) Schimp., *Fissidens curvatus* Hornsch., *Fissidens serratus* Müll.Hal., *Fontinalis bogotensis* Hampe, *Philonotis rufiflora* (Hornsch.) Reichardt y *Plagiothecium novogranatense* (Hampe) Mitt., que, al tener como carácter común en hábito reófilo, pueden estar llegando a la franja tropical de la cuenca, a través de la corriente hídrica de la cuenca alta los ríos del área de estudio

La distribución en los sustratos generales, así como otros atributos descritos anteriormente se presentó de manera heterogénea, resaltando que el 79.5% de las especies se observó en suelo por lo que es el sustrato de mayor riqueza briófitos en la cuenca, como ha sucedido en otras investigaciones donde se consideró como uno de los predominantes, por ejemplo en el Complejo de páramos Tota-Bijagual-Mamapacha (Gil-Novoa, 2017), los Montes de María (Martínez *et al.*, 2016), el Río Teatinos (Álvaro-Alba *et al.*, 2019) y el Valle seco del Patía (Padilla y Solarte, 2018), una condición que se explica por la mayor disponibilidad de este sustrato en la mayoría de los ambientes y es semejante a lo expresado por Gil-Novoa (2017).

Sobre la distribución en los sustratos específicos, cabe anotar que las especies generalistas fueron *Philonotis uncinata* y *Plagiothecium novogranatense* por obtenerse en 7 de los 13 sustratos, sin embargo, el componente de preferencia de sustrato se identifica desde el anidamiento jerárquico realizado con los Algoritmos UPGMA y WARD, que se aplicaron con el fin de tener 2 propuestas contrastantes de agrupaciones para los sustratos, como se vio en los resultados, tanto

por UPGMA como por WARD se sugerían al menos 2 grupos, por eso se tuvo en cuenta el valor de correlación confenética para la selección del dendrograma que describe las relaciones ecológicas de los sustratos y ante un mayor valor, se determinó que era el UPGMA, el cual se estableció con un total de 3 particiones sugeridas por el mayor promedio de las anchuras de siluetas, debido a que, al tener valores más altos, se manifiesta que los grupos de dichas particiones estarán más claramente aislados que en otras.

Los subgrupos mostrados en las hojas del dendrograma se respaldan con el mapa de calor que reflejó que en términos de distancias euclidianas, se muestra la separación entre ellos través de las tonalidades de color, de tal manera que a menor distancia será rosa más intenso el color de los recuadros y al aumentar la distancia será de color azul claro, y se ve como estos colores se observan concordantes en el dendrograma, así como con los valores de probabilidad insesgada (*AU*) del análisis de *Bootstrap multiescalar* cuyos valores en las ramas concuerdan con la conformación de 3 grupos de sustratos en la cuenca en donde las epifitas de raíz y tronco se incluyen en el grupo 1, en el grupo 2 los suelos- barrancos riparios y reófilos, con reófilos epífitos y de manera aislada el materia orgánica de rama, formando grupos con sentido ecológico.

Pese a lo anterior, la fuerza de las asociaciones entre las especies y sustratos con el coeficiente de correlación biserial puntual, indicó que no hay preferencias por los grupos de sustratos, y se entiende que ante una riqueza de especies conformada principalmente por taxa generalistas, ruderales, de amplia distribución geográfica se requiera de una baja especialización por los sustratos, esto es similar a lo que afirman Lisboa & Ilkiu (como se citó en Martínez *et al.*, 2016) grupos como la familia Lejeuneaceae donde sus características morfo-fisiológicas les permiten colonizar los diferentes sustratos y microambientes en los bosques de tierras bajas.

3. Conclusiones

El registro de 44 especies de briófitos que incluyen tanto musgos (Bryophyta) como hepáticas (Marchantiophyta) y antocerotes (Antocerothyta), revela una alta riqueza de especies para la cuenca media-baja del cañón del río Chicamocha y el zonobioma alternohigrico tropical de Santander, a la vez que contribuye ante la documentación insipiente de la brioflora de ecosistemas andinos-tropicales de tierras bajas en el país.

Los taxa registrados se agrupan en 23 familias con 29 géneros taxonómicos, por lo cual en términos de riqueza las familias Pottiaceae, Frullaniaceae y Lejeuneaceae fueron las de mayor representatividad. Para el caso de las dos últimas, también incluyen los géneros más representativos siendo estos, *Lejeunea* y *Frullania* con 4 especies para cada uno, mientras *Philonothis* (Bartramiaceae) y *Fissidens* (Fissidentaceae) aunque no predominan a nivel de familia si incluyen 3 especies para cada uno de ellos, adquiriendo relevancia antes la baja frecuencia de observación del 70.45% de las especies de esta porción de la cuenca.

El elemento biogeográfico global predominante en el área de estudio es la región de América tropical, con componentes tanto andinos como de otras porciones de esta zona, y para las regiones biogeográficas en Colombia, la mayor afinidad se presentó con la Sierra Nevada de Santa Marta, con la cual la cuenca presenta menores valores de diversidad Beta y se comparte el mayor número de taxa.

El hábitat prevaleciente para la existencia de los briófitos es el ripario ya que cobija el 52.3% de las especies y comparte el 43.2% del total con el reófilo. Así mismo, el 20.5% de las plantas se evidenciaron en un solo sustrato, el 29.5% en dos tipos y de ellos se establece de manera general el suelo como el de mayor contribución en la distribución de las especies, sin indicar una

asociación específica ya que los análisis determinaron que no existe preferencia de sustrato por los briófitos de la cuenca.

Las novedades corológicas que se resaltan corresponden con *Lejeunea setiloba* Spruce (Lejeuneaceae), *Lejeunea glaucescens* Gottsche (Lejeuneaceae) y *Riccia membranacea* Gottsche & Lindenb. que son un segundo registro para Colombia, así mismo, *Phaeoceros carolinianus* (Michx.) Prosk. fue registrado por tercera vez y *Tricherpodium beccarii* (Müll. Hal.) Pursell. es un quinto registro nacional, a la vez que se amplía el rango de distribución altitudinal de 17 especies contribuyendo con un mayor registro en los pisos altitudinales y el conocimiento de la ecología de dichos grupos.

4. Recomendaciones

La distribución de las especies en la cuenca podría estar explicada por factores ambientales, además, es posible que la menor incidencia en el hábitat reófilo se dé por factores mecánicos como la fuerza de las corrientes hídricas, por lo que es necesario aplicar análisis que involucren variables ambientales e incluyan las propiedades físico-químicas de los tramos de río en que se realicen los muestreos.

La forma de vida y crecimiento se considera como un componente importante para determinar el establecimiento de los briófitos, por lo cual es importante recabar análisis de morfología en este aspecto para explicar los patrones de distribución vistos en las especies.

Se requiere estudiar las relaciones ecológicas y la diferencia en la composición de especies de briófitos, así como caracterizar las unidades de cobertura y uso del suelo entre cada uno de los 3 ríos, para tener en cuenta la afectación de la transformación del paisaje y la actividad antrópica en la existencia de estos grupos de plantas

Referencias Bibliográficas

- Aguirre, J. (2010). Diversidad y riqueza de musgos y líquenes en Colombia-Generalidades y metodología. Colombia diversidad biótica VI: Riqueza y diversidad de los musgos y líquenes en Colombia, 1-17.
- Aguirre-C, J., & Ruiz-A, C. A. (2001). Composición florística de la brioflora de la serranía del Perijá (Cesar—Colombia): Distribución y ecología. *Caldasia*, 181-201.
- Albesiano, S. (1999). Aportes al conocimiento de la estructura, composición florística, riqueza y diversidad de la parte media y baja del cañón del río Chicamocha (Santander-Colombia). (Tesis de pregrado). Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología.
- Allen, B. (1994). Moss flora of Central America Part. 1 Sphagnaceae–Calymperaceae. *Monographs in Systematic Botany*, Missouri Botanical Garden Press.
- Álvaro-Alba, W. R., Infante, D. A., & Cárdenas, K. A. (2019). Catálogo comentado de musgos, hepáticas y antoceros acuáticos del río Teatinos (Boyacá, Colombia). *Revista Mutis*, 9(2), 49-61.
- Ángel, L. M., & Ramírez, M. J. (2015). Cartografía geológica y cálculo del balance hídrico para la construcción del túnel de carga en la central hidroeléctrica Chicamocha - municipio de Aratoca, Santander. Monografía. Sogamoso: Escuela de Ingeniería Geológica, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Bastos, C., & Gradstein, S. R. (2020). The genus *Lejeunea* Lib. (Lejeuneaceae, Marchantiophyta) in Brazil. *Phytotaxa*, 453(2), 55-107. doi: <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.453.2.1>
- Becerra-I-, D. A., Cárdenas-E, K. A., & Álvaro-A, W. R. (2020). Diversidad de briófitos acuáticos en un río de alta montaña tropical. *Caldasia*, 42(2), 294-305.

