

# FLORA DE AGUAZUL: MUESTRA DE DIVERSIDAD



SisBio

## COORDINADORES

CARLOS NELSON DÍAZ-PÉREZ | MARÍA EUGENIA MORALES-PUENTES  
PABLO ANDRÉS GIL-LEGUIZAMÓN | JORGE ENRIQUE GIL-NOVOA

**COORDINADORES**

CARLOS NELSON DÍAZ-PÉREZ  
MARÍA EUGENIA MORALES-PUENTES  
PABLO ANDRÉS GIL-LEGUIZAMÓN  
JORGE ENRIQUE GIL-NOVOA

# FLORA DE AGUAZUL: MUESTRA DE DIVERSIDAD

**Flora de Aguazul: muestra de diversidad** / Díaz-Pérez, Carlos Nelson; Morales-Puentes, María Eugenia; Gil-Leguizamón, Pablo Andrés; Gil-Novoa, Jorge Enrique (Coord). Tunja: Editorial Uptc, 2018. 270 p.  
ISBN 978-958-660-330-0  
1. Flora. 2. Epititas. 3. Briófitas. 4. Parcelas permanentes. 5. Plan de manejo.  
(Dewey 570).



Primera Edición, 2018  
500 ejemplares (impresos)

**Flora de Aguazul:  
muestra de diversidad.**  
ISBN 978-958-660-330-0

Colección de Investigación UPTC No. 128  
© Carlos Nelson Díaz-Pérez, 2018  
© María Eugenia Morales-Puentes, 2018  
© Pablo Andrés Gil-Leguizamón, 2018  
© Jorge Enrique Gil-Novoa, 2018  
© De los autores, 2018  
© Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 2018

#### **Editorial UPTC**

Edificio Administrativo – Piso 4  
Avenida Central del Norte 39-115, Tunja, Boyacá  
comite.editorial@uptc.edu.co  
www.uptc.edu.co

#### **ECOPETROL**

Rúben Darío Moreno Rojas  
Vicepresidente de Operaciones y Mantenimiento de Transporte

Aníbal Fernández de Soto Camacho  
Vicepresidente de Desarrollo Sostenible

Sandra Patricia Báez Rojas  
Administradora Convenio 5211740

Olga Lucía Carvajal Sánchez  
Gestora Técnica Convenio 5211740

#### **Rector, UPTC**

Alfonso López Díaz

#### **Comité Editorial**

Sonia Esperanza Díaz Márquez, Ph. D.  
Enrique Vera López, Ph. D.  
Yolima Bolívar Suárez, Mg.  
Sandra Gabriela Numpaque Piracoca, Mg.  
Olga Yaneth Acuña Rodríguez, Ph. D.  
María Eugenia Morales Puentes, Ph. D.  
Rafael Enrique Buitrago Bonilla, Ph. D.  
Nubia Yaneth Gómez Velasco, Ph. D.  
Carlos Mauricio Moreno Téllez, Ph. D.

#### **Editora en Jefe**

Ruth Nayibe Cárdenas Soler, Ph. D.

#### **Coordinadora Editorial**

Andrea María Numpaque Acosta, Mg.

#### **Corrección de Estilo**

Liliana Paola Muñoz Gómez

#### **Diseño editorial**

Euler Enrique Nieto Bernal

#### **Diagramación**

Raúl Saavedra Ariza

#### **Impresión**

Búhos Editores Ltda.  
Calle 57 N°. 9-36, Barrio Santa Rita  
Tels.: 7442264 - 7440301 - 7457261  
www.buhoseditores.com  
Tunja / Boyacá Colombia

Libro financiado a través del convenio 5211740 Ecopetrol-Uptc.

Se permite la reproducción parcial o total, con la autorización expresa de los titulares del derecho de autor. Este libro es registrado en Depósito Legal, según lo establecido en la Ley 44 de 1993, el Decreto 460 de 16 de marzo de 1995, el Decreto 2150 de 1995 y el Decreto 358 de 2000.

Libro resultado del Proyecto de investigación UPTC – ECOPEPETROL; con SGI número 1215.

Citación: Díaz-Pérez, C.N., Morales-Puentes, M.E., Gil-Leguizamón, P.A. & Gil-Novoa, J.E. (2018). Flora de Aguazul: muestra de diversidad. Tunja: Editorial UPTC.

# EQUIPO DE TRABAJO

## **EQUIPO DE INVESTIGACIÓN**

Carlos Nelson Díaz-Pérez, María Eugenia Morales-Puentes, Jorge Enrique Gil-Novoa, Pablo Andrés Gil-Leguizamón, Naisla Tatiana Manrique-Valderrama, Juan David Arévalo-Camargo, Julián Camilo Farfán Camargo, Diego Andrés Moreno-Gaona, Nohora Ardila, Jesús Efrén Forero Bustamante, Paulina Alejandra Vergara-Buitrago y Diana Marcela Restrepo Quiceno.

## **TRABAJO DE CAMPO**

Carlos Nelson Díaz-Pérez, Jorge Enrique Gil-Novoa, Pablo Andrés Gil-Leguizamón, María Eugenia Morales-Puentes, Naisla Tatiana Manrique-Valderrama, Nohora Alba Camargo Espitia, Wilderson Medina, Javier Andrés Muñoz-Avila, Diego Andrés Moreno Gaona, Oscar Felipe Moreno-Mancilla, Viviana Alvarado, Diana Marcela Restrepo Quiceno, Diana Patricia Caro, David Hernández, William Javier Bravo, Judier Karelly Melgarejo Colmenares, Jeison Adrián Olaya, Lia Esperanza Cuta Alarcón, Orley Martínez Africano, Luis Ariel Pulido, José del Carmen Beleño, Andrea Liliana Simbaqueba, Bleidy Xiomara Villalba-Carmona, Carolina Sánchez, Claudia Esperanza Hernández Ruíz, Juan Sebastián Herrera, Juan Carlos Zabala y Jhon Pineda.

## **TRABAJO DE LABORATORIO Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN**

Carlos Nelson Díaz-Pérez, Jorge Enrique Gil-Novoa, Pablo Andrés Gil-Leguizamón, María Eugenia Morales-Puentes, Naisla Tatiana Manrique-Valderrama, Nohora Alba Camargo Espitia, Diego Andrés Moreno Gaona, Juan David Arévalo-Camargo, Julián Camilo Farfán Camargo, Viviana Alvarado, Diana P. Caro, David Hernández, William Javier Bravo, Judier Karelly Melgarejo Colmenares, Jeison Adrián Olaya, Lia Esperanza Cuta Alarcón, Claudia Esperanza Hernández Ruíz, Carolina Sánchez, Lina Marcela Lozano, Andrea del Pilar Acosta y Juan Carlos Zabala.

## **SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA –SIG-**

Germán Eduardo Torres Morales, Gladys Alcira Riaño Cano, Paulina Alejandra Vergara-Buitrago y Pablo Andrés Gil-Leguizamón.

## **FOTOGRAFÍA**

Carlos Nelson Díaz-Pérez, Jorge Enrique Gil-Novoa, Pablo Andrés Gil-Leguizamón, María Eugenia Morales-Puentes, Naisla Tatiana Manrique-Valderrama, Nohora Alba Camargo Espitia, Diego Andrés Moreno Gaona, Juan David Arévalo-Camargo, Julián Camilo Farfán Camargo, Diana Marcela Restrepo Quiceno, William Javier Bravo, Lina Marcela Lozano, Andrea del Pilar Acosta, Juan Carlos Zabala y Jhon Pineda.

## **TRABAJO LOGÍSTICO**

Doris Torres García

## **GRUPO SISTEMÁTICA BIOLÓGICA – SISBIO - UPTC**



# CONTENIDO

PRESENTACIÓN ECOPETROL S.A..... 9

PRESENTACIÓN UPTC..... 11

AGRADECIMIENTOS..... 13

## **CAPÍTULO 1**

COBERTURAS VEGETALES Y MUESTRA DE  
LA FLORA DEL MUNICIPIO DE AGUAZUL (CASANARE)..... 15

Carlos Nelson Díaz-Pérez, Pablo Andrés Gil-Leguizamón y María Eugenia Morales-Puentes

## **CAPÍTULO 2**

COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA FLORÍSTICA  
DE DOS BOSQUES DEL PIEDEMONTE LLANERO ..... 51

Carlos Nelson Díaz-Pérez, Joan Sebastián Gualteros y María Eugenia Morales-Puentes

## **CAPÍTULO 3**

LAS ZAMIAS: PLANTAS CON SEMILLAS  
MÁS ANTIGUAS DE LA TIERRA..... 77

Carlos Nelson Díaz-Pérez y María Eugenia Morales-Puentes

## **CAPÍTULO 4**

PROTOCOLO PARA EL RESCATE, TRASLADO  
Y MONITOREO DE EPÍFITAS VASCULARES  
EN COLOMBIA: MÉTODOS Y EXPERIENCIAS ..... 99

J. A. Sierra-Giraldo, J. C. Baquero-Rojas, I. A. Molina-García y G. A. Reina-Rodríguez

## **CAPÍTULO 5**

CATÁLOGO DE LAS ORQUÍDEAS DE  
ALGUNOS BOSQUES DE AGUAZUL..... 115

Manrique-Valderrama, Naisla Tatiana, Gil-Leguizamón, Pablo Andrés,  
Arévalo-Camargo, Juan David, Morales-Puentes, María Eugenia y Farfán Camargo, Julián Camilo

**CAPÍTULO 6**

**BOSQUES EN MINIATURA, LOS BRIÓFITOS  
DE CUIAGUA Y AGUAZUL DEPARTAMENTO  
DE CASANARE..... 147**

Diego Andrés Moreno-Gaona, Jorge Enrique Gil-Novoa,  
María Eugenia Morales-Puentes y Pablo Andrés Gil-Leguizamón

**CAPÍTULO 7**

**LOS MUSGOS Y HEPÁTICAS QUE CRECEN  
EN DOS BOSQUES DEL MUNICIPIO DE  
AGUAZUL, CASANARE..... 169**

Diego Andrés Moreno-Gaona, Jorge Enrique Gil-Novoa,  
María Eugenia Morales-Puentes y Pablo Andrés Gil-Leguizamón

**CAPÍTULO 8**

**PROPUESTA PLAN DE MANEJO DE  
BRIÓFITOS, MUNICIPIO DE AGUAZUL, CASANARE..... 225**

Nohora Ardila, Jorge Enrique Gil-Novoa, Pablo Andrés Gil-Leguizamón,  
Jesús Efrén Forero Bustamante, María Eugenia Morales-Puentes,  
Paulina A. Vergara Buitrago y Carlos Nelson Díaz-Pérez

**CAPÍTULO 9**

**LA ESCUELA: ENGRANAJE DE PROCESOS AMBIENTALES.. 261**

Restrepo-Quiceno Diana-Marcela y Vergara-Buitrago Paulina-Alejandra





# PRESENTACIÓN

La Empresa Colombiana de Petróleos, Ecopetrol S.A., tiene dentro de sus objetivos, el desarrollo de actividades relacionadas con la exploración, explotación, refinación, transporte, almacenamiento, distribución y comercialización de hidrocarburos, sus derivados y productos; la empresa está comprometida con apoyar y garantizar el desarrollo del país. Lo anterior, desde una cultura de cuidado con las personas y los entornos ecológicos, en donde realizan las diversas actividades.

El departamento de Casanare, corresponde a una región que presenta zonas de montaña y de sabana, con una alta biodiversidad natural y a su vez, muy rico en petróleo, que son de gran importancia para el país. En el municipio de Aguazul, localizado en las estribaciones de la cordillera Oriental, se ubica el Centro de Producción de Fluidos de Cupiagua, considerado de gran transcendencia para esta región.

En inmediaciones de este centro se localizan las veredas Cupiagua y El Triunfo, donde aún se registran bosques con una considerable riqueza florística y en las cuales, se desarrolló esta investigación, propuesta en el marco del convenio realizado con la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia y Ecopetrol, S.A. denominado 5211740 de 2012, y los proyectos "Rescate de individuos, mantenimiento y estudio de flora en veda, del sistema de transporte de hidrocarburos Cupiagua-Cusiana (Casanare,

Colombia)" en cumplimiento a la Resolución 1349 de 2011, y el "Estudio, taxonomía, biología y conservación de plantas no vasculares en el bosque el Danubio, Aguazul" que da cumplimiento al Auto 151 del 24 de abril de 2014, del MADS".

Conscientes de la importancia de divulgar el conocimiento científico, generado a partir de las investigaciones realizadas en alianza estratégica con la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, que es reconocida por su gran impacto académico, nos permitimos mostrar de una manera visual, los resultados producto del esfuerzo y conocimiento del equipo de investigadores, quienes trabajaron con zamias, consideradas fósiles vivientes ya que existen desde la época de los dinosaurios; epífitas vasculares y no vasculares (briófitos y líquenes), que crecen sobre diferentes sustratos y generan condiciones microclimáticas que favorecen la vida para otros organismos; plantas vasculares, que embellecen el paisaje y mantienen especies de fauna y flora de interés ecológico para el equilibrio natural; a su vez, el trabajo comunitario con la Institución Educativa Cupiagua.

Por lo anterior, Ecopetrol S.A., se permite presentar el libro "Flora de Aguazul: muestra de diversidad", con el cual se aporta nuevo conocimiento y se resalta su beneficio en la conservación de nuestros recursos naturales.

**Rubén Darío Moreno Rojas**

Vicepresidente de Operaciones y Mantenimiento  
de Transporte

**Aníbal Fernández de Soto Camacho**

Vicepresidente de Desarrollo Sostenible





La variabilidad de formas de vida que Colombia presenta, ha sido atribuida a factores geológicos, de posición geográfica, climáticos, entre otros; los cuales, han sido fundamentales en forjar la actual biodiversidad; sin embargo, el crecimiento de nuestro país, en cumplimiento de su plan de desarrollo, incluye el uso y aprovechamiento de los recursos naturales que se encuentran en el suelo y subsuelo, bajo un sistema de uso sostenible.

Hoy en día, a pesar de conocer las diferentes problemáticas sociales y ambientales, el avance en este sentido es poco, por lo cual, se requiere de parte de todos (instituciones educativas, entidades gubernamentales, ONGs, personas, entre otros) contribuir con el conocimiento de nuestra biodiversidad, con el propósito de tener mayor información que sirva en la toma de decisiones y aportar de manera simultánea en el progreso del país y en la conservación de la naturaleza.

La Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, se siente comprometida con este propósito, en pro de tener una mejor convivencia entre el hombre y el medio ambiente. Por lo cual, apoyado en el grupo de investigación Sistemática Biológica (SisBio) y el Herbario UPTC, que hacen parte de esta Institución, se generaron los insumos para el conocimiento de la flora del municipio de Aguazul, abordando diferentes temáticas como son: la caracterización de la flora vascular y no vascular, su seguimiento, evaluación y trabajo con la comunidad local.

El resultado de este trabajo, es recopilado en el presente libro "Flora de Aguazul: muestra de diversidad", el cual se presenta a la comunidad, con el propósito que sea un soporte en la toma de decisiones para las entidades gubernamentales, y sirva de motivador para los futuros profesionales o personas amantes por el cuidado de los recursos naturales.