- Benavides, J. (2004). Líquenes y briófitos del área metropolitana de Bucaramanga. (Tesis de pregrado). Bucaramanga: Universidad industrial de Santander.
- Bernal, R. (2016). Geografía de Colombia. En R. Bernal, S. R. Gradstein, & M. Celis (Edits.), Catálogo de plantas y líquenes de Colombia (Vol. 1, págs. 19 - 32). Bogotá D.C.: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Bernal, R., S.R. Gradstein & M. Celis (eds.). 2019. Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
<http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>
- Bolaños, G. (2012). Briófitos reófilos de la parte alta de la quebrada Juntas y el río Cocuy del departamento del Cauca, Colombia. Cali, Colombia: Departamento de Biología, Universidad del Valle.
- Cacua - Toledo, C. F., Serrano-Cardozo, V. H., & Ramírez - Pinilla, M. P. (2018). Composición y distribución de hepáticas (Marchantiophyta) en un intervalo altitudinal en la Cordillera Oriental de Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 66(2), 559-570.
- Cañiza, B. D., Peralta, D. F., & Suárez, G. (2017). New Records and Range Extension of Bryophytes for Paraguay. *Cryptogamie, Bryologie*, 38(4), 393 - 410.
- Carbono, E., & Lozano Contreras, G. (1997). Endemismos y otras singularidades de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia: posibles causas de origen y necesidad de conservarlos. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (Colombia)*. 21(86), 409-419.
- Cataño-D., E., Uribe-M., J., & Campos, L. V. (2014). Diversidad de hepáticas y musgos en turberas del nevado del Tolima. *Caldasia*, 36(2), 217-229.

- Chapin III, F. S., Bloom, A. J., Field, C. B., & Waring, R. H. (1987). Plant responses to multiple environmental factors. *Bioscience*, 37(1), 49-57.
- Charry, A. M., & Agudelo, O. Y. (2006). La Brioflora (Musgos - Hepáticas) de la Mesa de los Santos, Santander. (Tesis de pregrado). BOGOTÁ D.C.: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Churchill, S. P. (2016). Bryophyta (Musgos). En R. Bernal, S. R. Gradstein, & M. Celis (Edits.), *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia*. (Vol. I, págs. 353 - 442). Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia (Sede Bogotá). Facultad de ciencias. Instituto de Ciencias Naturales.
- Churchill, S., & Linares, E. (1995). *Prodromus Bryologiae Novo-Granadensis*. Introducción a la Flora de Musgos de Colombia. Bogotá D. C.: Biblioteca José Jerónimo Triana N° 12.
- Cleef, A. M. (1981). The vegetation of the paramos of the colombian cordillera Oriental. *Diss. Bot*, 41, 1-320.
- Crum, H. A. (2001). *Structural Diversity of Bryophytes*. Ann Arbor: University of Michigan.
- Cuta, L. E., y Morales, M. E. (2015). Diversidad y distribución de briófitos en el páramo de Onzaga (Santander, Colombia). VII Congreso Colombiano de Botánica: Biodiversidad y País. (pág. 213). Manizales: Universidad de Caldas.
- Dugand, A. (1944). Nuevos conceptos biotipológicos y ecológicos en la Hydrophytia y breve sinopsis de la flora Podostemonácea de Colombia. *Revista Acad. Colomb. Ci.Exact.*, 6(21), 28 - 31.
- Dugand, A. (1973). Elementos para un curso de geobotánica en Colombia. *Cespedesia*, 2(6-8), 139-476.

- Evans, S. A., Halpern, C. B., & McKenzie, D. (2012). The contributions of forest structure and substrate to bryophyte diversity and abundance in mature coniferous forests of the Pacific Northwest. *The bryologist*, 115(2), 278 - 294.
- Fonseca, L. A., Angulo, J. D., Buitrago, J. E., González, D. H., Gómez, Guerra, J. O, Lozano, F. A., Mesa, L.D., Páez, N. A., Romero, E. y Vergara, I. (2015). Elaboración del instrumento de carácter técnico-ambiental que evidencie los diferentes procedimientos y técnicas necesarias para un desarrollo apropiado para la extracción de materiales de arrastre a partir del trabajo conjunto con las autoridades ambientales. Sogamoso: Corporación Autónoma Regional de Santander-CAS. Contrato N °005/2014, UPTC – UPME.
- GBIF.org. (1 de 10 de 2022). GBIF: The Global Biodiversity Information Facility. Obtenido de <https://www.gbif.org>
- Gil Novoa, J. E. (2017). Briófitos del complejo de páramos Tota - Bijagual - Mamapacha y fitogeografía. (Tesis de Maestría). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja. <http://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/1940>
- Gil - Novoa, J. E., Cuta - Alarcón, L. E., & Morales-P, M. E. (2017). Richness and distribution of mosses in a sub-Andean forest in Bolívar-Santander. *Revista de Biología Tropical*, 65(4), 1397 - 1406.
- Gimingham, C. H., & Birse, E. M. (1957). Ecological studies on growth-form in bryophytes: I. Correlations between growth-form and habitat. *The Journal of Ecology*, 533-545.
- Goffinet, B., Buck, W., & Shaw, J. (2009). Morphology, anatomy, and classification of the Bryophyta. En B. Goffinet, & J. Shaw (Edits.), *Bryophyte Biology* (Segunda ed., págs. 55-138). Cambridge University Press.

- Gómez Parra, R. S., Manrique Valderrama, N. T., Moreno Gaona, D. A., Escobar, M. R., Parada Alfonso, J. A., & González Sanabria, J. S. (2020). Flora vascular y no vascular: expedición Cuenca Media del río Chicamocha - Proyecto Boyacá BIO UPTC. v1.1. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. doi:<https://doi.org/10.15472/mihyym>
- Gradstein, S. R. (2018). Key to hornworts (Anthocerotophyta) of Colombia. *Caldasia*, 40(2), 262-270. doi:<https://dx.doi.org/10.15446/caldasia.v40n2.71750>
- Gradstein, S. R., y Uribe - M, J. (2016-a). Anthocerotophyta. En R. Bernal, S. R. Gradstein, & M. Celis (Edits.), *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia* (Vol. 1, págs. 443–445). Bogotá: Editorial Universidad Nacional de Colombia.
- Gradstein, S. R., y Uribe-M., J. (2016-b). Marchantiophyta. En S. R. Bernal (Ed.), *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia* (págs. 252-282). Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de ciencias. Instituto de Ciencias Naturales.
- Gradstein, S. R., & Uribe-M, J. (2011). Synopsis of the Frullaniaceae (Marchantiophyta) from Colombia. *Caldasia*, 33(2), 367-396.
- Gradstein, S. R., & Hekking, W. (1979). Studies on Colombian cryptogams IV. catalogue of the Hepaticae of Colombia. *Journal of the Hattori Botanical Laboratory*, 45, 93-144.
- Gradstein, S. R., Churchill, S. P., & Salazar-Allen, N. (2001). Guide to the bryophytes of tropical America (Vol. 86). *Memoirs of the New York Botanical Garden*.
- Gradstein, S. R., Morales, C., Negrito, M. A., & Duckett, J. G. (2016). New records of liverworts and hornworts from the Sierra Nevada de Santa Marta. *Cryptog., Bryol.*, 37(4), 463-475. doi:[10.7872/cryb/v37.iss4.2016.463](https://doi.org/10.7872/cryb/v37.iss4.2016.463).
- Gradstein, S. R., Uribe, J., Acebey, A., Bock, C., & Krömer, T. (2007). Plant diversity of Colombia catalogued. *Taxon*, 273-274.

- Gradstein, S. R., Uribe-M, J., Gil-N., J. E., Morales, C., & Negritto, M. A. (2018). Liverworts new to Colombia. *Caldasia*, 40(1), 82-90. doi:<https://dx.doi.org/10.15446/caldasia.v40n1.68077>
- Hernández-Camacho, J. I. y H. Sánchez. (1992). Biomás terrestres de Colombia.in: G. C. C. Halffter (ed.). *Diversidad biológica de Iberoamérica I*. Instituto de Ecología, Xalapa, México.
- Iwatsuki, Z. (1960). The epiphytic bryophyte communities in Japan. *J. Hattori Bot. Lab.*, 22, 159-352.
- Lagos, M., Sáenz, F., & Morales, M. (2008). Briófitos reófilos de tres quebradas del páramo de Mamapacha, Chinavita (Boyacá-Colombia). *Acta Biológica Colombiana*, 13(1), 143-160.
- Linares, E., & Churchill, S. P. (1997). Comunidades de briófitos reofilicos, en un caño de montaña, en San Francisco, Cundinamarca. *Caldasia*, 19(1-2), 323-329.
- Lombo, S. Y. y Suárez K.Y (2019). Distribución vertical de briófitos en un bosque húmedo tropical de la reserva forestal Buenavista, Villavicencio-Meta [Tesis de pregrado]. Universidad de los Llanos.
- Martínez, S., Basilio, H., Herazo, F., Mercado, J., y Morales, M. E. (2016). Diversidad de briófitos en los Montes de María, Colosó (Sucre, Colombia). *Colombia Forestal*, 19(1), 41-52.
- Meehan, W. R., Swanson, F. J., & Sedell, J. R. (1977). Influences of riparian vegetation on aquatic ecosystems with particular reference to salmonid fishes and their food supply. En J. y. coords.) (Ed.), *Importance, preservation and management of riparian habitat: a symposium*. (págs. 137-145). Fort Collins, CO: U.S.: Department of Agriculture.