**Alfonso López Díaz**  
Rector, Uptc



# AGRADECIMIENTOS

Al Convenio 5211740 2012, celebrado entre la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia y Ecopetrol S.A. y al proyecto 2 y 2ª (SGI 1215 y 1604), *Rescate de individuos, mantenimiento y estudio de flora en veda, del Sistema de Transporte de Hidrocarburos Cupiagua-Cusiana (Casanare, Colombia) y Estudio, taxonomía, biología y conservación de plantas no vasculares en el Danubio, Aguazul* (auto 151 del 24 de abril de 2014, MADS).

A la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia; al personal de la Vicerrectoría de Investigaciones y Extensión, Académica y Administrativa de la UPTC, así como de Tesorería y Servicios Generales; a la Facultad de Ciencias especialmente al Decano Gabriel Patarroyo Moreno, que siempre estuvieron dispuestos a apoyar el desarrollo del proyecto y convenio.

A los integrantes del grupo SisBio y Herbario UPTC en el desarrollo del proyecto, en las salidas de campo y todo el esfuerzo logístico, físico y académico.

Un agradecimiento especial a las comunidades de las veredas El Triunfo y Cupiagua del municipio de Aguazul, en especial a Luis Pulido, Orley Martínez y José del Carmen Beleño, por su apoyo logístico, disposición y entusiasmo en las actividades ejecutadas.

A la Institución Educativa Cupiagua (Aguazul) especialmente al Señor Rector Gerson Eduardo Carrillo Olarte, a la profesora Andrea Hernández del área de Ciencias Naturales y así como a los niños que participaron en el proyecto y desarrollaron las actividades del vivero.

Al CPF Cupiagua y seguridad física por todo su apoyo logístico, especialmente a Juan Carlos Barrera, Aníbal Yojar Muñoz y Ramón Vargas.

A los ingenieros que apoyaron el desarrollo del proyecto, Argemiro Valencia, Carol Lina Rondón,

Blanca Jiménez, Paola Barrera, Víctor Rivera, Alfredo Rodríguez, Mario Bermúdez, Rafael Solano, Olga Carvajal y Sandra Báez.

A la Estación de Policía de Aguazul y al Ejército Nacional de Colombia, Batallón de Entrenamiento No. 16, en el área de estudio que hicieron su acompañamiento todo el tiempo.

A los botánicos especialistas en diferentes familias que determinaron o corroboraron las especies: Ricardo Callejas (Piperaceae), Laura Clavijo (Gesneriaceae), Miguel Macgayver Bonilla (Orchidaceae y Passifloraceae), Diego Giraldo-Cañas (Poaceae y Marcgraviaceae), Edwin Trujillo (Araceae), Carolina Aguirre (Passifloraceae), José Murillo (Euphorbiaceae), Carlos Parra-O. (Myrtaceae), Juan Carlos Copete y William Bravo (Arecaceae), Jhon Pruski (Asteraceae), José Luis Fernández-Alonso (Malvaceae), Julio Betancur (Heliconiaceae y Bromeliaceae), Andrés Orjuela (Solanaceae), Steven Leavitt (Poaceae), Juan David Tovar (Solanaceae), y a los generalistas Heriberto David, Roberto Sánchez, Richard Abbott y Dairon Cárdenas.

Los autores del capítulo 4, expresan sus agradecimientos a los profesores Carlos Nelson Díaz Pérez y María Eugenia Morales Puentes por promover el desarrollo de proyectos y publicaciones que permitan conocer y conservar la flora colombiana. A los biólogos Wilson Giraldo-Pamplona, Lorena Hernández-G. y Diego David Mora por su apoyo durante las actividades de campo en algunos de los proyectos citados.

A los jurados anónimos que evaluaron este libro por sus valiosos aportes y sugerencias.

Los más sinceros agradecimientos a las personas que contribuyeron a la construcción y revisión de este libro.

**FLORA DE AGUAZUL:**  
MUESTRA DE DIVERSIDAD

# **CAPÍTULO 1**

# **COBERTURAS VEGETALES Y MUESTRA DE LA FLORA DEL MUNICIPIO DE AGUAZUL (CASANARE)**



**CARLOS NELSON DÍAZ-PÉREZ<sup>1</sup>, PABLO ANDRÉS GIL-LEGUIZAMÓN<sup>1</sup>, MARÍA EUGENIA MORALES-PUENTES<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Grupo Sistemática Biológica (SisBio), Herbario UPTC, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

# LOCALIZACIÓN

El municipio de Aguazul se ubica en la zona central del departamento de Casanare, limita al norte con los municipios de Pajarito (Boyacá) y Recetor, al sur con Tauramena y Maní, al oriente con Yopal (capital del departamento) y al occidente con Tauramena y Recetor. Presenta un gradiente altitudinal desde los 180 hasta los 2.500 m, con un régimen de lluvias unimodal biestacional, precipitación anual entre 1.000 y 3.200 mm; el clima es tropical muy húmedo (perhúmedo), índice de humedad con valores superiores a 100 mm y es megatérmico (debido a que la evapotranspiración es mayor a 70 mm en promedio); la temperatura oscila entre 20 y 28.9 °C (Alcaldía Aguazul, 2003).

El área del municipio es de 1.330 km<sup>2</sup>, entre el Piedemonte de la cordillera Oriental y las sabanas del margen occidental de la cuenca del río Meta, que, a su vez, corresponde a la Cuenca del Orinoco. Cuenta con tres fuentes hídricas principales: los ríos Cusiana, Únete y Charte. Predomina una geomorfología plana y en menor grado de cordillera, donde se pueden definir tres tipos de paisaje: montaña, piedemonte y sabana (Alcaldía Aguazul, 2003).

De acuerdo con la clasificación hidroclimática en las veredas de estudio: Cupiagua y El Triunfo, son consideradas como en una pequeña o con ninguna falta de agua en época de lluvias y moderada en época seca (Alcaldía Aguazul, 2003).

## COBERTURAS VEGETALES

La ubicación estratégica del municipio de Aguazul le permite tener una amplia variedad de paisajes, tipos de suelos y ecosistemas, por la presencia de tres grandes zonas de montaña, de piedemonte y de sabana; en cada una, se registra vegetación característica que varía en composición (especies), riqueza (número de especies, géneros y familias) y estructura (predominio de elementos arbóreos, arbustivos, herbáceos, epífitos, entre otros), esta variación ha permitido que se definan algunos tipos de coberturas vegetales (información obtenida por observación).

Con el fin de identificar la configuración del paisaje del municipio de Aguazul, a partir de las coberturas vegetales y aquellas artificiales, se utilizaron capas de información espacial de los años 2000 y 2012, cuya clasificación de coberturas está definida a partir de la "Leyenda Nacional de coberturas de la Tierra – Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, escala 1:100.000 (IDEAM, 2010)". Esta información permitió describir los tipos de coberturas, así como interpretar la dinámica de cambio entre estas, así:

### **Tipos de coberturas vegetales presentes en el municipio de Aguazul (Casanare)**

Para la extensión del municipio, se identifican 23 tipos de coberturas vegetales, las categorías definidas a continuación están acorde con las descripciones de la

Leyenda nacional Corine Land Cover (CLC) adaptada para Colombia (IDEAM, 2010), se caracterizan por:

**Tejido urbano continuo (CLC 1.1.1.):** espacio conformado por construcciones, vías y demás cubiertas artificiales que cubren más de 80% del terreno. La vegetación y suelo desnudo se encuentran en baja proporción respecto a las edificaciones.

**Tejido urbano discontinuo (CLC 1.1.2.):** espacio conformado por construcciones, vías y zonas verdes que cubren la superficie de forma dispersa y discontinua, debido a la presencia de vegetación.

**Zonas de extracción minera (CLC 1.3.1.):** áreas destinadas para la extracción de materiales minerales a cielo abierto.

**Cereales (CLC 2.1.2.):** cobertura compuesta por cultivos transitorios de gramíneas que para Aguazul corresponden a zonas destinadas para cultivos de arroz.

**Cultivos permanentes arbóreos (CLC 2.2.3.):** espacio ocupado por cultivos de forma arbórea (no incluye plantaciones forestales o de recuperación), como cítricos, palma, mango, entre otros.

**Pastos limpios (CLC 2.3.1.):** asignada a tierras ocupadas por pastos limpios (mayor al 70%); prácticas de manejo como limpieza, enclamiento y fertilización, limitan el desarrollo de otras coberturas.

**Pastos arbolados (CLC 2.3.2.):** incluye tierras ocupadas por pastos y árboles (con distribución dispersa), de más de 5 m. La cobertura de las especies leñosas es mayor a 30% y menor a 50% del área total de la unidad.

**Pastos enmalezados (CLC 2.3.3.):** espacio conformado por pastos y malezas (de vegetación secundaria, con altura inferior a 1.5 m) debido a procesos de abandono.

**Mosaico de pastos y cultivos (CLC 2.4.2.):** tierras ocupadas por pastos y cultivos; el tamaño de parcela es inferior a 25 ha, con lotes de distribución intrincada y compleja la espacialización.

**Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales (CLC 2.4.3.):** superficies ocupadas por cultivos y pastos en conjunto con espacios naturales, estos no representados de forma individual. Los cultivos y pastos ocupan entre 30-70% de la unidad. Los espacios naturales pueden ser relictos de bosque (incluidos de galería o ripario), arbustal, vegetación secundaria o pantanos que permanecen en estado natural.

**Mosaico de pastos con espacios naturales (CLC 2.4.4.):** superficie ocupada por pastos (parcelas menores a 25 ha y con 30-70% de la superficie) en combinación con espacios naturales sin representación espacial individual. Los espacios naturales pueden ser relictos de bosque (incluidos de galería o ripario), arbustal, vegetación secundaria o pantanos que permanecen en estado natural.



**Bosque denso (CLC 3.1.1.):** unidad espacial conformada por comunidad vegetal de especies arbóreas que forman un dosel continuo (con más de 5 m de altura y más del 70% del área total de la unidad), poco o no intervenido, con estructura original y conserva características funcionales.

**Bosque fragmentado (CLC 3.1.3.):** territorio ocupado por bosque natural denso o abierto, cuya continuidad horizontal es afectada (dividida) por la presencia de cobertura de pasto, cultivo o vegetación en transición (entre 5-30% del área total de la unidad de bosque y distancia entre fragmentos no mayor a 250 m).

**Bosque de galería y ripario (CLC 3.1.4.):** cobertura conformada por vegetación arbórea inmersa en márgenes de cursos de agua permanente o temporal (limitada por la amplitud del curso). Se denomina bosque de galería a aquella comunidad vegetal que ocurre en regiones de sabana, y bosque ripario al asociado a los cursos de agua de zonas andinas (IDEAM, 2010).

**Herbaza (CLC 3.2.1.):** territorio ocupado por comunidad vegetal herbácea (plantas no lignificadas de consistencia blanda en sus órganos), desarrollada en forma natural que conforma una cobertura densa (> 70% de ocupación) o abierta (30-70% de ocupación); poco o no intervenido, con estructura original y conserva características funcionales.

**Arbustal (CLC 3.2.2.):** territorio cubierto por vegetación arbustiva (planta lignificada de crecimiento simpodial, ramificada en la base y con altura entre 0.5 y 5 m), desarrollada en forma natural en densidad y sustratos.

**Vegetación secundaria o en transición (CLC 3.2.3.):** cobertura vegetal originada por sucesión de la vegetación natural, luego de la destrucción de la vegetación primaria. Presente en zonas desmontadas para diferentes usos (incluidos agrícolas), y aquellas donde la vegetación fue destruida por eventos naturales.

**Zonas arenosas naturales (CLC 3.3.1.):** corresponde a terrenos bajos y planos conformados por suelos arenosos y pedregosos (desprovistos de vegetación o con vegetación de arbustal ralo y bajo). Para el territorio de Aguazul, esta categoría está conformada por playas de ríos o bancos de arena de ríos.

**Tierras desnudas y degradadas (CLC 3.3.3.):** corresponde a terrenos desprovistos o con escasa vegetación, condición que se presenta por procesos naturales o humanos de erosión, degradación o condiciones climáticas extremas. Incluyen tierras con formación de cárcavas.

**Zonas quemadas (CLC 3.3.4.):** superficies afectadas por incendios recientes. Incluye incendios localizados en áreas naturales o seminaturales (bosques, cultivos, sabanas y arbustales).

**Zonas pantanosas (CLC 4.1.1.):** superficies de tierras bajas, inundadas durante gran parte del año, incluye zonas de divagación de cursos de agua, llanuras de inundación, vegas de divagación y depresiones naturales cuya capa freática aflora permanente o estacionalmente, hondonadas donde se recogen y se detienen las

aguas. Caracterizada por la presencia de una capa de vegetación acuática (< 25 ha, y representan menos de 30% del área total).

**Ríos (CLC 5.1.1.):** corrientes naturales de agua que fluye con continuidad y que desembocan en el mar, en lagos o ríos.

**Lagunas, lagos y ciénagas naturales (CLC 5.1.2.):** depósitos de agua natural (lagos o lagunas) de carácter abierto o cerrado, dulce o salobre, que conectan con ríos o mares.

## DINÁMICA ESPACIAL DE COBERTURAS VEGETALES EN EL MUNICIPIO DE AGUAZUL (CASANARE) PERIODO 2000-2012

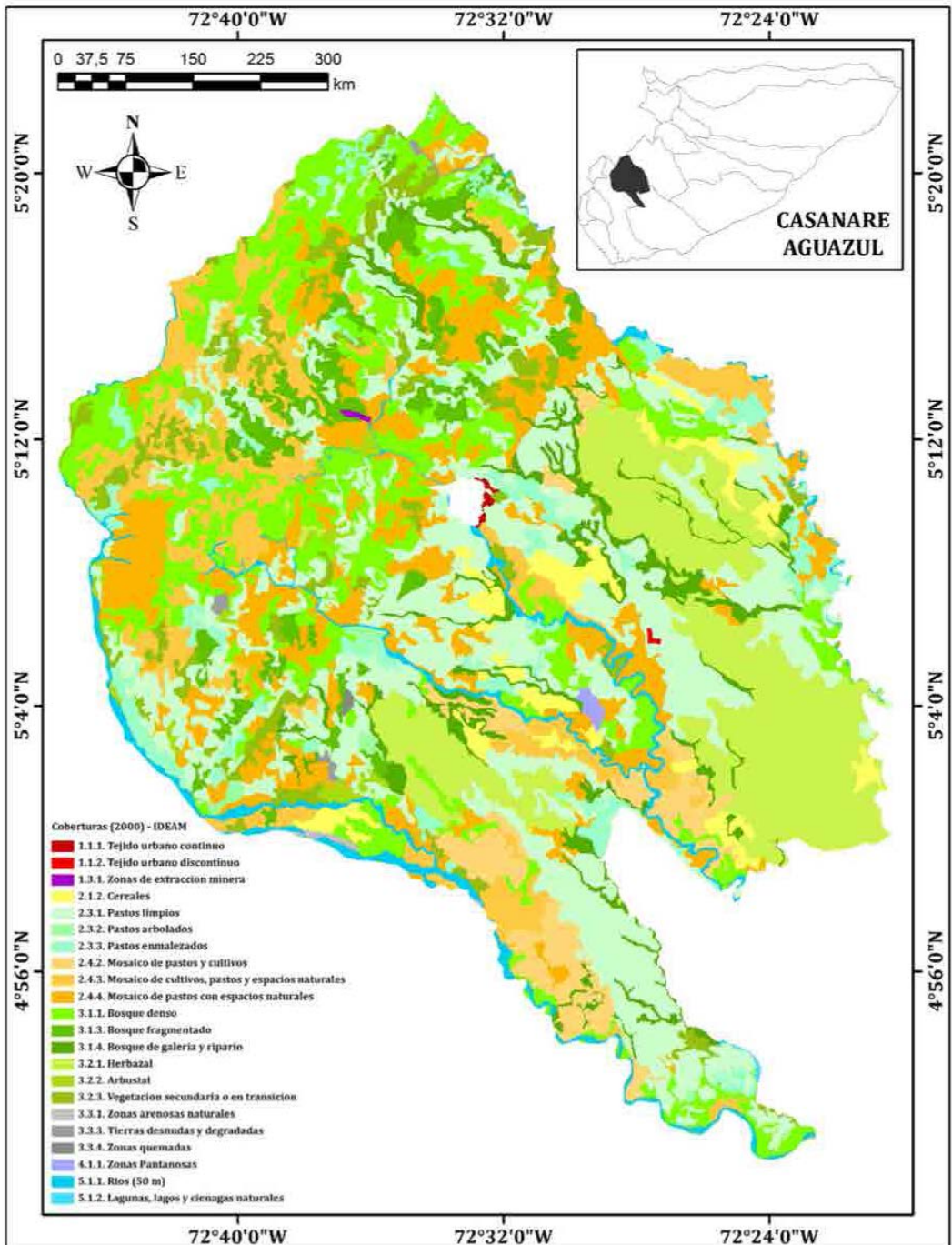
La información descrita a continuación corresponde a suministros espaciales disponibles en páginas web del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) e Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC); lo anterior, con el fin de identificar los cambios (pérdida y ganancia), de las coberturas vegetales en el municipio de Aguazul. De esta forma, la transformación de las coberturas a escala de paisaje en el periodo 2000-2012, ha sido producto de las modificaciones ocasionadas por el hombre y el uso dado al suelo.

Según el área total de Aguazul, para el año 2000, las coberturas dominantes eran los pastos limpios (23.2%), seguido del bosque denso (15.2%), los herbazales (12.9%) y el mosaico de pastos con espacios naturales (12.3%); las restantes cubrieron áreas inferiores al 8.8% (Tabla 1, Figura 1). Para el año 2012, la composición espacial fue constante, condición que se mantiene, empero, la configuración se modificó, en el mapa se evidencia el aumento de los pastos limpios (29%, gana 8.497 Ha) y mosaico de pastos, con espacios naturales (14.3%, gana 2.944 Ha). Por el contrario, se reducen las coberturas de bosque denso (9.8%, pierde 7.675 Ha) y de bosque de galería (3.6%, pierde 707 Ha) (Tabla 1, Figura 2).

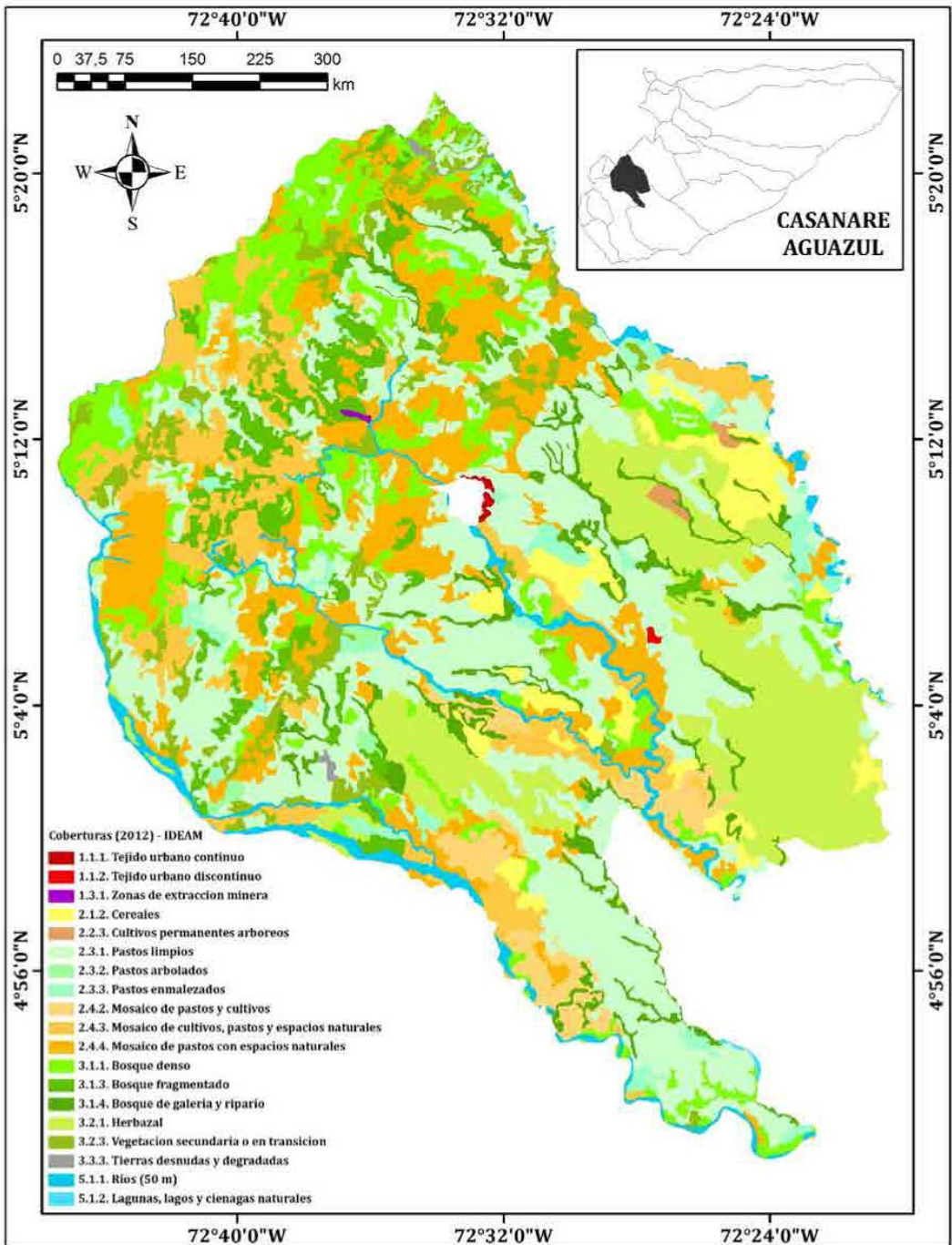
La cobertura de cereal aumenta para el año 2012 (2.6%) con 1.067 Ha adicionales en extensión y las 1.209 Ha de arbustal no están presentes en el 2012, así como las coberturas transitorias de zonas quemadas y pantanosas (Tabla 1). Es claro que el aumento en el área de los pastos limpios se evidencia en la disminución del bosque denso, de galería, de arbustales y pastizales enmalezados, que, en su momento, se encontraban en proceso de sucesión; del mismo modo, la disminución de las coberturas naturales boscosas son el producto del aumento en área del bosque fragmentado.

**Tabla 1.** Área y porcentaje de área calculados por cobertura en los años 2000 y 2012. Valores negativos en la columna "Cambio (Ha)" corresponden a pérdida de área, valores positivos se asocian con ganancia.

| Coberturas   | Color CLC | Año 2000      |            | Año 2012      |            | Cambio (Ha) |
|--|-----------|---------------|------------|---------------|------------|-------------|
|  |           | Ha            | %          | Ha            | %          |             |
| 1.1.1 Tejido urbano continuo                           |           | 90,4          | 0,1        | 107,1         | 0,1        | 16,8        |
| 1.1.2 Tejido urbano discontinuo                        |           | 39,5          | 0,0        | 45,3          | 0,0        | 5,8         |
| 1.3.1 Zonas de extracción minera                       |           | 61,0          | 0,0        | 61,0          | 0,0        | 0,0         |
| 2.1.2 Cereales   |           | 4150,2        | 2,9        | 5216,8        | 3,6        | 1066,6      |
| 2.2.3 Cultivos permanentes arbóreos                    |           | 0,0           | 0,0        | 333,9         | 0,2        | 333,9       |
| 2.3.1 Pastos limpios                                   |           | 33333,2       | 23,2       | 41830,2       | 29,1       | 8496,9      |
| 2.3.2 Pastos arbolados                                 |           | 465,7         | 0,3        | 451,1         | 0,3        | -14,7       |
| 2.3.3 Pastos enmalezados                               |           | 5863,3        | 4,1        | 3773,8        | 2,6        | -2089,5     |
| 2.4.2 Mosaico de pastos y cultivos                     |           | 5499,2        | 3,8        | 4058,9        | 2,8        | -1440,3     |
| 2.4.3 Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales |           | 12596,9       | 8,8        | 11659,0       | 8,1        | -937,8      |
| 2.4.4 Mosaico de pastos con espacios naturales         |           | 17680,1       | 12,3       | 20623,8       | 14,3       | 2943,7      |
| 3.1.1 Bosque denso                                     |           | 21817,7       | 15,2       | 14142,8       | 9,8        | -7674,8     |
| 3.1.3 Bosque fragmentado                               |           | 5805,1        | 4,0        | 6972,6        | 4,8        | 1167,5      |
| 3.1.4 Bosque de galería y ripario                      |           | 5843,5        | 4,1        | 5137,0        | 3,6        | -706,5      |
| 3.2.1 Herbazal   |           | 18514,4       | 12,9       | 18191,8       | 12,6       | -322,6      |
| 3.2.2 Arbustal   |           | 1208,8        | 0,8        | 0,0           | 0,0        | -1208,8     |
| 3.2.3 Vegetación secundaria o en transición            |           | 6531,9        | 4,5        | 7000,6        | 4,9        | 468,7       |
| 3.3.1 Zonas arenosas naturales                         |           | 160,5         | 0,1        | 0,0           | 0,0        | -160,5      |
| 3.3.3 Tierras desnudas y degradadas                    |           | 277,7         | 0,2        | 190,8         | 0,1        | -86,9       |
| 3.3.4 Zonas quemadas                                   |           | 60,0          | 0,0        | 0,0           | 0,0        | -60,0       |
| 4.1.1 Zonas pantanosas                                 |           | 204,1         | 0,1        | 0,0           | 0,0        | -204,1      |
| 5.1.1 Ríos (50 m)                                      |           | 3694,9        | 2,6        | 4101,5        | 2,8        | 406,6       |
| 5.1.2 Lagunas, lagos y ciénagas naturales              |           | 53,8          | 0,0        | 53,8          | 0,0        | 0,0         |
| <b>TOTAL</b>   |           | <b>143952</b> | <b>100</b> | <b>143952</b> | <b>100</b> |             |



**Figura 1.** Mapa temático de coberturas vegetales municipio de Aguazul (Casanare) – año 2000 (Fuente: Capa temática de coberturas 2000-2002, IDEAM-Sistema de Información Ambiental de Colombia – SIAC, www.siac.gov.co).



**Figura 2.** Mapa temático de coberturas vegetales del municipio de Aguazul (Casanare) – año 2012 (Fuente: Capa temática de coberturas 2010-2012, IDEAM-Sistema de Información Ambiental de Colombia – SIAC, [www.siac.gov.co](http://www.siac.gov.co)).

**Afectaciones humanas.** Dentro de las principales afectaciones que presenta el municipio se encuentra la ganadería a gran escala; y en menor proporción, los cultivos (principalmente de arroz). Lo anterior ha ocasionado la tala y quema, para el establecimiento de estas actividades agropecuarias.

De otro lado, en esta zona se concentra la explotación petrolera que ha favorecido la apertura de vías y el establecimiento de centros poblados, lo que ha conllevado a que exista un detrimento de los recursos naturales en buena parte de esta región.

## FLORA

Este término, presenta las especies de plantas que crecen en un lugar determinado (Hernández, 2000); su conocimiento es de gran importancia para la implementación de planes de conservación, debido a que por medio de estos estudios se pueden identificar especies endémicas, en riesgo de amenaza, de importancia sociocultural, entre otras (IAvH, 2001). En ocasiones, es tal su relevancia que, de su presencia dependen la existencia de otros organismos, que desarrollan su ciclo de vida en ellas; por ejemplo, las mariposas *Eumaeus* que se desarrollan sobre plantas de *Zamia*.

A partir del estudio adelantado en el marco del convenio No. 5211740 entre Ecopetrol S.A. y la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, se realizaron estudios de flora en el municipio de Aguazul, en varios bosques del piedemonte llanero de las veredas El Triunfo y Cupiagua. Se presenta a continuación una breve descripción morfológica, principales usos y distribución de algunas de las especies más representativas del área de estudio.

**Familia:** Acanthaceae

**Especie:** *Mendoncia* sp.

**Descripción:** bejuco de hasta 4 m de longitud, corteza de color verde con manchas marrón. Hojas simples, opuestas, ovadas, base obtusa y ápice acuminado, pubescente, margen entero, textura membranosa, nerviación pinnada. Inflorescencia axilar con una flor o varias. Flor protegida por un par de brácteas pubescentes, corola infundibuliforme con cinco lóbulos amplios, de color blanco con líneas magenta en la garganta. Fruto en drupa y con una semilla (Figura 3).

**Usos:** alto potencial ornamental.

**Distribución:** en el Neotrópico. Para Colombia se ha registrado en bosques o sabanas, a orillas de camino y trepando sobre los doseles del bosque. *Mendoncia* en general crece en ambientes con diferentes grados de intervención y en los fragmentos de bosque de Cupiagua y Aguazul no son la excepción. Crecen en El Triunfo y Cupiagua en áreas de borde de bosque y en las parcelas de muestreo, en un rango altitudinal entre 450-750 m.



**Figura 3.** *Mendoncia* sp. **A.** Vista de la flor en antesis; **B.** Hojas; **C.** Forma de crecimiento y hábitat.

**Familia:** Arecaceae

**Especie:** *Aiphanes horrida* (Jacq.) Burret

**Nombre común:** Mararay.

**Descripción:** palma de hasta 12 m de altura, corteza con anillos a lo largo del tallo, marrón y con espinas negras. Peciolos con base envainadora. Hojas de gran tamaño, hasta con 35 pinnas, glabras. Inflorescencias en racimos o espigas interfoliarias laterales. Frutos globosos, de color rojo (Figura 4).

**Usos:** ornamental, los frutos son consumidos por la fauna silvestre y el hombre, el mesocarpo presenta aceites, con un elevado contenido en beta carotenos y es precursor de la vitamina A (Borchsenius & Moraes, 2006).

**Distribución:** en el Neotrópico. Para Colombia, se ha registrado en el interior de bosques húmedos de tierras bajas y zonas de transición con el bosque seco (Borchsenius & Moraes, 2006). En las regiones Andina, Orinoquía y en los valles del Cauca y Magdalena, entre los 100-1700 m (Galeano & Bernal., 2015). Se encuentra en las parcelas de muestreo de El Triunfo y Cupiagua dentro del bosque, en el rango de 450-750 m.