- Mejia, A., Castro, V., Peralta, D.F. & Moncada, B. 2020. Altitudinal zonation of mosses in west of the Sierra Nevada of Cocuy, Boyacá, Colombia. *Hoehnea* 47: e162020. <http://dx.doi.org/10.1590/2236-8906-16/2020>.
- Peñaloza-Bojacá, G. F., Fernandes De Oliveira, M., & Maciel-Silva, A. S. (2020). *Anthoceros tristanianus* J.C.Villarreal, J.J.Engel & Váña in Váña & Engel (Anthocerotaceae, Anthocerotophyta) a new record for South America from the Colombian bryophyte flora. *Cryptogamie, Bryologie*, 41(9), 105-110. doi:<https://doi.org/10.5252/cryptogamie-bryologie2020v41a9>.
- Peñuelas, J. (1984). Pigment and morphological response to emersion and immersion of some aquatic and terrestrial mosses in NE Spain. *Journal of bryology*, 13(1), 115-128.
- Proctor, M. C. F. (1982). Physiological ecology: water relations, light and temperature responses, carbon balance. *Bryophyte ecology*, 333-381.
- Pizano, C., & García, H. (2014). *El Bosque Seco Tropical en Colombia*. (C. Pizano, & H. García, Edits.) Bogotá D.C., Colombia.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt.
- Ramírez-Padilla, B. R., Solarte-Téllez, V. & Ramírez-Burbano, P. A. (2018). Musgos del valle seco del Patía, suroccidente de Colombia: riqueza, ecología y biogeografía. *Biota Colombiana*, 19(2), 2-11. DOI: 10.21068/ c2018.v19n02a01.
- Ramírez - P, B., & Solarte - T, V. (2019). LA FAMILIA ERPODIACEAE (BRYOPHYTA) EN COLOMBIA. *Revista Novedades Colombianas*, 14(1), 17-26.
- Reiner–Drehwald, M. E., Schäfer–Verwimp, A., & Ilkiu-Borges, A. L. (2018). New synonyms and national records for *Lejeunea* (Lejeuneaceae, Marchantiophyta) in Tropical America. *Bryophyte Diversity and Evolution*, 40(1), 6-10. doi:<https://doi.org/10.11646/bde.40.1.2>

- Reiner-Drehwald, M.E. (2000) Las Lejeuneaceae (Hepaticae) de Misiones, Argentina VI. *Lejeunea* y *Taxilejeunea*. *Tropical Bryology*, 19: 81–131.
<https://doi.org/10.11646/bde.19.1.14>
- Romero-Moreno, M. C. (2017). Análisis de la distribución de las comunidades de briofitos reófitos como bioindicadores en la calidad del agua de los caños Parrado y Buque, dentro de la reserva Buenavista (Villavicencio- Colombia). (Tesis de pregrado). Villavicencio: Universidad de los Llanos - UNILLANOS.
- Rueden, C., Schindelin, J., Hiner, M., Walter, A., Arena, E., & Eliceiri, K. (2017). ImageJ2: ImageJ for the next generation of scientific image data. *BMC Bioinformatics*, 18(529), 1-26.
- Salazar-Allen, N., Dauphin, G., Villarreal, J.C., Caswell-Levy, C., Cox, E.R., Espinoza P, B., Gudiño, J., Hernandez-Rodriguez, E., Magaña-Marcial, K.Y., Mezaka, A., Ramirez-Roman, J.D. Rodriguez, L., Rojas Carvajal, A., Romero-Moreno, C, Tomitani, A y Zevallos-Grijalva, K. (2022) Bryophytes Of Mangroves Of Bocas Del Toro, Panama. *Bryophyte Diversity and Evolution*, 45(1):133-150
- Sánchez-M., R., Rangel-Ch., J., & Aguirre-C, J. (1989). Estudios ecológicos I IV: aspectos sinecológicos de la brioflora de los depósitos turbosos paramunos de los alrededores de Bogotá. *Caldasia*, 16(76), 41-57.
- SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO. (2013). Zonificación de amenazas por fenómenos de remoción en masa. Estandarización de geofomas de ambiente denudacional
- SIB, C. (01 de octubre de 2022). Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia. Obtenido de <https://datos.biodiversidad.co/>
- Söderström, L., Hagborg, A., Von Konrat, M., Bartholomew-Began, S., Bell, D., Briscoe, L., . . . Zhu, R. L. (2016). World checklist of hornworts and liverworts. *PhytoKeys*, 59, 1-821.

- Sturges, H. A. (1926). The choice of a class interval. *Journal of the American Statistical Association*, 21(153), 65-66.
- Swanson, F. J., Gregory, S. V., Sedell, J. R., & Campbell, A. G. (1982). Land-water interactions: the riparian zone. En R. L. Edmonds (Ed.), *Analysis of coniferous forest ecosystems in the Western United States*. (US/IBP Synthesis Series 14 ed., págs. 267-291). Stroudsburg: Hutchinson Ross Publishing Co.
- Tichý, L., & Chytrý, M. (2006). Statistical determination of diagnostic species for site groups of unequal size. *Journal of Vegetation Science*, 17, 809-818.
- Uribe, J., & Gradstein, S. R. (1998). *Catalogue of the Hepaticae and Anthocerotae of Colombia*. (Vol. 53). Berlín: Bryophytorum bibliotheca.
- Valencia-D, J., Trujillo-Ortiz, L. N., & Vargas-R, O. (2012). Dinámica de la vegetación en un enclave semiárido del río Chicamocha, Colombia. *Biota Colombiana*, 2(40-65), 13.
- van Stennis, C. (1981). *Rheophytes of the World*. Alphen aan den Rijn. The Netherlands, : Sijthoff & Noordhoff,.
- Vanderpoorten, A., & Goffinet, B. (2009). *Introduction to bryophytes*. Cambridge University Press.
- Villarreal J.C., Cargill D.C., Söderström L., Hagborg A. & von Konrat M., (2015). — Notes on Early Land Plants Today 70. Nomenclatural notes on hornworts (Anthocerotophyta). *Phytotaxa* 208: 92-96.
- Yuzawa, Y. (1991). A monograph of subgen. *Chonanthelia* of gen. *Frullania* (Hepaticae) of the world. *Journal of the Hattori botanical laboratory*, 70, 181-291.
- Zander, R. H. (1993). *Genera of the Pottiaceae: mosses of harsh environments*. (Vol. 32). Buffalo, New York: Buffalo Society of Natural Sciences.

Apéndices

Apéndice A. Catálogo comentado de los briófitos reófilos y riparios de la Cuenca Media-Baja del cañón del río Chicamocha

Se presenta el catálogo de los briófitos reófilos y riparios en la cuenca media del cañón del río Chicamocha, con la información para las 44 especies recolectadas, de las cuales 1 es de Antocerote, 12 son de hepáticas y 31 de musgos, todas ellas en las rondas hídricas de los ríos Manco, Perchiquéz y Umpalá, tributarios del río Chicamocha.

ANTOCEROTES

(Anthocerochyta)

Familia NOTOTHYLADACEAE***Phaeoceros carolinianus* (Michx.) Prosk.****Reófilo o Ripario:** Terrestre**Distribución global:** Subcosmopolita**Distribución nacional:** En Colombia se ha registrado en la región biogeográfica de Andes, para los departamentos de Magdalena, Nariño, Santander, en elevaciones que oscilan entre 500- 2960 m.**Notas corológicas:** Nuevo registro para el departamento de Santander y tercer registro para Colombia.**Localización cuenca media del cañón del Chicamocha:** Es un taxón escaso para su observación y puede encontrarse en las microcuencas de los ríos Manco, Perchiquéz, Umpalá sobre barrancos arcillosos, arenosos y rocosos o como reófilo facultativo

parcialmente sumergido y adherido a barrancos arcillosos.