**Figura 4.** *Aiphanes horrida*. **A.** Forma de crecimiento y disposición de las hojas; **B.** Hoja vista por la haz; **C.** Hoja vista por el envés con raquis armado.

**Familia:** Arecaceae

**Especie:** *Attalea* sp.

**Nombre común:** yagua

**Descripción:** palma con un único tallo, subterráneo. Hojas de hasta 8 m de largo, compuestas, alternas, con raquis anguloso, pinas lineares, glabras, venación central bien definida. Inflorescencias en racimos interfoliares. Flores con pétalos lineales, amarillo claro. Frutos en drupa, color marrón (Figura 5).

**Usos:** sus frutos son consumidos por algunos roedores y, por los humanos. Las hojas son empleadas en la elaboración de techos; sin embargo, favorece la presencia de culebras y chinches vectores de enfermedades (Borchsenius & Moraes, 2006; Rodríguez, 2015).



**Distribución:** en Suramérica (Tropicos.org, 2018). Para Colombia se ha registrado en interior de bosques de tierras bajas y zonas de potreros, entre los 0-1000 m (Borchsenius & Moraes, 2006). En el área de muestreo se halla en bordes de camino e interior de bosque de las parcelas, entre los 450-750 m; es frecuente encontrarla como individuos solitarios en zonas de potreros como sombra de ganado.



**Figura 5.** *Attalea* sp. Forma de crecimiento con disposición de las hojas e infrutescencia péndula.

**Familia:** Clusiaceae

**Especie:** *Clusia* sp.

**Nombre común:** Gaque

**Descripción:** árboles de hasta 10 m de altura, corteza de color marrón claro, con raíces adventicias que salen de tallo a manera de zancos curvos. Hojas simples, opuestas, obovadas, base atenuada y ápice redondeado, glabras, margen entero, coriáceas, nerviación secundaria paralela. Inflorescencia en panícula. Flores con cinco pétalos blancos. Fruto en cápsula dehiscente, valvada y coriácea de color verde con pintas marrón. Semillas de color rojo (Figura 6).

**Usos:** ornamental. Las flores en infusión sirven para controlar resfriados; la resina se utiliza como aromatizante a manera de incienso (Acero-Duarte, 2005).

**Distribución:** principalmente en el Neotrópico. En Colombia se ha registrado en zonas de bosque andino y áreas de transición entre bosque y áreas afectadas (Tropicos.org, 01 diciembre de 2018).



**Figura 6.** *Clusia* sp. **A.** Vista de una rama; **B.** Vista de una flor femenina en antesis; **C.** Fruto en proceso de maduración.

**Familia:** Cochlospermaceae

**Especie:** *Cochlospermum vitifolium* (Willd.) Spreng.

**Nombre común:** Bototo, algodón silvestre.

**Descripción:** árboles de hasta 15 m de altura, corteza lisa, en ramas jóvenes de color verde y en el tallo marrón. Hojas simples, alternas, palmatilobuladas con 5-7 lobos elípticos, ápice acuminado, glabro a pubescentes por el envés, margen serrado, membranosa, nerviación palmada con venas secundarias paralelas. Inflorescencia en racimo. Flores con cinco pétalos libres y amarillos. Fruto en cápsula, valvada. Semillas reniformes con tricomas blancos, que semejan algodón (Figura 7).

**Usos:** en medicina se utiliza contra la ictericia, disentería y aliviar la gripa; para lavar quemaduras, contra la sarna, diarreas, enfermedades del hígado y para impedir hemorragias postparto y nasales (Martínez-González, 2014).

**Distribución:** principalmente en el Neotrópico. En Colombia se ha encontrado en bosques secos y húmedos, además de zonas intervenidas. En las regiones Andina, Llanura del Caribe, Pacífico y valle del Magdalena, entre el nivel del mar y los 1490 m (Bernal, 2015a). Presente en el bosque de Aguazul a 450 m, poco frecuente en áreas en proceso de recuperación.



**Figura 7.** *Cochlospermum vitifolium*. **A.** Vista de la parte superior del árbol donde se observa la corona de ramas y disposición de las hojas; **B-C.** Inflorescencia y flores.

**Familia:** Dilleniaceae

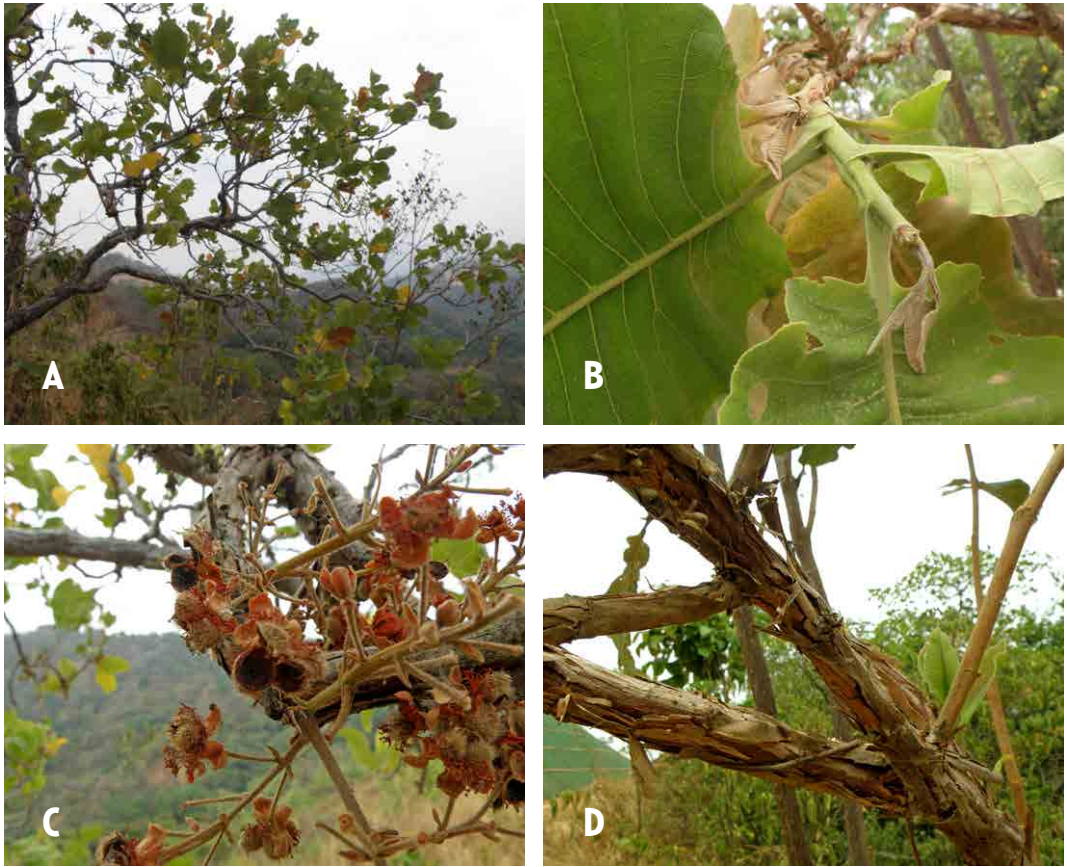
**Especie:** *Curatella americana* L.

**Nombre común:** Chaparro.

**Descripción:** árbol de 5 m de altura, corteza marrón con desprendimiento en placas gruesas, tallos curvados. Hojas simples, alternas, ovadas, elípticas o redondeadas, con tricomas hispídos (ásperas), pubescentes, con base decurrente, ápice obtuso. Inflorescencias en racimos axilares. Flores con sépalos verdes y pétalos blancos a rosados. Frutos en cápsula, pubescentes y dehiscentes. Semillas rodeadas por un arilo de color blanco (Figura 8).

**Usos:** maderable (postes de cerca, leña). Hojas como lija.

**Distribución:** en el Neotrópico. Para Colombia se ha registrado en zonas bajas hasta los 1000 m, especialmente en zonas de sabana o áreas utilizadas para pastoreo; en las regiones de la Amazonía, Guayana, Serranía de La Macarena, Orinoquía y valle del Magdalena, entre 90-1000 m (Aymard, 2015a). Poco frecuente, en espacios de borde de camino o pastizales y en las parcelas de Aguazul a 450 m.



**Figura 8.** *Curatella americana*. **A.** Forma de crecimiento; **B.** Disposición de las hojas, vista por la haz y el envés; **C.** Flores y frutos; **D.** Corteza con desprendimiento en placas largas.

**Familia:** Dilleniaceae

**Especie:** *Davilla kunthii* A. St. -Hil. (Dilleniaceae)

**Nombre común:** Bejuco chaparro

**Descripción:** Liana de hasta 10 m de longitud, corteza de color rojiza con desprendimientos en placas, al rozar con la piel se percibe sensación de quemazón. Hojas simples, alternas, obovadas a elípticas, base atenuada y ápice agudo, pubescente, escabrosa, nerviación secundaria paralela. Inflorescencia en panículas. Flores con 3-6 pétalos, sépalos 5 con los dos internos de mayor tamaño y envolviendo el fruto. Fruto en cápsula indehisciente,

globosa, abriéndose irregularmente. Semillas 1-2, lisas y con arilo (Figura 9).

**Usos:** medicinal con actividad antioxidante y antimicrobial (Nascimento, Rabelo, Silva, Nascimento & Santos, 2016).

**Distribución:** en el Neotrópico. En Colombia se ha registrado en zonas de bosque y sabanas, en las regiones de la Amazonía, Andes, Guyana y Serranía de La Macarena, Islas Caribeñas, Llanura del Caribe, Orinoquía, Pacífico y Valle del Magdalena entre los 0-1.700 m (Aymard, 2015b). Escaso en las parcelas de Aguazul a los 450 m.



**Figura 9.** *Davilla kunthii*. **A.** Vista de las hojas por el envés; **B.** Hojas con vista por la haz; **C-D.** Detalle de los frutos con los sépalos internos persistentes y protegiendo el fruto.

**Familia:** Melastomataceae

**Especie:** *Bellucia grossularioides* (L.) Triana

**Nombre común:** Guayaba de mico, tuno negro.

**Descripción:** árbol de 10 m de altura, corteza de color marrón claro a grisáceo, con leves líneas verticales, ramas tetragonales. Hojas simples, opuestas, ampliamente elípticas, base redondeada y ápice acuminada, glabras, margen entero, nerviación plinervia, nervios primarios amarillentos. Inflorescencias en racimos sobre las ramas o sobre el tronco, flores con hipanto hasta de 3 cm de diámetro, cáliz caliptrado, con dehiscencia irregular, 5-8 pétalos blancos, de hasta 2.5 cm de largo, androceo con 14-16 estambres amarillos, gineceo blanco con estigma capitado. Fruto en baya de color amarillo al madurar (Figura 10).

**Usos:** los frutos son consumidos por la fauna silvestre y el hombre, es común como cerca viva (Mendoza & Ramírez, 2006).

**Distribución:** presenta amplia distribución en el Neotrópico. En Colombia tiene presencia en bosques húmedos de tierras bajas de todo el país. En las regiones de la Amazonía, Andes, Guyana y Serranía de La Macarena, Orinoquía, Valle del Cauca y valle del Magdalena (Almeda, Mendoza-Cifuentes, Penneys, Michelangeli & Alvear, 2015a). Es una especie común en rastrojos, matas de monte y bordes de bosque (Mendoza & Ramírez, 2006). En los bosques de Aguazul, se encuentra en el borde a los 450 m.



**Figura 10.** *Bellucia grossularioides*. **A.** Rama; **B.** Flores caulinares; **C.** Fruto en formación, con pétalos marchitos.

**Familia:** Melastomataceae

**Especie:** *Clidemia octona* (Bonpl.) L.O. Williams

**Descripción:** arbusto de hasta 3 m de altura, corteza de color marrón claro. Hojas simples, opuestas, ovadas, base cordada y ápice acuminada a agudo, con tricomas hirsutos de 4-10 mm de largo, margen ciliado denticulado, nerviación acrodroma. Inflorescencia en cima paniculiforme, lateral. Flores 7-8-meras, con bractéolas subuladas a lineares, pétalos obovados de color blanco. Fruto en baya, morada al madurar. Semillas con superficie granulosa de color marrón (Figura 11).

**Usos:** los frutos son consumidos por la fauna silvestre.

**Distribución:** presenta amplia distribución en el Neotrópico. En Colombia se ha registrado en casi todo el país, en zonas de transición entre bosque y áreas afectadas (Mendoza & Ramírez, 2006). En las regiones de la Amazonía, Andes, Guayana y Serranía de La Macarena, Orinoquía, Pacífico, Sierra Nevada de Santa Marta, Valles del Cauca y Magdalena, entre los 30-2300 m (Almeda, Mendoza-Cifuentes, Penneys, Michelangeli & Alvear, 2015b). Frecuente en los bosques de Aguazul en áreas abiertas entre 450-700 m.



**Figura 11.** *Clidemia octona*. **A.** Frutos inmaduros; **B-C.** Flores y frutos en diferentes estados de madurez.

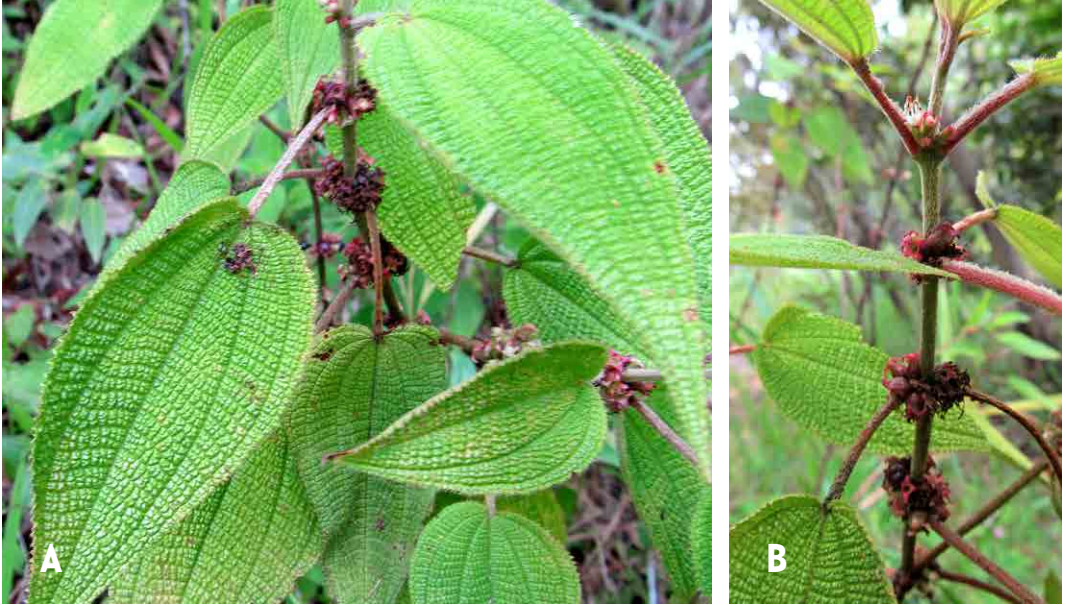
**Familia:** Melastomataceae

**Especie:** *Clidemia* sp.

**Descripción:** arbustos de hasta 4 m de altura, corteza de color marrón claro con pintas verdes, pubescente. Hojas simples, opuestas, ovadas, pubescentes, base cordada y ápice acuminada, margen serrado, nerviación acrodroma. Inflorescencia axilar. Flores con pétalos rosados, con bractéolas subuladas a lineares, pétalos obovados de color blanco. Su fruto es una baya de color magenta al madurar. Semillas ovoides de color marrón (Figura 12).