Colecciones estudiadas: *Ramírez - Román J. D. & Y. León 597, 605 // Ramírez - Román J. D. & M. Millán 653, 709 // Ramírez - Román, J. D. & Gómez, A. F. 840, 868 (CDMB).***HEPÁTICAS**

(Marchantiophyta)

Familia DUMORTIERACEAE***Dumortiera hirsuta* (Sw.) Nees****Reófilo o Ripario:** Terrestre**Distribución global:** Pantropical**Distribución nacional:** En Colombia se ha registrado en la región biogeográfica de Andes, para los departamentos de Caldas, Cesar, Cundinamarca, Meta, Nariño, Risaralda, Santander, Tolima, Valle, en elevaciones que oscilan entre 625 - 3300 m.**Notas corológicas:**

Se amplía su rango de distribución altitudinal

Localización cuenca media del cañón del

Chicamocha: Es un taxón escaso para su observación y puede encontrarse en las microcuencas de los ríos Manco, Perchiquéz, Umpalá sobre barrancos arcillosos o arenosos; como reófilo facultativo, también en barrancos arcillosos.

Colecciones estudiadas: *Ramírez - Román J. D. & M. Millán 643, 645, 647, 650, 660, 723, 735 // Ramírez - Román, J. D. & Gómez, A. F. 843, 873, 875 (CDMB).*

Familia FRULLANIACEAE

***Frullania ericoides* (Mart.) Mont.**

Ripario: Epifito / Rupícola

Distribución global: Pantropical

Distribución nacional: En Colombia se ha registrado en la región biogeográfica de Amazonia, Andes, Pacífico, para los departamentos de Amazonas, Boyacá,

Casanare, Chocó, Cundinamarca, Quindío, Risaralda, Santander, Tolima, en elevaciones que oscilan entre 100 - 2800 m.

Notas corológicas:

Localización cuenca media del cañón del

Chicamocha: Es un taxón escaso para su observación y puede encontrarse en las microcuencas de los ríos Manco, Umpalá, sobre tallos de *Cedrela odorata* L., *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth., y *Mangifera indica* L..

Colecciones estudiadas: *Ramírez - Román J. D. & M. Millán 627, 628, 738 // Ramírez - Román, J. D. & Gómez, A. F. 813, 833, 867 (CDMB).*

***Frullania gibbosa* Nees**

Ripario: Epifito

Distribución global: Pantropical

Distribución nacional: En Colombia se ha registrado en la región biogeográfica de Andes, Sierra Nevada de Santa Marta, para los

departamentos de Antioquia, Boyacá, Caldas, Casanare, Cauca, Cesar, Cundinamarca, Magdalena, Santander, Tolima, en elevaciones que oscilan entre 500 - 3200 m.

Notas corológicas:

Localización cuenca media del cañón del Chicamocha: Es un taxón escaso para su observación y puede encontrarse en las microcuencas de los ríos Manco, Umpalá, sobre troncos de *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth.

Colecciones estudiadas: *Ramírez - Román J. D. & M. Millán 629, 743, 746 (CDMB).*

***Frullania cf. pluricarinata* Gottsche**

Ripario: Epifito

Distribución global: Andes tropicales

Distribución nacional: En Colombia se ha registrado en la región biogeográfica de Andes, Sierra Nevada de Santa Marta, para los departamentos de Cundinamarca,

Magdalena, Santander, en elevaciones que oscilan entre 627 - 3000 m.

Notas corológicas:

-

Localización cuenca media del cañón del

Chicamocha: Es un taxón escaso para su observación y puede encontrarse en las microcuencas de los ríos Manco, , sobre tallos de *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth.

Colecciones estudiadas: *Ramírez - Román J. D. & M. Millán 740, 747 (CDMB).*

***Frullania riojaneirensis* (Raddi) Spruce**

Ripario: Epifito

Distribución global: Pantropical

Distribución nacional: En Colombia se ha registrado en la región biogeográfica de Andes, Pacífico, Sierra Nevada de Santa Marta, para los departamentos de Antioquia, Boyacá, Caldas, Casanare, Cauca, Cesar, Chocó, Cundinamarca, Huila, Magdalena,

Quindío, Risaralda, Santander, Tolima, en elevaciones que oscilan entre 100 - 3800 m.

Notas corológicas:

Localización cuenca media del cañón del

Chicamocha: Es un taxón escaso para su observación y puede encontrarse en las microcuencas de los ríos Umpalá, , sobre tronco de *Muntingia calabura* L..

Colecciones estudiadas: *Ramírez - Román, J. D. & Atuesta - Palomino, A. F. 988 (CDMB).*

Familia LEJEUNEACEAE

***Lejeunea adpressa* Nees**

RIPARIO: Epifito /Terrestre

Distribución global: América tropical

Distribución nacional: En Colombia se ha registrado en la región biogeográfica de Amazonia, Andes, Sierra Nevada de Santa Marta, para los departamentos de Chocó,

Huila, Magdalena, Santander, en elevaciones que oscilan entre 100 - 2100 m.

Notas corológicas: Nuevo registro para el departamento de Santander.

Localización cuenca media del cañón del

Chicamocha: Es un taxón escaso para su observación y puede encontrarse en la microcuenca del río Umpalá, , sobre barrancos arcillosos y tallos de *Artocarpus altilis* (F.A.Zorn) Fosberg., y *Mangifera indica* L.

Colecciones estudiadas: *Ramírez - Román, J. D. & Gómez, A. F. 816, 818, 834 (CDMB).*

***Lejeunea glaucescens* Gottsche**

REÓFILO O RIPARIO: Epifito / Madera / Rupícola / Terrestre

Distribución global: América tropical

Distribución nacional: En Colombia se ha registrado en la región biogeográfica de Andes, para los departamentos de Santander, en elevaciones que oscilan entre 596 -757m.

Notas corológicas: Nuevo registro para el departamento de Santander y primer registro para Colombia.

Localización cuenca media del cañón del Chicamocha: Es un taxón ocasional para su observación y puede encontrarse en las microcuencas de los ríos Manco, Umpalá, sobre barrancos arcillosos, rocas de textura porosa, lisa y/o como reófilo facultativo sumergido parcialmente y ubicado sobre base del tronco de *Inga vera* Willd.

Colecciones estudiadas: *Ramírez - Román J. D. & Y. León 600 // Ramírez - Román J. D. & M. Millán 632, 632, 639, 655, 665, 675 // Ramírez - Román, J. D. & Gómez, A. F. 820, 847, 865, 796 (CDMB).*

***Lejeunea laeta* (Lehm. & Lindenb.) Lehm. & Lindenb.**

RIPARIO: Epifito / Rupícola / Terrestre

Distribución global: América tropical

Distribución nacional: En Colombia se ha registrado en la región biogeográfica de Andes, Pacífico, Sierra Nevada de Santa Marta, para los departamentos de Antioquia, Magdalena, Meta, Risaralda, Santander, en elevaciones que oscilan entre 340 - 1800m.

Notas corológicas: Nuevo registro para el departamento de Santander

Localización cuenca media del cañón del Chicamocha: Es un taxón inusual para su observación y puede encontrarse en las microcuencas de los ríos Manco, Umpalá, sobre barrancos arcillosos, arenoso o rocoso en rocas de textura lisa o porosa.

Colecciones estudiadas: *Ramírez - Román J. D. & Y. León 593, 604, 616, 619 // Ramírez - Román J. D. & M. Millán 667, 673 // Ramírez - Román, J. D. & Gómez, A. F. 811, 822, 825, 832 // Ramírez - Román, J. D. & Atuesta - Palomino, A. F. 972, 978, 1005 (CDMB).*

Lejeunea setiloba* Spruce*RIPARIO:** Epifito / Madera / Rupícola /

Terrestre

Distribución global: América tropical**Distribución nacional:** En Colombia se ha registrado en la región biogeográfica de Andes, para los departamentos de Santander, en elevaciones que oscilan entre 632 - 757m.**Notas corológicas:** Nuevo registro para el departamento de Santander y primer registro para Colombia.**Localización cuenca media del cañón del****Chicamocha:** Es un taxón inusual para su observación y puede encontrarse en las microcuencas de los ríos Umpalá, , sobre barrancos arcillosos, rocas de textura porosa, lisa o tallos de *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth., *Muntingia calabura* L., *Mangifera indica* L., y base del tallo de *Stemmadenia grandiflora* (Jacq.) Miers; adicionalmente, puede encontrarse como reófilo.**Colecciones estudiadas:** *Ramírez - Román J.**D. & M. Millán 622, 633, 642, 661, 669, 671,**677 // Ramírez - Román, J. D. & Gómez, A. F.**792, 793, 805, 806, 807, 809, 831, 863 //**Ramírez - Román, J. D. & Atuesta - Palomino,**A. F. 989, 990 (CDMB).***Familia LOPHOCOLEACEAE*****Lophocolea bidentata* (L.) Dumort.****RIPARIO:** Terrestre**Distribución global:** Subcosmopolita**Distribución nacional:** En Colombia se ha registrado en la región biogeográfica de Andes, Sierra Nevada de Santa Marta, para los departamentos de Boyacá, Cauca, Cesar, Chocó, Cundinamarca, Huila, Magdalena, Meta, Quindío, Risaralda, Santander, Tolima, en elevaciones que oscilan entre 627 - 4100 m.**Notas corológicas:**

Se amplía su rango de distribución altitudinal

Localización cuenca media del cañón del

Chicamocha: Es un taxón escaso para su observación y puede encontrarse en las microcuencas de los ríos Manco, , sobre barrancos rocosos.