**Usos:** los frutos son consumidos por la fauna silvestre.

**Distribución:** en el Neotrópico. En Colombia se ha registrado en la región Andina, Orinoquía, valles interandinos y la Sierra Nevada de Santa Marta, en elevaciones desde los 100 hasta los 2.260 m (Almeda, Mendoza-Cifuentes, Penneys, Michelangeli & Alvear, 2015c). En zonas de transición entre bosque y áreas afectadas. En los bosques de Aguazul en zonas de borde entre los 450-700 m.



**Figura 12.** *Clidemia* sp. **A.** Hábito y distribución de hojas y frutos; **B.** Frutos axilares en desarrollo.

**Familia:** Melastomataceae

**Especie:** *Miconia stenostachya* DC.

**Descripción:** arbolito de hasta 6 m de altura, corteza de color marrón, con ramas jóvenes angulosos y tallo terete. Peciolos con tricomas marrón claro. Hojas simples, opuestas, elípticas, base obtusa y ápice agudo, glabras por la haz, pubescentes por el envés, margen entero, nerviación acrodroma. Inflorescencia en racimo terminal, flores con cinco sépalos y pétalos, corola de color blanca. Fruto en baya. Semillas pequeñas color pardo (Figura 13).

**Usos:** en procesos de restauración ecológica (Ribeiro *et al.*, 2009).

**Distribución:** en el Neotrópico. Para Colombia se ha registrado principalmente en el interior de bosques húmedos de tierras bajas y zonas de transición con bosque seco (Tropicos.org, 2018). En las regiones de la Amazonía, Andes, Orinoquía, Sierra Nevada de Santa Marta, Valles del Cauca y Magdalena, entre los 100–2700 m (Almeda, Mendoza–Cifuentes, Penneys, Michelangeli & Alvear, 2015d). En Aguzul en interior de los bosques entre los 450–700 m.





**Figura 13.** *Miconia stenostachya*. **A.** Hábito y distribución de las hojas; **B-C.** Detalle de las flores.

**Familia:** Meliaceae

**Especie:** *Guarea guidonia* (L.) Sleumer

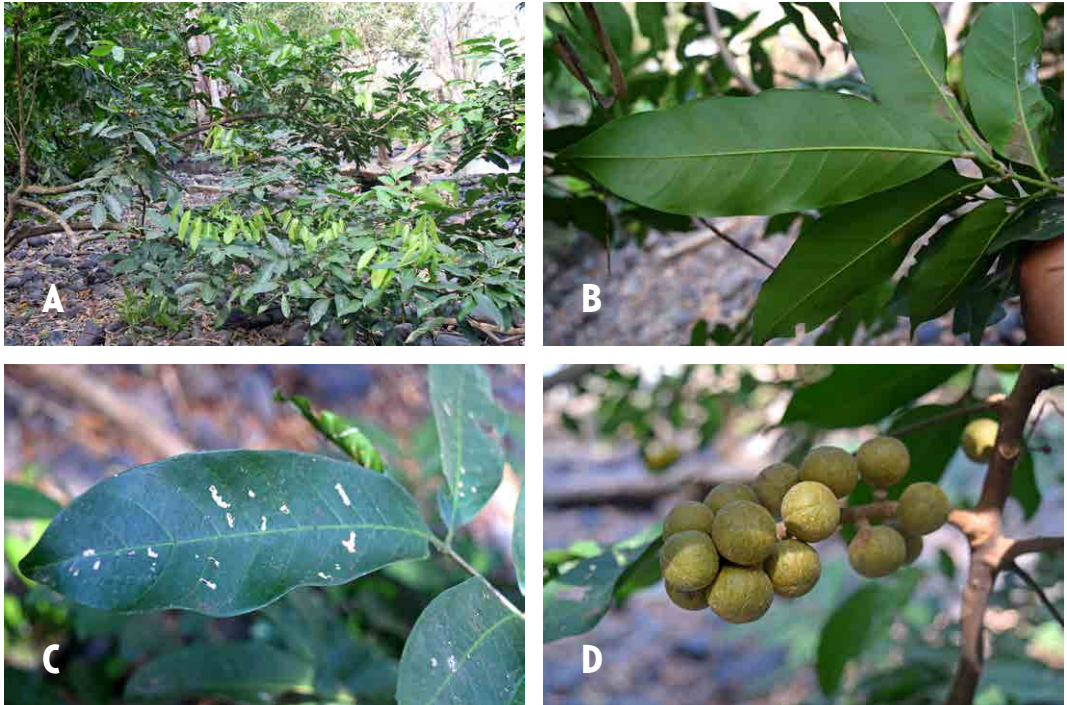
**Nombre común:** Trompillo.

**Descripción:** Árbol de 10 m de altura, corteza marrón con leves fisuras verticales (estriada), tallo terete. Hojas compuestas, alternas, con raquis suavemente pubérulo, en el ápice se observa una yema terminal revoluta. Peciolulos engrosados, lámina foliar con base atenuada, ápice acuminado. Inflorescencias en racimos axilares. Pedúnculo leñoso con frutos globosos, de color verde amari-

lento, con puntos blancos y cicatriz de cuatro valvas. Semilla en almendra (Figura 14).

**Usos:** maderable, las hojas y cortezas son empleadas como abortivas, contra el dolor de riñones y anemia (Villalobos-Huanca, 2011).

**Distribución:** en el Neotrópico. Para Colombia se ha registrado en el interior y borde de bosques de tierras bajas (Tropicos.org, 2018). En las regiones de la Amazonía, Andes, Guayana y Serranía de La Macarena, llanura del Caribe, Valles del Cauca y Magdalena, entre los 0-1.400 m (Bernal, 2015b). En los bosques de Aguazul sobre los 450-750 m.



**Figura 14.** *Guarea guidonia*. **A.** Forma de crecimiento; **B.** Hoja vista por el envés; **C.** Hoja vista por la haz; **D.** Infrutescencia.

**Familia:** Polygonaceae

**Especie:** *Triplaris americana* L.

**Nombre común:** palo santo, vara santa.

**Descripción:** árbol de 8 m de altura, corteza grisácea con tallo terete. Hojas simples, alternas, ampliamente elípticas, base atenuada, ápice apiculado, nerviación pinnada. Estípula ocrea, que rodea el peciolo, caediza que deja una cicatriz sobre el tallo. Inflorescencias terminales. Flores con pétalos crema, al madurar pasan por tonalidades rojizas hasta terminar en un marrón claro. Frutos con tres alas glabras, marrón claro, en la base fusionada y con

pubescencia parda. Semillas con tres costillas y tres estigmas de color marrón (Figura 15).

**Usos:** maderable, ornamental y melífera (Vit & Carmona, 2002).

**Distribución:** en el Neotrópico. Para Colombia se ha registrado en el interior de bosques o aislados en zonas deforestadas; en las regiones de la Amazonía, Andes, Llanura del Caribe, Orinoquía, Pacífico y Valle del Magdalena, entre los 0 y 2.000 m (Aymard, 2015c; Tropicos.org, 2018). En Aguazul predomina al interior de las parcelas entre los 450-750 m.



**Figura 15.** *Triplaris americana*. **A-C.** Forma de crecimiento en diferentes vistas.

**Familia:** Primulaceae

**Especie:** *Clavija* sp.

**Descripción:** arbolito de hasta 6 m de altura, no ramificado (paquicaule), corteza de color marrón. Peciolos engrosados. Hojas simples muy grandes, alternas, ampliamente obovadas, base redondeada y ápice acuminada, glabras, margen entero, nerviación pinnada. Inflorescencias en racimos laterales a lo largo del tallo, flores tetrámeras, corola crateriforme de color anaranjado. Fruto en baya, subgloboso,

amarillo. Semillas con forma irregular de color parda (Figura 16).

**Usos:** los frutos son consumidos por la fauna silvestre. Ornamental.

**Distribución:** en el Neotrópico. Para Colombia se ha registrado en el interior de bosques húmedos de tierras bajas y zonas de transición con bosque seco (Tropicos.org, 2018). En Aguazul se encuentra al interior del bosque a los 750 m.



**Figura 16.** *Clavija* sp. **A.** Envés de las hojas y peciolo engrosados; **B.** Distribución de hojas de tipo paquicaule; **C.** Forma de crecimiento y hábitat.

**Familia:** Primulaceae

**Especie:** *Clavija harlingii* B. Ståhl

**Descripción:** arbolito de hasta 5 m de altura, no ramificado (paquicaule), corteza de color marrón a grisáceo. Peciolo engrosados. Hojas simples muy grandes, alternas, coriáceas, ampliamente obovadas, base redondeada y ápice acuminado, glabras, margen serrado, nerviación pinnada. Inflorescencias en racimos laterales a lo largo del tallo, flores pentámeras, corola de color salmón a rojizo. Fruto en baya, subgloboso y anaranjado. Semillas con formas irregulares de color pardo (Figura 17).

**Usos:** los frutos son consumidos por la fauna silvestre. Ornamental (Monteros-Altamirano et al., 2018).

**Distribución:** en Colombia, Ecuador y Perú. Para Colombia se ha registrado en los departamentos de Amazonas y Caquetá (Ricketson & Pipoly, 2015); se registra por primera vez para el departamento de Casanare. Se encuentra al interior de bosques húmedos de tierras bajas (Tropicos.org, 2018). En Aguazul al interior del bosque a los 450 m.



**Figura 17.** *Clavija harlingii*. **A.** Forma de crecimiento e inflorescencia; **B.** Flores; **C.** Frutos en proceso de maduración; **D-E.** Frutos maduros.

**Familia:** Piperaceae

**Especie:** *Piper* sp.

**Nombre común:** Cordoncillo.

**Descripción:** arbusto de hasta 5 m de longitud, corteza en ramas jóvenes de color verde con manchas marrón y magenta en los nudos; en tallos marrón claro. Hojas simples, alternas, elípticas, base oblicua y ápice agudo, glabro, margen entero, textura coriácea, nerviación pinnada. Inflorescencia opuesta a las hojas, en espiga simple (amanto) y péndula. Flores desnudas (sin sépalos, ni pétalos) protegida por una bráctea floral. Fruto una drupa, de color verde, con una semilla (Figura 18).

**Usos:** medicinal como antídoto ante mordeduras de serpientes, en tratamiento de cálculos renales, afecciones bronquiales, entre otros. Alimenticio como saborizantes, al ser sus frutos tostados y molidos para obtener variedades de pimienta (Ortega-David, 2015; Tropicos.org, 01 de diciembre de 2018).

**Distribución:** en el Neotrópico. En Colombia, se registra en bosques húmedos premontanos y de tierras bajas, son muy conspicuas en el sotobosque (Tropicos.org, 2018). Se encuentra en las dos zonas de muestreo al interior de los bosques entre los 450-750 m.



**Figura 18.** *Piper* sp. **A.** Hábito; **B-C.** Infrutescencia madura.

**Familia:** Rubiaceae

**Especie:** *Isertia laevis* (Triana) B.M. Boom

**Descripción:** árbol de hasta 7 m de altura, corteza en ramas jóvenes verdes y en las plantas maduras de color marrón. Hojas simples muy grandes, opuestas, ampliamente elípticas, base atenuada y ápice agudo, glabras, margen entero, nerviación pinnada. Inflorescencias en racimos terminales, flores con seis pétalos blanco verdosos. Fruto en drupa con numerosas semillas (Figura 19).

**Usos:** medicinal, antimicrobial (Arango & Iságama, 2012).

**Distribución:** en el Neotrópico. Para Colombia se ha registrado en la región Andina, Pacífica y valle del Magdalena, entre los 0-2.000 m; en el interior o borde de bosques secundarios (Delprete & Cortés-B., 2015a). Se encuentra en las dos zonas de muestreo en áreas de borde, entre los 450-750 m.



**Figura 19.** *Isertia laevis*. **A.** Forma de crecimiento; **B-C.** Inflorescencia madura; **D.** Detalle de la flor; **E.** Frutos inmaduros.

**Familia:** Rubiaceae

**Especie:** *Warszewiczia coccinea* (Vahl) Klotzsch

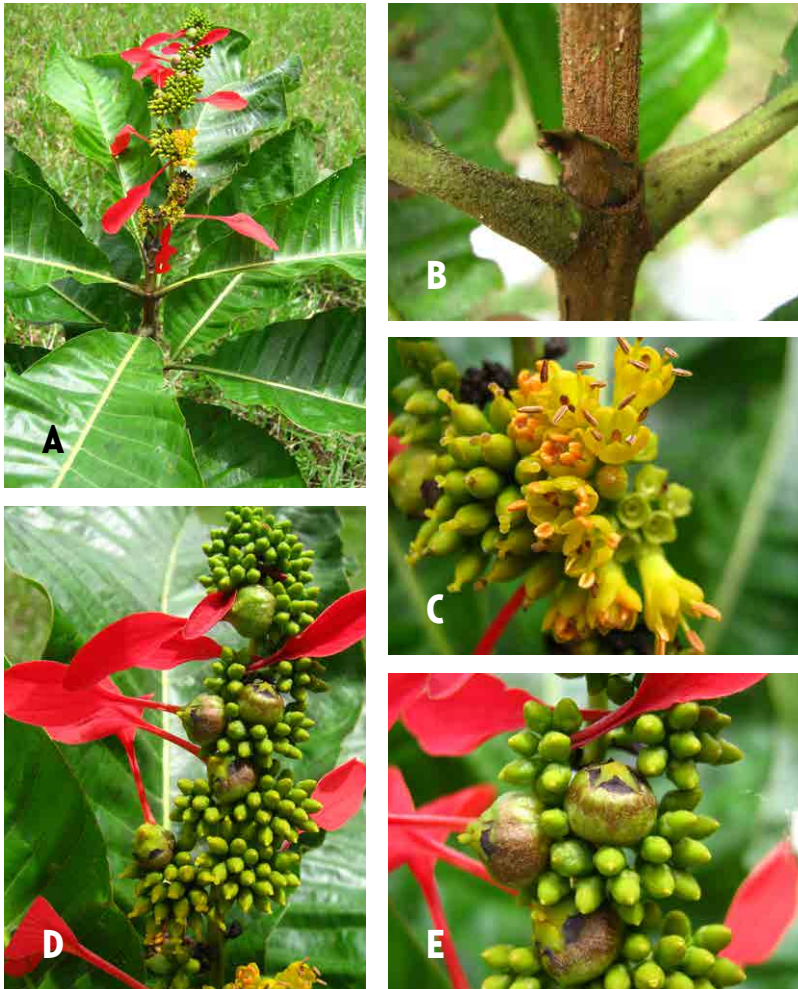
**Nombre común:** Cresta de gallo.

**Descripción:** árbol de 9 m de altura, corteza en ramas jóvenes verde y en maduras grisácea. Hojas simples, opuestas, ampliamente elípticas, base atenuada, ápice acuminado, nerviación pinnada. Estípula interpeciolar, triangular, caediza. Inflorescencias espiciformes terminales. Flores con pétalos amarillos a anaranjados, con cáliz verde, excepto por un sépalo expandido en forma de hoja (calicifilo), de color rojo. Frutos en cápsulas leñosas, dehiscentes.

Semillas aplanadas, menos frecuentemente angulosas (Figura 20).

**Usos:** maderable, con potencial en ornamentación (León, 2011).

**Distribución:** en el Neotrópico. Para Colombia se ha registrado en bosques de zonas bajas, de las regiones de Amazonía, Andes, Guayana y Serranía de La Macarena, Orinoquía, Pacífica, Valles del Cauca y Magdalena, desde los 0 hasta los 2.000 m (Delprete & Cortés-B., 2015b; Tropicos.org, 2018). En Aguazul predomina en los bordes del bosque, entre los 450-750 m.



**Figura 20.** *Warszewiczia coccinea*. **A.** Forma de crecimiento y disposición de las hojas; **B.** Estípula interpeciolar; **C.** Flores; **D-E.** Frutos en desarrollo.

**Familia:** Siparunaceae

**Especie:** *Siparuna guianensis* Aubl.

**Nombre común:** limoncillo, ajcillo.

**Descripción:** árbol de hasta 15 m de altura, corteza de color verde y en ramas jóvenes magenta, en ocasiones se observan gránulos marrones. Hojas simples, opuestas, en ocasiones levemente subopuestas, ampliamente elípticas, base redondeada y ápice acuminada, glabras, margen entero, nerviación plinervia, nervios primarios amarillentos. Inflorescencias en racimos sobre las ramas o sobre el tronco, flores con hipanto hasta de 3 cm de diámetro, cáliz caliptrado, con dehiscencia irregular, 5-8 pétalos blancos, de hasta 2.5 cm de largo, androceo con 14-16 estambres amarillos, gineceo blanco con estigma capitado. Fruto en baya de color amarillo al madurar (Figura 21).



**Usos:** medicinal, para la gripa, fiebre y dolores del cuerpo (Abido-Valentini, Barbosa, Rodríguez & Díaz de Almeida, 2009).

**Distribución:** presenta amplia distribución en el Neotrópico. En Colombia se encuentra en bosques húmedos de tierras bajas de todo el país. En las regiones de la Amazonía, Andes, Guayana y Serranía de La Macarena, Llanura del Caribe, Orinoquía, Pacífico, Valles del Cauca y Magdalena, entre los 0-1.450 m (Renner, 2015). Es una especie común en rastrojos, matas de monte y bordes de bosque (Tropicos.org, 2018). En el interior de los bosques de Aguazul, entre los 450-750 m.



**Figura 21.** *Siparuna guianensis*. **A-B.** Forma de crecimiento y frutos en maduración; **C-D.** Frutos dehiscentes exhibiendo las semillas para su dispersión.

**Familia:** Salicaceae

**Especie:** *Casearia sylvestris* Sw.

**Nombre común:** huesito

**Descripción:** árbol de hasta 6 m de altura, corteza en ramas jóvenes de color verde con manchas marrón, en tallos grisácea; hojas simples, alternas, ovadas a elípticas, base y ápice acuminados, glabras, margen serrado, nerviación pinnada, nervios primarios amarillentos. Inflorescencias en umbelas o fascículos, axilares a las hojas, flores pequeñas con pétalos crema-blanquecino. Fruto dehiscente en cápsula de color verde y rojo al madurar, con tres semillas marrón claro (Figura 22).

**Usos:** ornamental. En decocción ayuda a curar afecciones cutáneas como llagas o úlceras (García-Barriga, 1992).

**Distribución:** es amplia en el Neotrópico. En Colombia se ha registrado desde los 0 hasta los 2.100 m, en las regiones de la Amazonía, Andes, Guayana y Serranía de la Macarena, Llanura del Caribe, Orinoquía, Pacífico, Sierra Nevada de Santa Marta y valle del Magdalena (Alford, 2015), en bosques de tierras bajas de todo el país (Tropicos.org, 2018). Se encuentra en las dos zonas de muestreo en áreas de borde e interior de los bosques.



**Figura 22.** *Casearia sylvestris*. **A.** Vista de inflorescencia en fascículo axilar; **B.** Vista en detalle de los primordios florales; **C.** Rama con presencia de hojas e inflorescencias.

**Familia:** Sapindaceae

**Especie:** *Cupania americana* L.

**Descripción:** árbol de hasta 8 m de altura, corteza lisa de color grisáceo. Peciolulos engrosados. Hojas compuestas, alternas, obovadas a elípticas, base atenuada y ápice ramoneado, margen serrado y nerviación pinnada. Inflorescencias en panículas, flores pentámeras, corola de color blanco. Fruto en cápsula dehiscente. Semillas con arilo anaranjado (Figura 23).

**Usos:** maderable, principalmente para leña y postes de cerca (Francis, 1991).

**Distribución:** en el Neotrópico. Para Colombia se ha registrado en la región Andina, llanura del Caribe, Orinoquía, Pacífica, Valles del Cauca y Magdalena, entre los 80 y 2.340 m de altitud (Obando, 2015a). Se encuentra en bosques húmedos de tierras bajas y zonas de transición con bosque seco (Tropicos.org, 2018). En interior y zonas de borde de los bosques de Aguazul, entre los 450-750 m.



**Figura 23.** *Cupania americana*. **A.** Forma de crecimiento y hojas vistas por la haz; **B.** Rama con hojas vistas por el envés; **C.** Fruto en cápsula dehiscente; **D.** Detalle de la semilla en el fruto.

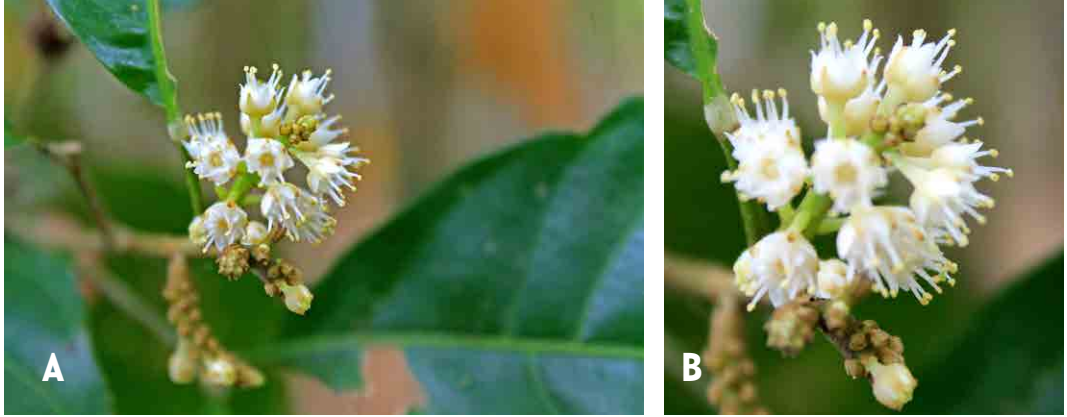
**Familia:** Sapindaceae

**Especie:** *Matayba purgans* (Poepp.) Radlk.

**Descripción:** árbol de hasta 7 m de altura, corteza de color grisáceo. Peciolos engrosados. Hojas compuestas (generalmente con dos folíolos), alternas, elípticas, base obtusa y ápice agudo, glabras, margen entero, nerviación pinnada. Inflorescencias en panículas, terminales o laterales, flores pequeñas con cinco sépalos y pétalos. Fruto en cápsula elipsoide, dehiscente. Semillas con arilo (Figura 24).

**Usos:** comestible (frutal) y leña (Estupiñán-González & Jiménez-Escobar, 2010).

**Distribución:** en el Neotrópico. Para Colombia se ha registrado en el interior de bosques húmedos de tierras bajas y zonas de transición con bosque seco (Tropicos.org, 2018). En las regiones de los Andes, Guayana y Serranía de La Macarena, Orinoquía y Pacífico, entre los 50-1.200 m (Obando, 2015b). En Aguazul al interior del bosque a los 450 m.



**Figura 24.** *Matayba purgans*. **A.** Inflorescencia en racimo; **B.** Detalle de la flor.



# BIBLIOGRAFÍA

- Abido Valentini, C.M., Barbosa Coelho, M.F., Rodríguez Ortiz, C.E., Díaz de Almeida, J. (2009). Uso e conservação da negramina (*Siparuna guianensis* Aubl.) em Bom Sucesso, Várzea Grande-MT\*. *Interações, Campo Grande*, 10(2): 195-206.
- Acero-Duarte, L.E. (2005). Plantas útiles de la cuenca del Orinoco. BP Exploration Company. Bogotá, Colombia. 608 p.
- Alcaldía de Aguazul (2003). Esquema de ordenamiento territorial de Aguazul. Diagnóstico Territorial. Subsistema Biofísico. Alcaldía Municipal de Aguazul.
- Alford, M.H. (2015). *Casearia sylvestris* Sw. En: Bernal, R., S.R. Gradstein & M. Celis (eds.). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>
- Almeda, F., Mendoza-Cifuentes, H., Penneys, D.S., Michelangeli, F.A. & Alvear, M. (2015a). *Bellucia grossularioides* (L.) Triana En: Bernal, R., Gradstein, S.R. & Celis, M. (eds.). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>
- Almeda, F., Mendoza-Cifuentes, H., Penneys, D.S., Michelangeli, F.A. & Alvear, M. (2015b). *Clidemia octona* (Bonpl.) L.O.Williams. En: Bernal, R., Gradstein, S.R. & Celis, M. (eds.). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>
- Almeda, F., Mendoza-Cifuentes, H., Penneys, D.S., Michelangeli, F.A. & Alvear, M. (2015c). *Clidemia*. En: Bernal, R., Gradstein, S.R. & Celis, M. (eds.). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>
- Almeda, F., Mendoza-Cifuentes, H., Penneys, D.S., Michelangeli, F.A. & Alvear, M. (2015d). *Miconia stenostachya* DC. En: Bernal, R., Gradstein, S.R. & Celis, M. (eds.). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>

- Arango, J.U., Iságama, M.E. (2012). Flora etnoodontológica de las comunidades indígenas Embera del Atrato Medio antioqueño. *Revista Facultad Odontológica, Universidad de Antioquia*, 23(2): 321-333.
- Aymard, G. (2015a). *Curatella americana* L. En: Bernal, R., Gradstein, S.R. & Celis, M. (eds.). 2015. Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>
- Aymard, G. (2015b). *Davilla kunthii* A.St.-Hil. En: Bernal, R., Gradstein, S.R. & Celis, M. (eds.). 2015. Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>
- Aymard, G. (2015c). *Triplaris americana* L. En: Bernal, R., Gradstein, S.R. & Celis, M. (eds.). 2015. Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>
- Bernal, R. (2015a). *Cochlospermum vitifolium* (Willd.) Spreng. En: Bernal, R., S.R. Gradstein & M. Celis (eds.). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>
- Bernal, R. (2015b). *Guarea guidonia* (L.) Sleumer En: Bernal, R., S.R. Gradstein & M. Celis (eds.). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>
- Borchsenius, F., Moraes, M. (2006). Diversidad y usos de palmeras andinas (Arecaceae). *Botánica económica de los Andes Centrales*. 412-433 p. Moraes, M., Ollgaard, B., Kvist, L.P., Borchsenius, F. & Balslev, H. (eds.). Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
- Delprete, P.G., Cortés-B., R. (2015a). *Isertia laevis* (Triana) Boom En: Bernal, R., S.R. Gradstein & M. Celis (eds.). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>
- Delprete, P.G., Cortés-B., R. (2015b). *Warszewiczia coccinea* (Vahl) Klotzsch En: Bernal, R., S.R. Gradstein & M. Celis (eds.). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>
- Estupiñán-González, A.C., Jiménez-Escobar, N.D. (2010). Uso de las plantas por grupos campesinos en la franja tropical del Parque Nacional Natural Paramillo (Córdoba, Colombia). *Caldasia*, 32(1): 21-28.
- Francis, J.K. (1991). *Cupania americana* L. Guara. SO-ITF-SM-44. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 4 p.
- Galeano, G., Bernal, R. (2015). *Aiphanes horrida* (Jacq.) Burret. En: Bernal, R., S.R. Gradstein & M. Celis (eds.). 2015. Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>
- García-Barriga, H. (1992). Flora medicinal de Colombia (Tercer Mundo Eds.). Bogotá, Colombia. 537 p.