Colecciones estudiadas: *Ramírez - Román J. D. & M. Millán 733 (CDMB).*

Familia MARCHANTIACEAE***Marchantia chenopoda* L.**

RIPARIO: Terrestre

Distribución global: América tropical

Distribución nacional: En Colombia se ha registrado en la región biogeográfica de Andes, Pacífico, Sierra Nevada de Santa Marta, para los departamentos de Antioquia, Boyacá, Caldas, Cauca, Cesar, Chocó, Cundinamarca, Huila, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Quindío, Risaralda, Santander, Tolima, en elevaciones que oscilan entre 150 - 3000 m.

Notas corológicas:**Localización cuenca media del cañón del**

Chicamocha: Es un taxón escaso para su observación y puede encontrarse en las microcuencas de los ríos Manco, Umpalá, sobre barrancos arcillosos o rocosos.

Colecciones estudiadas: *Ramírez - Román J. D. & Y. León 602, Ramírez - Román J. D. & M. Millán 651, 692, 727 // Ramírez - Román, J. D. & Gómez, A. F. 852 // Ramírez - Román, J. D. & Atuesta - Palomino, A. F.1007 (CDMB).*

Familia RICCIACEAE***Riccia membranacea* Gottsche & Lindenb.**

RIPARIO: Terrestre

Distribución global: América tropical, África

Distribución nacional: En Colombia se ha registrado en la región biogeográfica de

Andes, para los departamentos de Santander, en elevaciones que oscilan entre 596 - 1750 m.

Notas corológicas: Segundo registro para Colombia

Se amplía su rango de distribución altitudinal

Localización cuenca media del cañón del

Chicamocha: Es un taxón escaso para su observación y puede encontrarse en las microcuencas de los ríos Manco, Umpalá, sobre barranco arcilloso.

Colecciones estudiadas: *Ramírez - Román J. D. & Y. León 596, 601 // Ramírez - Román J. D. & M. Millán 701 // Ramírez - Román, J. D. & Gómez, A. F. 798 (CDMB).*

MUSGOS

(Bryophyta)

Familia AMBLYSTEGIACEAE

Amblystegium serpens (Hedw.) Schimp.

RIPARIO: Terrestre

Distribución global: México a Bolivia, África, regiones templadas

Distribución nacional: En Colombia se ha registrado en la región biogeográfica de Andes, para los departamentos de Cundinamarca, Nariño, Santander, en elevaciones que oscilan entre 672 - 3385 m.

Notas corológicas: Nuevo registro para el departamento de Santander

Se amplía su rango de distribución altitudinal

Localización cuenca media del cañón del

Chicamocha: Es un taxón escaso para su observación y puede encontrarse en las microcuencas de los ríos Manco, Umpalá, sobre barrancos arcillosos.

Colecciones estudiadas: *Ramírez - Román J. D. & Y. León 611 // Ramírez - Román J. D. & M. Millán 702 (CDMB).*

Familia BARTRAMIACEAE

Philonotis elongata (Dism.) H.A.Crum & Steere

RIPARIO: Terrestre

Distribución global: América tropical

Distribución nacional: En Colombia se ha registrado en la región biogeográfica de Andes, para los departamentos de Antioquia, Cundinamarca, Santander, en elevaciones que oscilan entre 672 - 2660 m.

Notas corológicas: Nuevo registro para el departamento de Santander

Se amplía su rango de distribución altitudinal

Localización cuenca media del cañón del

Chicamocha: Es un taxón escaso para su observación y puede encontrarse en las microcuencas de los ríos Perchiquéz, Umpalá, sobre barrancos arcillosos y arenosos.

Colecciones estudiadas: *Ramírez - Román J. D. & M. Millán 699 // Ramírez - Román, J. D. & Gómez, A. F. 891 (CDBM).*

***Philonotis rufiflora* (Hornsch.) Reichardt**

REÓFILO O RIPARIO: Rupícola /

Terrestre

Distribución global: América tropical

Distribución nacional: En Colombia se ha registrado en la región biogeográfica de Andes, para los departamentos de Cauca, Cundinamarca, Huila, Meta, Santander, Valle, en elevaciones que oscilan entre 596 - 3500 m.

Notas corológicas: Nuevo registro para el departamento de Santander

Localización cuenca media del cañón del

Chicamocha: Es un taxón escaso para su observación y puede encontrarse en las microcuencas de los ríos Manco, Perchiquéz, Umpalá sobre barrancos arcillosos, arenosos o como reófilo facultativo sumergido parcialmente y adherido a estos mismos sustratos.

Colecciones estudiadas: *Ramírez - Román J. D. & Y. León 609 // Ramírez - Román J. D. & M. Millán 654, 658, 717 // Ramírez - Román, J. D. & Gómez, A. F. 871, 874 (CDBM).*

***Philonotis uncinata* (Schwägr.) Brid.**

REÓFILO O RIPARIO: Epifito / Rupícola
/ Terrestre

Distribución global: Pantropical, región
holártica

Distribución nacional: En Colombia se ha
registrado en la región biogeográfica de
Amazonia, Andes, Pacífico, Sierra Nevada de
Santa Marta, para los departamentos de
Amazonas, Antioquia, Caldas, Caquetá,
Chocó, Cundinamarca, Huila, Magdalena,
Nariño, Putumayo, Risaralda, Santander,
Valle, en elevaciones que oscilan entre 25 -
3500 m.

Notas corológicas:

Se amplía su rango de distribución altitudinal

Localización cuenca media del cañón del

Chicamocha: Es un taxón muy común para
su observación y puede encontrarse en las
microcuencas de los ríos Manco, Perchiquéz,
Umpalá sobre barrancos arcillosos, arenosos,
rocas de textura porosa, o como reófilo
facultativo; sumergido parcialmente y

adherido a barrancos arcillosos de drenajes
pequeños que tributan al río o en la base del
tronco de *Inga vera* Willd.

Colecciones estudiadas: *Ramírez - Román J. D. & Y. León* 594, 612, 614, 620 // *Ramírez - Román J. D. & M. Millán* 637, 688, 690, 693, 698, 707 // *Ramírez - Román, J. D. & Gómez, A. F.* 759, 764, 767, 769, 777, 789, 838, 841, 844, 848, 853, 854, 856, 883, 884, 890 // *Ramírez - Román.*

Familia BRACHYTHECIACEAE

Brachythecium ruderale (Brid.) W.R. Buck

RIPARIO: Rupícola / Terrestre

Distribución global: América tropical,
regiones templadas

Distribución nacional: En Colombia se ha
registrado en la región biogeográfica de
Andes, para los departamentos de Antioquia,
Boyacá, Caldas, Caquetá, Cundinamarca,
Nariño, Norte de Santander, Santander,

Tolima, Valle, en elevaciones que oscilan entre 625 - 3625 m.

Notas corológicas:

Se amplía su rango de distribución altitudinal

Localización cuenca media del cañón del

Chicamocha: Es un taxón escaso para su observación y puede encontrarse en las microcuencas de los ríos Manco, Umpalá, sobre barrancos rocosos.

Colecciones estudiadas: *Ramírez - Román J. D. & M. Millán 730 // Ramírez - Román, J. D. & Atuesta - Palomino, A. F. 981, 983 (CDMB).*

***Rhynchostegium scariosum* (Taylor)**

A. Jaeger

RIPARIO: Terrestre

Distribución global: América tropical

Distribución nacional: En Colombia se ha registrado en la región biogeográfica de Andes, Sierra Nevada de Santa Marta, para los departamentos de Antioquia, Boyacá, Caldas,

Cauca, Cundinamarca, Huila, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Risaralda, Santander, Tolima, Valle, en elevaciones que oscilan entre 625 - 3680 m.

Notas corológicas:

Se amplía su rango de distribución altitudinal

Localización cuenca media del cañón del

Chicamocha: Es un taxón escaso para su observación y puede encontrarse en las microcuencas de los ríos Manco, Umpalá, sobre barrancos rocosos y arcillosos.

Colecciones estudiadas: *Ramírez - Román J. D. & M. Millán 683, 732 (CDMB).*

Familia BRYACEAE

***Anomobryum aff. conicum* (Hornsch.)**

Broth.

REÓFILO O RIPARIO: Rupícola /

Terrestre

Distribución global: América tropical

Distribución nacional: En Colombia se ha registrado en la región biogeográfica de Andes, para los departamentos de Antioquia, Caldas, Cauca, Santander, Valle, en elevaciones que oscilan entre 617 - 2770 m.

Notas corológicas: Nuevo registro para el departamento de Santander

Se amplía su rango de distribución altitudinal

Localización cuenca media del cañón del

Chicamocha: Es un taxón ocasional para su observación y puede encontrarse en las microcuencas de los ríos Manco, Perchiquéz, Umpalá sobre barrancos arcillosos o rocosos.

Colecciones estudiadas: *Ramírez - Román J. D. & M. Millán 680, 695, 697, 703, 714, 716, 722 // Ramírez - Román, J. D. & Gómez, A. F. 766, 773, 774, 781, 782, 869, 872, 886. // Ramírez - Román, J. D. & Atuesta - Palomino, A. F. 961, 963, 964, 967, 968, 991 (CDMB).*

Bryum argenteum Hedw.

REÓFILO O RIPARIO: Rupícola / Terrestre

Distribución global: Subcosmopolita

Distribución nacional: En Colombia se ha registrado en la región biogeográfica de Amazonia, Andes, Pacífico, Sierra Nevada de Santa Marta, para los departamentos de Antioquia, Arauca, Boyacá, Caldas, Casanare, Cauca, Cundinamarca, Guainía, Huila, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Risaralda, Santander, Tolima, Valle, Vaupés, en elevaciones que oscilan entre 120 - 4410 m.

Notas corológicas:

Localización cuenca media del cañón del

Chicamocha: Es un taxón escaso para su observación y puede encontrarse en las microcuencas de los ríos Manco, Perchiquéz, en rocas de textura porosa y barrancos arcillosos o como reófilo facultativo en estos mismos sustratos.

Colecciones estudiadas: *Ramírez - Román J. D. & M. Millán 715 // Ramírez - Román, J. D. & Atuesta - Palomino, A. F. 969 (CDBM).*

***Bryum coronatum* Schwägr.**

REÓFILO O RIPARIO: Rupícola /

Terrestre

Distribución global: Pantropical, regiones templadas

Distribución nacional: En Colombia se ha registrado en la región biogeográfica de Amazonia, Andes, Pacífico, Sierra Nevada de Santa Marta, para los departamentos de Antioquia, Caquetá, Casanare, Chocó, Cundinamarca, Magdalena, Meta, Nariño, Santander, Valle, en elevaciones que oscilan entre 25 - 1400 m.

Notas corológicas:

Localización cuenca media del cañón del Chicamocha: Es un taxón inusual para su observación y puede encontrarse en las microcuencas de los ríos Manco, Umpalá,

puede encontrarse sobre barrancos arcillosos como reófilo facultativo parcialmente sumergidos adherido a rocas de textura lisa, o porosa y barrancos arcillosos.

Colecciones estudiadas: *Ramírez - Román J. D. & M. Millán 686, 711, 712, 721 // Ramírez - Román, J. D. & Atuesta - Palomino, A. F. 974, 976, 987, 993, 999, 1002 // Ramírez - Román, J. D. & Gómez, A. F. 785, 803, 804, 808, 819, 860 (CDBM).*

Familia ERPODIACEAE

***Tricherpodium beccarii* (Müll. Hal.) Pursell**

RIPARIO: Epifito / Madera

Distribución global: Pantropical

Distribución nacional: En Colombia se ha registrado en la región biogeográfica de Andes, para los departamentos de Boyacá, Nariño, Santander, en elevaciones que oscilan entre 600-900m.

Notas corológicas: Nuevo registro para el departamento de Santander y tercer registro para Colombia.

Localización cuenca media del cañón del

Chicamocha: Es un taxón escaso para su observación y puede encontrarse en las microcuencas de los ríos Umpalá, , sobre tallos de *Stenocereus griseus* (Haw.) Buxb, troncos caídos de *Anacardium excelsum* (Kunth) Skeels en descomposición inicial y media.

Colecciones estudiadas: *Ramírez - Román J. D. & M. Millán 710 // Ramírez - Román, J. D. & Gómez, A. F. 800, 802 (CDMB).*

Venturiella coronata (Hook.f. & Wilson)

Pursell

RIPARIO: Epifito / Madera

Distribución global: América tropical, África

Distribución nacional: En Colombia se ha registrado en la región biogeográfica de Andes, Sierra Nevada de Santa Marta, para los departamentos de Antioquia, Cundinamarca, Magdalena, Santander, en elevaciones que oscilan entre 150 - 910 m.

Notas corológicas: Nuevo registro para el departamento de Santander

Localización cuenca media del cañón del

Chicamocha: Es un taxón escaso para su observación y puede encontrarse en las microcuencas de los ríos Manco, Umpalá, sobre tallos de *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth., o troncos caídos en estado de descomposición media.

Colecciones estudiadas: *Ramírez - Román J. D. & M. Millán 739, 741, 744 // Ramírez - Román, J. D. & Gómez, A. F. 801 (CDMB).*

Familia FABRONIACEAE

Fabronia ciliaris (Brid.) Brid.

RIPARIO: Epifito / Rupícola / Terrestre

Distribución global: América tropical

Distribución nacional: En Colombia se ha registrado en la región biogeográfica de Andes, para los departamentos de Antioquia, Caldas, Cauca, Cundinamarca, Huila, Nariño, Risaralda, Santander, Tolima, Valle, en elevaciones que oscilan entre 500 - 3050 m.

Notas corológicas:

Localización cuenca media del cañón del

Chicamocha: Es un taxón inusual para su observación y puede encontrarse en las microcuencas de los ríos Manco, Umpalá, sobre barrancos arcillosos, rocas de textura porosa o tallos de *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth., *Mangifera indica* L. y *Artocarpus altilis* (F.A.Zorn) Fosberg.

Colecciones estudiadas: *Ramírez - Román J. D. & M. Millán 672, 676, 706, 736, 737, 742, 745, 749, 750 // Ramírez - Román, J. D. & Gómez, A. F. 812, 814, 815, 837 (CDMB).*

Familia FISSIDENTACEAE

Fissidens crispus Mont.

REÓFILO O RIPARIO: Rupícola / Terrestre

Distribución global: América tropical y subtropical, S Europa, N África

Distribución nacional: En Colombia se ha registrado en la región biogeográfica de Andes, Sierra Nevada de Santa Marta, para los departamentos de Antioquia, Boyacá, Caldas, Cauca, Cundinamarca, Huila, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Quindío, Santander, Tolima, Valle, en elevaciones que oscilan entre 596 - 4100 m.

Notas corológicas:

Se amplía su rango de distribución altitudinal

Localización cuenca media del cañón del

Chicamocha: Es un taxón escaso para su observación y puede encontrarse en las microcuencas de los ríos Manco, Umpalá, sobre barrancos arcillosos o rocoso; como

reófilo facultativo, se encuentra emergente, adherido a rocas de textura porosa.

Colecciones estudiadas: *Ramírez - Román J. D. & Y. León 606 // Ramírez - Román J. D. & M. Millán 694 // Ramírez - Román, J. D. & Gómez, A. F. 772, 795, 799, 810, 823, 827, 829 (CDMB).*

***Fissidens curvatus* Hornsch.**

REÓFILO O RIPARIO: Terrestre

Distribución global: Pantropical, regiones subtropicales y templadas del S

Distribución nacional: En Colombia se ha registrado en la región biogeográfica de Andes, para los departamentos de Cundinamarca, Santander, Tolima, en elevaciones que oscilan entre 625 - 3315 m.

Notas corológicas:

Se amplía su rango de distribución altitudinal

Localización cuenca media del cañón del

Chicamocha: Es un taxón ocasional para su observación y puede encontrarse en las

microcuencas de los ríos Manco, Umpalá, sobre barrancos arcillosos o como reófilo facultativo, parcialmente sumergido en drenajes artesanales de captación de agua.

Colecciones estudiadas: *Ramírez - Román J. D. & M. Millán 623, 624, 626, 659, 663, 664, 679, 708, 731 // Ramírez - Román, J. D. & Gómez, A. F. 757, 758, 762, 768, 770, 776, 778, 783, 797 // Ramírez - Román, J. D. & Atuesta - Palomino, A. F. 975 (CDMB).*

***Fissidens serratus* Müll.Hal.**

REÓFILO O RIPARIO: Terrestre

Distribución global: Pantropical

Distribución nacional: En Colombia se ha registrado en la región biogeográfica de Andes, Sierra Nevada de Santa Marta, para los departamentos de Antioquia, Magdalena, Nariño, Santander, Tolima, en elevaciones que oscilan entre 617 - 2910 m.