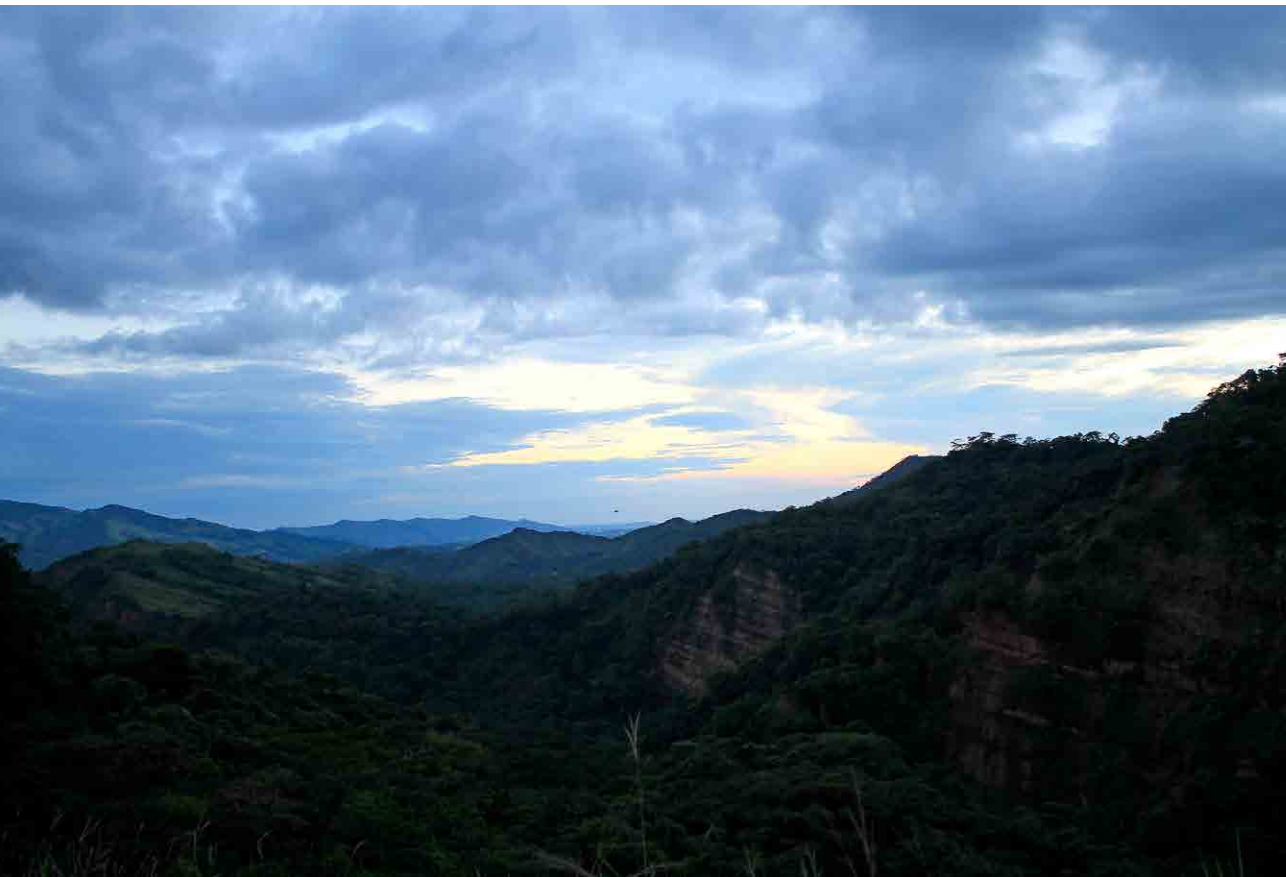
- Hernández, J. (2000). Manual de métodos y criterios para la evaluación y monitoreo de la flora y la vegetación. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile.
- IDEAM. (2010). Leyenda nacional de coberturas de la Tierra Corine Land Cover adaptada para Colombia, escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá: Editorial Scripto Ltda., 2010. 72p.
- León, W.J. (2011). Anatomía de la madera de 31 especies de Rubiaceae en Venezuela. *Acta Botánica Venezolánica*, 34(2): 347-379.
- Martínez González, L.A. (2014). Plantas medicinales nativas de Panamá y su potencial para el tratamiento de las patologías de mayor impacto en el país. Trabajo de Maestría en Ciencias Biológicas. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, D.C.
- Mendoza H., Ramírez B. (2006). Guía ilustrada de géneros Melastomataceae y Memecylaceae de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt; Univerisad del Cauca. Bogotá, D.C., Colombia. 288 p.
- Monteros Altamirano, A., Tacán, M., Peña, G., Tapia, C., Paredes, N., Lima, L. (2018). Guía para el manejo de los recursos fitogenéticos en Ecuador. Protocolos. Publicación miscelánea. No. 432. INIAP, Estación Experimental Santa Catalina. Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos, Mejía, Ecuador.
- Nascimento, L.S.N., Rabelo, S.A.C., Silva, G.R., Nascimento, F.C. & Santos, R.C. (2016). Actividad biológica de *Davilla kunthii* A. St. -Hill. (Dilleniaceae). *Revista Brasileira de plantas medicinais de Campinas*, 18(1): 172-179.
- Obando, S. (2015a). *Cupania americana* L. En: Bernal, R., S.R. Gradstein & M. Celis (eds.). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>
- Obando, S. (2015b). *Matayba purgans* (Poepp.) Radlk. En: Bernal, R., S.R. Gradstein & M. Celis (eds.). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>
- Ortega David, E.H. (2015). Usos tradicionales de las plantas de la Orinoquía Colombiana. *Revista Universitaria en Ciencias de la Salud, UG-Ciencia*, 21: 16-28.
- Renner, S. (2015). *Siparuna guianensis* Aubl. En Bernal, R., S.R. Gradstein & M. Celis (eds.). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>
- Ribeiro, M.C., Figueira, J.E.C., Carrara, L.A. & Faria, L.P. (2009). *Miconia stenostachya* DC. (Melastomataceae): recurso-chave e adaptação ao fogo - opção para ações em restauração ecológica de áreas degradadas por atividade agropecuária. Conference: Congresso Iberoamericano e do Caribe sobre Restauração Ecológica. Curitiba, Paraná, Brasil.
- Ricketson, J., Pipoly, J. (2015). *Clavija harlingii* B.Stähli En: Bernal, R., S.R. Gradstein & M. Celis (eds.). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>

- Rodríguez, E., N. (2015). Plan de conservación y manejo de la palma *Attalea butyracea* (real o de vino) en la jurisdicción CAR. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR Dirección de Modelamiento, Monitoreo y Laboratorio Ambiental. Bogotá, 37 p.
- Samper, C. & García-M., H. (2001). Estrategia Nacional para la Conservación de Plantas. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Villa de Leyva, Boyacá.
- Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. (01 diciembre de 2018). Missouri Botanical Garden. <<http://www.tropicos.org>>
- Villalobos Huanca, M. (2011). Tratamiento taxonómico de Meliaceae (*Cabralea*, *Cedrela*, *Guarea*, *Ruagea*, *Swietenia*) en la región Madidi, Bolivia. Tesis de grado. Ingeniería Agronómica, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.
- Vit, P., Carmona, J. (2002). *Triplaris caracasana* Cham. Ficha botánica de interés apícola en Venezuela, No. 3. Palo María. Revista de la Facultad de Farmacia, 44: 47-48.





# **CAPÍTULO 2 COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA FLORÍSTICA DE DOS BOSQUES DEL PIEDEMONTES LLANERO**



**CARLOS NELSON DÍAZ-PÉREZ<sup>1,2</sup>, JOAN SEBASTIAN GUALTEROS<sup>2</sup>,  
MARÍA EUGENIA MORALES-PUENTES<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Grupo Sistemática Biológica (SisBio), Doctorado en Ciencias Biológicas y Ambientales, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

<sup>2</sup> Grupo Sistemática Biológica (SisBio), Escuela de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

# INTRODUCCIÓN

En Colombia la riqueza de plantas vasculares se registra en 23.104 especies (Ulloa-Ulloa *et al.*, 2017), en un área de 1.141.748 km<sup>2</sup> que presenta nuestro país y el cual se divide en cinco grandes regiones naturales: Caribe, Chocó biogeográfico, Andina, Amazonía y Orinoquía. De acuerdo con Rangel-Churio (2015) la mayor riqueza de especies con flores se registra en la región Andina con cerca de 11.500, seguido de la Amazónica (5.300) y el Chocó biogeográfico (4.525).

La Orinoquía registra 4.347 especies, 1.260 géneros y 177 familias (Rangel-Ch., 2015) (el 18.8% de la riqueza del país) de plantas con flores. Esta región se caracteriza por presentar una geomorfología plana con algunas montañas aisladas que sobresalen, su clima es cálido con temperaturas de 27°C y precipitaciones hasta de 4.664 mm/año. El régimen de distribución de lluvias es principalmente unimodal-biestacional, excepto en áreas próximas a mesetas o macizos y mesas, donde es bimodal-tetraestacional (Rangel-Ch., 2015), con mayores precipitaciones (superior a 200 mm/mes) durante los meses de abril, junio, julio, agosto y octubre (Castro-García & Sosa-Rico, 2017).

Esta región se localiza al oriente del país, comprende desde las derivaciones de la cordillera Oriental, hasta la frontera con Venezuela, al norte hasta el Río Arauca y por el sur con el río Guaviare. Abarca el territorio de los departamentos de Arauca, Casanare, Meta y Vichada (IGAC, 1997). Una de las subregiones corresponde al piedemonte, que se sitúa antes del encumbramiento de la cordillera Oriental, con una geomorfología pendiente y alturas entre los 200 y 1.000 m. Esta franja acumula los mejores suelos, producto de depósitos recientes, menos propenso a las inundaciones y estar influido por los vientos de la cordillera que proporcionan una mayor carga de humedad en esta zona; sin embargo, ante la pérdida de cobertura vegetal también puede generar erosión eólica (CORPES Orinoquía, 1996).

Esta zona fue utilizada como asentamiento para muchas tribus y poblaciones de origen hispano; hoy es el sector más habitado y explotado por depósitos petroleros (CORPES Orinoquía, 1996). A lo largo de esta zona, existe una variación en cuanto al clima y la vegetación, que según Rangel-Churio (1998) estaría dividida en tres zonas; 1) Al sur, considerada como la más húmeda y con vegetación arbórea dominada por *Iriartea corneto* (Arecaceae), *Enterolobium eontortisiliqua*

y algunas especies de los géneros *Nectandra*, *Ocotea*, *Pouroma* y *Virola*. En los estratos bajos se registran individuos de *Clavija* sp., *Clusia* sp., *Euterpe* sp., *Heliconia* sp., *Iriartea corneta* y *Vismia baccifera* 2) La zona central, conocida como la más seca, registra especies como *Attalea insignis*, *Iriartea* sp. y *Socratea durissima* 3) Al norte, presenta una vegetación que se asemeja a los bosques de *Hyeronima alchorneoides* con *Jessenia polycarpa*. En esta última zona, se presenta una mayor precipitación a nivel de la región Orinoquía con valores entre 1.637 y 4.664 mm/año (Rangel-Churio, 2015).

El piedemonte concentra una gran diversidad de flora, debido a que allí convergen aquella que desciende de las montañas y la que trata de ascender de la sabana; sin embargo, estos bosques se caracterizan por ser higrófilos, y estar muy intervenidos, debido a la existencia de zonas de cultivo y pastos (Correa-Gómez & Stevenson, 2010).

El departamento de Casanare presenta una superficie de 44.490 km<sup>2</sup>, de los cuales aproximadamente el 15%, se encuentra en esta zona conocida como piedemonte llanero, con los municipios de norte a sur: Sácama, Hato Corozal, Paz de Ariporo, Pore, Támara, Nunchía, Yopal, Aguazul, Recetor, Chámeza, Tauramena, Monterrey, Sabanalarga y Villanueva.

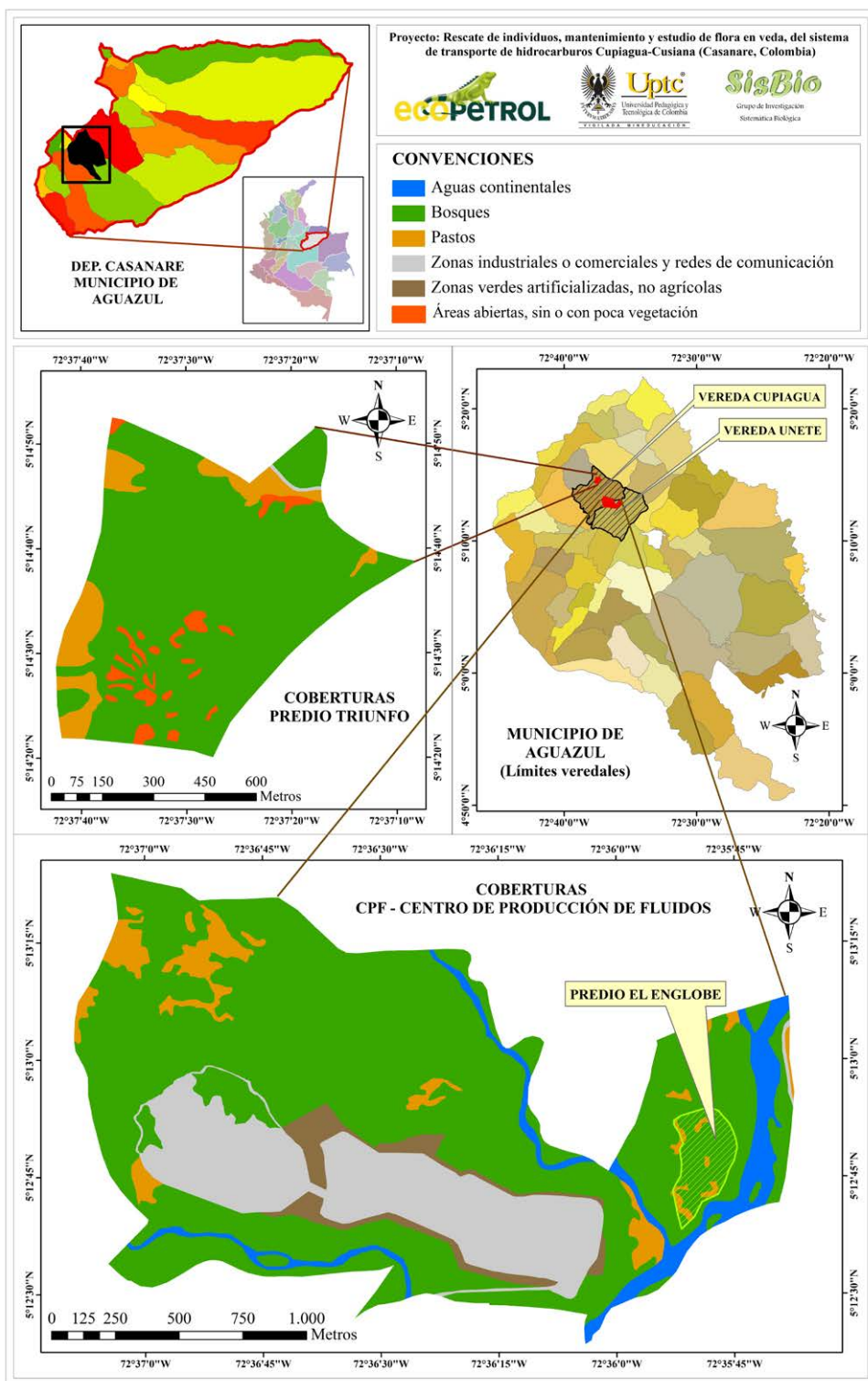
En el presente capítulo se evaluó la composición y estructura, con el propósito de conocer el estado de conservación y regeneración de dos fragmentos de bosque.

## ÁREA DE ESTUDIO

Corresponde a dos bosques fragmentados del municipio de Aguazul, que presentan historias de disturbio diferentes, con vegetación secundaria (entendida como flora que se mantuvo o estableció posterior a un disturbio (Chiappy-Jhones, Gama, Giddings, Rico-Gray & Velázquez, 2000) razón por la cual, puede o no presentar especies nativas), allí se evaluó la composición y estructura con el fin de conocer el estado de conservación y regeneración de los fragmentos de bosque.

Uno de los parches de bosque evaluado se encuentra en la vereda Cupiagua, sobre los 450 m de altitud (5° 12' 53.27" N; 72° 35' 48.99" W) dentro del Centro de Producción de Fluidos (CPF) Cupiagua y en inmediaciones al río Únete, el cual, genera unas condiciones climáticas de mayor humedad, geomorfología plana en la mayor parte del bosque y donde el ingreso de ganado bovino es frecuente (Figura 1).

El otro fragmento de bosque, está ubicado en la vereda El Triunfo, en el bosque del mismo nombre, con alturas entre 694-748 m (5° 14' 39.24" N; 72° 37' 31.30" W). Se caracteriza por presentar una geomorfología quebrada y muy susceptible a derrumbes, con coberturas de bosques y pastizales, e ingreso periódico de ganado bovino y equino (Figura 1).



**Figura 1.** Mapa del área de estudio, bosque El Triunfo y El Englobe, municipio de Aguazul, Casanare.

Para el área de estudio, la precipitación oscila de 2.000 a 4.000 mm/año, con temperaturas entre 18-24°C (EOT Aguazul, 2003). De acuerdo con Salamanca (1984) y Cuatrecasas (1989), esta área es clasificada como bosque de piedemonte y franja tropical de tierra baja, hasta los 1.000 m.

## METODOLOGÍA

Se realizaron ocho (8) parcelas de 20'50 m (0.1 Ha) en zonas con predominio de vegetación arbórea, cuatro por localidad. En cada una, se registró información como la altura de la planta, cobertura del dosel y circunferencia a la altura del pecho (grosor del tallo); a su vez, se recolectó una muestra del árbol, para ser identificada en el herbario de la UPTC.