Notas corológicas: Nuevo registro para el departamento de Santander

Se amplía su rango de distribución altitudinal

Localización cuenca media del cañón del

Chicamocha: Es un taxón escaso para su observación y puede encontrarse en las microcuencas de los ríos Manco, Umpalá, sobre barrancos arcillosos o como reófilo facultativo en este mismo sustrato.

Colecciones estudiadas: *Ramírez - Román J. D. & M. Millán 748 // Ramírez - Román, J. D. & Gómez, A. F. 826, 830 // Ramírez - Román, J. D. & Atuesta - Palomino, A. F. 1000 (CDMB).*

Familia FONTINALACEAE

***Fontinalis bogotensis* Hampe**

REÓFILO: Rupícola

Distribución global: Endémica de Colombia

Distribución nacional: En Colombia se ha registrado en la región biogeográfica de Andes, para los departamentos de Antioquia, Boyacá, Cundinamarca, Norte de Santander,

Santander, en elevaciones que oscilan entre 757 - 3700 m.

Notas corológicas: Nuevo registro para el departamento de Santander

Se amplía su rango de distribución altitudinal

Localización cuenca media del cañón del

Chicamocha: Es un taxón escaso para su observación y puede encontrarse en las microcuencas de los ríos Umpalá, , reófilo facultativo, sobre rocas de textura porosa.

Colecciones estudiadas: *Ramírez - Román, J. D. & Gómez, A. F. 787 (CDMB).*

Familia HYPNACEAE

***Ectropothecium leptochaeton* (Schwägr.)**

W.R.Buck

REÓFILO O RIPARIO: Rupícola /

Terrestre

Distribución global: América tropical

Distribución nacional: En Colombia se ha registrado en la región biogeográfica de Andes, Pacífico, Sierra Nevada de Santa Marta, para los departamentos de Antioquia, Caquetá, Casanare, Cauca, Chocó, Cundinamarca, Magdalena, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Risaralda, Santander, Valle, en elevaciones que oscilan entre 310 - 2800 m.

Notas corológicas:

Localización cuenca media del cañón del

Chicamocha: Es un taxón inusual para su observación y puede encontrarse en las microcuencas de los ríos Manco, Umpalá, sobre barrancos arcilloso, arenoso o rocoso; como reófilo facultativo, se encuentra emergente o parcialmente sumergido en rocas de textura porosa y barrancos arcillosos.

Colecciones estudiadas: *Ramírez - Román J. D. & M. Millán 657, 662, 666, 751, 754, 603, 617 // Ramírez - Román, J. D. & Gómez, A. F.*

788, 791, 839, 845, 845 // Ramírez - Román, J. D. & Atuesta - Palomino, A. F. 996, 1004, 1008 (CDMB).

Familia MYRINIACEAE

***Helicodontium capillare* (Hedw.) A.Jaeger**

REÓFILO O RIPARIO: Epifito / Rupícola / Terrestre

Distribución global: América tropical

Distribución nacional: En Colombia se ha registrado en la región biogeográfica de Andes, para los departamentos de Antioquia, Caldas, Cundinamarca, Norte de Santander, Santander, Valle, en elevaciones que oscilan entre 625 - 1900 m.

Notas corológicas: Nuevo registro para el departamento de Santander

Se amplía su rango de distribución altitudinal

Localización cuenca media del cañón del

Chicamocha: Es un taxón escaso para su observación y puede encontrarse en las

microcuencas de los ríos Manco, Umpalá, sobre barrancos rocosos y base de los tallos de *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth., como reófilo facultativo se encuentra emergente en rocas de textura porosa.

Colecciones estudiadas: *Ramírez - Román J. D. & M. Millán 678, 726 // Ramírez - Román, J. D. & Gómez, A. F. 862 (CDMB).*

Familia PILOTRICHACEAE

Cyclodictyon albicans (Hedw.) Kuntze

REÓFILO O RIPARIO: Rupícola /
Terrestre

Distribución global: América tropical

Distribución nacional: En Colombia se ha registrado en la región biogeográfica de Amazonia, Andes, Pacífico, Sierra Nevada de Santa Marta, para los departamentos de Antioquia, Caldas, Caquetá, Cauca, Chocó, Cundinamarca, Huila, Magdalena, Nariño,

Risaralda, Santander, Tolima, en elevaciones que oscilan entre 30 - 2800 m.

Notas corológicas:

Localización cuenca media del cañón del

Chicamocha: Es un taxón escaso para su observación y puede encontrarse en las microcuencas de los ríos Manco, Umpalá, sobre barrancos arcillosos o como reófilo facultativo, parcialmente sumergido; adherido a rocas de textura lisa.

Colecciones estudiadas: *Ramírez - Román J. D. & M. Millán 728, 734 // Ramírez - Román, J. D. & Atuesta - Palomino, A. F.1006 (CDMB).*

Familia PLAGIOTHECIACEAE

Plagiothecium novogranatense (Hampe)

Mitt.

REÓFILO O RIPARIO: Epifito / Madera /
Rupícola / Terrestre

Distribución global: América tropical

Distribución nacional: En Colombia se ha registrado en la región biogeográfica de Andes, para los departamentos de Antioquia, Boyacá, Cauca, Cundinamarca, Nariño, Santander, en elevaciones que oscilan entre 596 - 3500 m.

Notas corológicas: Nuevo registro para el departamento de Santander

Se amplía su rango de distribución altitudinal

Localización cuenca media del cañón del

Chicamocha: Es un taxón habitual para su observación y puede encontrarse en las microcuencas de los ríos Manco, Umpalá, sobre barrancos arcillosos, rocosos, ramas en estado de descomposición media o como reófilo facultativo sobre ese mismo tipo de barrancos o base del tronco de Inga vera Willd.

Colecciones estudiadas: *Ramírez - Román J. D. & Y. León 599, 607, 610 // Ramírez - Román J. D. & M. Millán 621, 625, 634, 640,*

656, 681, 684, 704, 724, 725, 729, 753 // Ramírez - Román, J. D. & Gómez, A. F. 794, 817, 821, 824, 828, 858 // Ramírez - Román, J. D. & Atuesta - Palomino, A. F. 970, 985 (CDMB)

Familia POTTIACEAE

***Barbula indica* (Hook.) Spreng.**

RIPARIO: Terrestre

Distribución global: Pantropical

Distribución nacional: En Colombia se ha registrado en la región biogeográfica de Amazonia, Andes, Llanura del Caribe, Pacífico, Sierra Nevada de Santa Marta, para los departamentos de Antioquia, Bolívar, Caldas, Cauca, Chocó, Huila, Magdalena, Nariño, Risaralda, Santander, Vaupés, en elevaciones que oscilan entre 150 - 1800 m.

Notas corológicas: Nuevo registro para el departamento de Santander

Localización cuenca media del cañón del

Chicamocha: Es un taxón escaso para su

observación y puede encontrarse en las microcuencas de los ríos Perchiquéz, Umpalá, sobre barrancos arcillosos, arenosos o rocosos.

Colecciones estudiadas: *Ramírez - Román, J. D. & Gómez, A. F. 850, 851, 855, 857, 878, 880, 882, 888 // Ramírez - Román, J. D. & Atuesta - Palomino, A. F. 959 (CDBM).*

***Didymodon rigidulus* Hedw.**

REÓFILO O RIPARIO: Epifito / Rupícola / Terrestre

Distribución global: Pantropical, regiones templadas

Distribución nacional: En Colombia se ha registrado en la región biogeográfica de Andes, Pacífico, para los departamentos de Antioquia, Arauca, Caldas, Cauca, Cundinamarca, Nariño, Santander, Tolima, Valle, en elevaciones que oscilan entre 300 - 4260 m.

Notas corológicas:

Localización cuenca media del cañón del

Chicamocha: Es un taxón inusual para su observación y puede encontrarse en las microcuencas de los ríos Manco, Umpalá, sobre barrancos arcillosos y rocas de textura porosa o como reófilo facultativo en estos mismos sustratos.

Colecciones estudiadas: *Ramírez - Román J. D. & Y. León 595, 615 // Ramírez - Román J. D. & M. Millán 635, 643, 646, 648, 649, 652, 687, 689 // Ramírez - Román, J. D. & Gómez, A. F. 846, 790 (CDBM).*

***Dolotortula mniifolia* (Sull.) R.H.Zander**

REÓFILO O RIPARIO: Rupícola / Terrestre

Distribución global: América tropical

Distribución nacional: En Colombia se ha registrado en la región biogeográfica de Andes, para los departamentos de Antioquia, Nariño, Santander, Valle, en elevaciones que oscilan entre 627 - 2200 m.

Notas corológicas: Nuevo registro para el departamento de Santander

Se amplía su rango de distribución altitudinal

Localización cuenca media del cañón del

Chicamocha: Es un taxón escaso para su observación y puede encontrarse en las microcuencas de los ríos Manco, Umpalá, en barrancos arcillosos o rocas de textura porosa, o como reófilo facultativo en estos mismos sustratos.

Colecciones estudiadas: *Ramírez - Román J. D. & M. Millán 752, 755 // Ramírez - Román, J. D. & Gómez, A. F. 786 (CDMB).*

***Hyophila involuta* (Hook.) A. Jaeger**

RIPARIO: Rupícola / Terrestre

Distribución global: Pantropical

Distribución nacional: En Colombia se ha registrado en la región biogeográfica de Andes, Llanura del Caribe, Pacífico, Sierra Nevada de Santa Marta, para los departamentos de Antioquia, Bolívar, Caldas,

Cauca, Chocó, Cundinamarca, La Guajira, Huila, Magdalena, Nariño, Risaralda, San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Santander, Valle, en elevaciones que oscilan entre 10 - 2440 m.

Notas corológicas:

Localización cuenca media del cañón del

Chicamocha: Es un taxón escaso para su observación y puede encontrarse en las microcuencas de los ríos Manco, Umpalá, sobre barrancos arcillosos y rocas tanto de textura lisa como porosa.

Colecciones estudiadas: *Ramírez - Román J. D. & Y. León 591, 592, 598, 613 // Ramírez - Román J. D. & M. Millán 691 // Ramírez - Román, J. D. & Gómez, A. F. 859, 861, 864 // Ramírez - Román, J. D. & Atuesta - Palomino, A. F. 977 (CDMB).*

***Pseudocrossidium replicatum* (Taylor)**

R.H.Zander

RIPARIO: Terrestre

Distribución global: América tropical, África, regiones templadas

Distribución nacional: En Colombia se ha registrado en la región biogeográfica de Andes, Sierra Nevada de Santa Marta, para los departamentos de Antioquia, Boyacá, Cauca, Cundinamarca, Magdalena, Nariño, Santander, Tolima, Valle, en elevaciones que oscilan entre 600 - 3700 m.

Notas corológicas:

Localización cuenca media del cañón del Chicamocha: Es un taxón escaso para su observación y puede encontrarse en las microcuencas de los ríos Perchiquéz, , sobre barrancos rocosos.

Colecciones estudiadas: *Ramírez - Román, J. D. & Gómez, A. F. 876, 877 (CDMB).*

***Trichostomum brachydontium* Bruch**

REÓFILO O RIPARIO: Rupícola /
Terrestre

Distribución global: Pantropical, regiones templadas

Distribución nacional: En Colombia se ha registrado en la región biogeográfica de Andes, Sierra Nevada de Santa Marta, para los departamentos de Antioquia, Arauca, Boyacá, Caldas, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Santander, Valle, en elevaciones que oscilan entre 587 - 3700 m.

Notas corológicas:

Se amplía su rango de distribución altitudinal

Localización cuenca media del cañón del Chicamocha: Es un taxón ocasional para su observación y puede encontrarse en las microcuencas de los ríos Manco, Perchiquéz, Umpalá sobre barrancos arcillosos, arenosos y rocosos en rocas de textura lisa o como reófilo facultativo adherido a rocas de textura porosa.

Colecciones estudiadas: *Ramírez - Román J. D. & Y. León 618 // Ramírez - Román J. D. & M. Millán 641, 668, 685, 696, 700, 713, 718, 719, 720 // Ramírez - Román, J. D. & Gómez,*

A. F. 760, 761, 842, 879, 881, 887, 889 //

Ramírez - Román, J. D. & Atuesta - Palomino,

A. F.1001 (CDBM).

Weissia controversa Hedw.

RIPARIO: Terrestre

Distribución global: Subcosmopolita

Distribución nacional: En Colombia se ha registrado en la región biogeográfica de Andes, para los departamentos de Cundinamarca, Santander, en elevaciones que oscilan entre 696 - 2800 m.

Notas corológicas: Nuevo registro para el departamento de Santander

Se amplía su rango de distribución altitudinal

Localización cuenca media del cañón del

Chicamocha: Es un taxón escaso para su observación y puede encontrarse en las microcuencas de los ríos Perchiquéz, Umpalá, sobre barrancos arcillosos y rocosos.

Colecciones estudiadas: Ramírez - Román, J.

D. & Gómez, A. F. 866 // Ramírez - Román, J.

D. & Atuesta - Palomino, A. F. 966 (CDBM).

Familia RACOPIACEAE

Racopilum tomentosum (Hedw.) Brid.

REÓFILO: Epifito

Distribución global: América tropical

Distribución nacional: En Colombia se ha registrado en la región biogeográfica de Amazonia, Andes, Llanura del Caribe, Orinoquia, Pacífico, Sierra Nevada de Santa Marta, para los departamentos de Antioquia, Boyacá, Caldas, Caquetá, Casanare, Cauca, Chocó, Cundinamarca, La Guajira, Huila, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Risaralda, Santander, Tolima, Valle, Vaupés, Vichada, en elevaciones que oscilan entre 340 - 3400 m.

Notas corológicas:

Localización cuenca media del cañón del

Chicamocha: Es un taxón escaso para su observación y puede encontrarse en las microcuencas de los ríos Umpalá, ,

facultativo, sumergido parcialmente y ubicado sobre base del tronco de *Inga vera* Willd.

Colecciones estudiadas: *Ramírez - Román J. D. & M. Millán 638 (CDMB).*

Familia SEMATOPHYLLACEAE

***Sematophyllum subpinnatum* (Brid.)**

E. Britton

RIPARIO: Epifito / Madera / Rupícola / Terrestre

Distribución global: América tropical, África

Distribución nacional: En Colombia se ha registrado en la región biogeográfica de Andes, Pacífico, Sierra Nevada de Santa Marta, para los departamentos de Antioquia, Arauca, Boyacá, Caldas, Cauca, Chocó, Cundinamarca, Huila, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Putumayo,

Risaralda, Santander, Tolima, Valle, en elevaciones que oscilan entre 70 - 2800 m.

Notas corológicas:

Localización cuenca media del cañón del

Chicamocha: Es un taxón escaso para su observación y puede encontrarse en las microcuencas de los ríos Manco, Umpalá, sobre barranco arcilloso, ramas caídas en descomposición media, en rocas de textura porosa o tallos de *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth.

Colecciones estudiadas: *Ramírez - Román J. D. & Y. León 608 // Ramírez - Román J. D. & M. Millán 631, 670, 674 (CDMB).*

***Sematophyllum subsimplex* (Hedw.) Mitt.**

RIPARIO: Epifito / Madera

Distribución global: América tropical

Distribución nacional: En Colombia se ha registrado en la región biogeográfica de Amazonia, Andes, Llanura del Caribe, Pacífico, Sierra Nevada de Santa Marta, para

los departamentos de Amazonas, Antioquia, Arauca, Bolívar, Caquetá, Cauca, Chocó, Guainía, Magdalena, Meta, Nariño, Putumayo, Santander, Valle, Vaupés, en elevaciones que oscilan entre 20 - 1400 m.

Notas corológicas:

Localización cuenca media del cañón del

Chicamocha: Es un taxón escaso para su observación y puede encontrarse en las microcuencas de los ríos Umpalá, , sobre base del tallo y raíz superficial-emergente de *Artocarpus altilis* (F.A.Zorn) Fosberg o ramas caídas en descomposición media.

Colecciones estudiadas: *Ramírez - Román J. D. & M. Millán 630 // Ramírez - Román, J. D. & Gómez, A. F. 835, 836 (CDMB).*

Familia SPLACHNOBRYACEAE

Splachnobryum obtusum (Brid.) Müll.Hal.

REÓFILO O RIPARIO: Rupícola /

Terrestre

Distribución global: América tropical

Distribución nacional: En Colombia se ha registrado en la región biogeográfica de Amazonia, Andes, Llanura del Caribe, Pacífico, para los departamentos de Amazonas, Antioquia, Atlántico, Chocó, Risaralda, Santander, en elevaciones que oscilan entre 50 - 910 m.

Notas corológicas: Nuevo registro para el departamento de Santander

Localización cuenca media del cañón del

Chicamocha: Es un taxón inusual para su observación y puede encontrarse en las microcuencas de los ríos Perchiquéz, Umpalá, sobre barrancos arcillosos, arenosos, laderas de roca y como reófilo facultativo en barrancos arcillosos.

Colecciones estudiadas: *Ramírez - Román J. D. & M. Millán 705 // Ramírez - Román, J. D. & Gómez, A. F. 756, 763, 765, 771, 775, 779, 780, 784, 870, 885 // Ramírez-Román, J. D. & Atuesta-Palomino, A. F. 998, 1003 (CDMB).*