Para el análisis de la estructura de los bosques se calculó el índice de valor de importancia (IVI), análisis que tiene en cuenta los atributos de densidad (número de individuos por unidad de área), dominancia (área basal, que es calculada a partir del grosor del tallo) y frecuencia (periodicidad con la que se encuentran individuos de la misma especie, en las subparcelas). Asimismo, se calculó el índice de predominio fisionómico (IPF), incluye tanto elementos arbóreos como arbustivos; estos valores se llevaron a porcentaje y se sumaron, para definir las especies ecológicamente más importantes; a su vez, se estimaron los intervalos de clase a partir de los atributos de cobertura, diámetro a la altura del pecho y altura (Rangel-Churio & Velázquez, 1997).

Se calculó el índice de valor de importancia ampliado (IVIA), el cual integra la suma del IVI, la posición fitosociológica relativa y la regeneración natural relativa; tiene en cuenta atributos, tanto de la estructura vertical como horizontal y con los valores obtenidos se puede observar la jerarquía de las especies (Finol, 1971).

Al interior de cada una de las parcelas se tomó una imagen del dosel del bosque para evaluar la intensidad lumínica en el sotobosque, mediante el uso de una cámara con lente ojo de pez de 180° analizada con el software WinSCANOPY (ver. Pro 2013a).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La riqueza encontrada en el área de estudio fue de 269 especies (6.2% del departamento de Casanare), en 131 géneros (10.4%) y 46 familias (25.9%), dichos porcentajes se basaron en Rangel-Churio (2015), pero son valores que pueden ser mayores, teniendo en cuenta la riqueza mencionada por Córdoba-Sánchez, Miranda-Cortés, Ávila-Avilán & Pérez-Rojas (2011) y que fueron registrados para el departamento de Casanare con 1.479 especies (con 11 subespecies y 19 variedades), 659 géneros y 146 familias (11 de Pteridophytas, 109 Magnoliopsida y 26 Liliopsida). La información previamente enunciada indica la diversidad de flora arbórea y arbustiva que se presenta en la zona, y que se ha visto afectada por problemas de cambio en el uso del suelo.

A nivel de familias se encuentra Fabaceae como la más diversa con 17 géneros y 37 especies, seguida de Rubiaceae (18/30) y Myrtaceae (7/20) (Tabla 1). Estos resultados varían con los registrados por Córdoba-Sánchez *et al.* (2011), quienes encontraron la mayor riqueza en Rubiaceae (85 especies), seguido de Poaceae (79), Fabaceae (77), Melastomataceae (71) y Mimosaceae (61).

Los géneros más diversos son *Eugenia* (Myrtaceae), *Miconia* (Melastomataceae) y *Casearia* (Salicaceae) con nueve especies cada uno, seguidos de *Psychotria* (8) (Rubiaceae) y *Ocotea* (7) (Lauraceae) (Tabla 1). Lo anterior, coincide con los registros de Córdoba-Sánchez *et al.* (2011) para *Miconia* y *Psychotria*; sin embargo, ellos incluyen como géneros con mayor número de especies a *Inga* (Mimosaceae), *Ficus* (Moraceae) y *Croton* (Euphorbiaceae).

**Tabla 1.** Familias y géneros con mayor riqueza de especies en dos bosques del piedemonte llanero (El Englobe y El Triunfo), Aguazul, Casanare.

| Familias        | Géneros | Especies | Géneros           | Especies |
|-----------------|---------|----------|-------------------|----------|
| Fabaceae        | 17      | 37       | <i>Eugenia</i>    | 9        |
| Rubiaceae       | 18      | 30       | <i>Miconia</i>    | 9        |
| Myrtaceae       | 7       | 20       | <i>Casearia</i>   | 9        |
| Melastomataceae | 5       | 13       | <i>Psychotria</i> | 8        |
| Lauraceae       | 4       | 12       | <i>Ocotea</i>     | 7        |
| Salicaceae      | 2       | 10       | <i>Inga</i>       | 6        |
| Primulaceae     | 4       | 9        | <i>Myrcia</i>     | 6        |
| Annonaceae      | 3       | 8        | <i>Vochysia</i>   | 6        |
| Moraceae        | 4       | 7        | <i>Cordia</i>     | 5        |
| Bignoniaceae    | 4       | 6        | <i>Annona</i>     | 5        |
| Malvaceae       | 5       | 6        | <i>Siparuna</i>   | 5        |
| Sapindaceae     | 4       | 6        | <i>Piper</i>      | 5        |

El bosque El Triunfo registró la mayor riqueza con 199 especies, 103 géneros y 43 familias. Entre tanto, en el bosque El Englobe se registraron 180 especies, 105 géneros y 40 familias. La diferencia entre los dos bosques no es muy grande, lo que, en términos de riqueza de especies, se puede inferir que han venido recuperándose estas coberturas, producto de su aislamiento y de evitar el ingreso de ganado bovino y equino.

## ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN

Se presentan dos tipos de estructura: la horizontal y la vertical, estructuras que permiten evaluar espacialmente la distribución de los individuos y destacar las especies con mayor importancia ecológica en cada localidad, a partir de las medidas como altura, cobertura, CAP (con el cual se calcula el área basal) y frecuencia. Dentro de la estructura horizontal se destaca el IVI e IPF (Rangel-Churio & Velázquez, 1997).

Índice de valor de importancia. Según este índice, en las dos localidades predominan *Clusia lineata* y *Cupania americana* con los valores de 13.5% y 10.6% respectivamente, con altos valores en dominancia y densidad, seguidas de *Siparuna guianensis* (9.2%), *Myrcia dilucida* (8.1%), *Annona neovelutina* (6.8%), *Matayba purgans* (6.4%), *Schefflera morototoni* (5.9%), *Casearia sylvestris* (5.8%), *Psychotria anceps* y *Eugenia egensis* (5,7% cada una), en las cuales hay una gran influencia de la densidad, seguido de la dominancia y en menor valor la frecuencia.



Índice de predominio fisionómico (IPF). Las especies con mayores valores son *Clusia lineata* (27.2%) y *Cupania americana* (13.5%), seguidas de *Myrcia dilucida* (10.9%), *Siparuna guianensis* (10.1%), *Matayba purgans* (8.2%), *Tabebuia guayacan* (7.8%), *Psychotria anceps* (7.4%), *Annona neovelutina* (7.4%), *Aiphanes horrida* (6.8%) y *Eugenia egensis* (6.3%). La dominancia presentada por *Clusia lineata* se debe a los altos valores en su porcentaje de cobertura (14.4%) y área basal (8.5%), seguida de *Cupania americana*, la cual, su dominancia se debe a los valores del área basal (7%) y cobertura (3.5%).

Entre las familias con mayor importancia ecológica tenemos a Fabaceae (35.6%), que se destaca por ser la más abundante (12.4%) y la más diversa (13.7%); seguido por Rubiaceae (30%) con una densidad del 13.4% y diversidad (16.6%), Myrtaceae (26.3%) con el mayor valor dado por la densidad con el 10.8%, Clusiaceae (17.4%) se destaca por su dominancia (10.85%), Melastomataceae (16.8%) por su densidad (8.03%), Sapindaceae (13.8%) por su dominancia (7.6%), Siparunaceae (12.8%) con densidad 6.42%, Salicaceae (12.1%) con su densidad de 4.96%, Annonaceae (11.4%) y Moraceae (11%) en su dominancia 6.39% y 5.92% respectivamente.

**Intervalos de clase.** Se registró la mayor cantidad de individuos en los intervalos inferiores de cada parámetro como altura, cobertura y diámetro a la altura del pecho (DAP).

En los dos bosques, a partir del atributo cobertura se encontró que el 93.1% de los individuos (3.584), se ubican en el primer intervalo (0,02-8,4 m<sup>2</sup>), seguido por el 4.1% (158) de coberturas entre 8.5-17 m<sup>2</sup>; en los siguientes cuatro intervalos (17.1-54 m<sup>2</sup>), que suman el 2.8% de la abundancia (107 individuos). La especie que sobresale en cuanto a cobertura corresponde a *Erythrina poeppigiana* con 54 m<sup>2</sup>.

En cuanto al diámetro a la altura del pecho (DAP), el 81.2% (3.127 individuos) corresponde al primer intervalo entre 0.7-7.3 m, seguido por el segundo intervalo (7.4-14.2) con 13.4% (516 individuos); los siguientes tres intervalos corresponden al 5.3% (205 especies) y presentan valores entre 14.4 y 55.3 m, y por último con 0.03% correspondiente a un solo individuo (intervalo >54 m), tenemos la especie *Ficus cuatrecasiana* con 87.85 m.

En el parámetro altura, se evidencia un mayor número de individuos en el primer intervalo (1.5-4.2 m/ 1.729 individuos/ 44.9%), caracterizándose por ser de hábito arbustivo; después en intervalos entre 4.24 y 12.48 m, que abarca tres intervalos, se da una reducción significativa de la abundancia por intervalo, formado en su mayoría por un estrato subarbóreo y unos pocos arbustos, pasando de 964 individuos en el intervalo de 4.24-6.97 m, 674 individuos (6.98-9.71 m), 399 individuos (9.72-12.48 m), 64 individuos (12.49-15.22 m) y cuatro individuos (17.97-20.70 m).

### Forma de crecimiento

Para el análisis de la estructura vertical se tuvieron en cuenta los valores de cobertura por estratos de los dos bosques (El Englobe y El Triunfo). El estrato arbustivo es representado por 45 familias y 228 especies (50%). De igual forma fueron los más abundantes con 2.270 individuos, seguido por el estrato subarbóreo con 44

familias, 187 especies (41%) y 1.496 individuos, y arbóreo inferior con 22 familias, 41 especies y 83 individuos.

A pesar de observarse una cobertura dominante de bosque, se concentran los mayores valores de especies y abundancias en el estrato arbustivo y subarbóreo, y se refleja en la estratificación vertical y el aprovechamiento energético de cada uno.

La estructura de la vegetación por localidad y parcela se encontró lo siguiente.

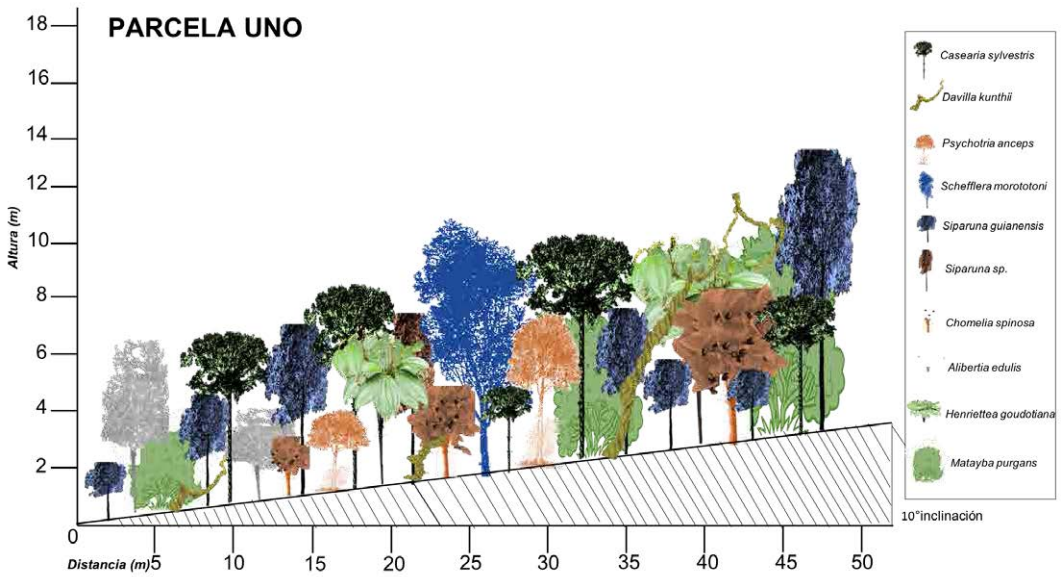
## BOSQUE EL ENGLOBE

El tipo de vegetación es un bosque secundario con gran influencia en términos de humedad, por localizarse en inmediaciones al río Únete. Este bosque se encuentra en regeneración, allí predominan individuos con tallos delgados y escasa estratificación vertical. La cantidad de radiación solar que ingresa al sotobosque oscila entre 3.38 y 13.07 Mol. m<sup>2</sup>/día, presenta pendientes entre 5° y 35° con áreas de pastizales y suelos expuestos, que contribuyen a la erosión del suelo. Las especies dominantes son *Siparuna guianensis*, *Casearia sylvestris*, *Cupania americana*, *Chomelia spinosa*, *Casearia ulmifolia*, *Cordia bicolor*, *Matayba purgans*, *Psychotria anceps*, *Erythroxylum panamense* y *Davilla kunthii*. En el sotobosque predominan especies de *Adiantum diversifolia*, *Psychotria deflexa*, *Malvaviscus venustum*, *Blechnum insignis*, *Xiphidium lehmannii*, *Lygodium caucana*, *Selaginella diffusa*, *Commelina* sp. y *Paullinia acutangula*.

### PARCELA UNO

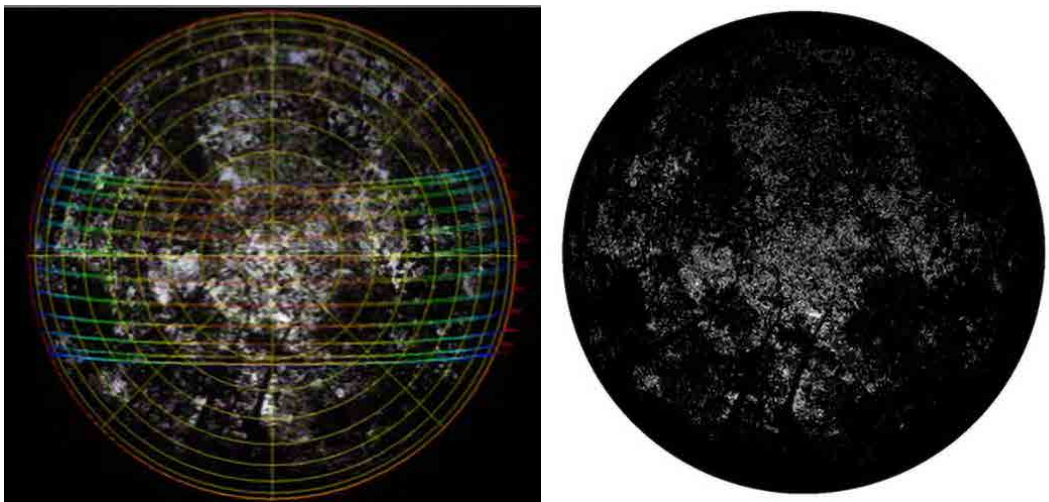
Índice de Valor de Importancia (IVI). Este índice permitió diferenciar las especies dominantes, tiene en cuenta los valores de densidad relativa, dominancia relativa y frecuencia relativa (Rangel-Churio & Velázquez, 1997). Las especies *Siparuna guianensis* y *Casearia sylvestris*, son las dominantes en esta parcela, con altos valores de densidad, dominancia y frecuencia relativa. Es importante mencionar que el atributo de densidad relativa, se presenta con gran influencia en la dominancia de la parcela.

**Perfil de vegetación.** Este es idealizado, con el fin de conocer la estratificación vertical y dominancia de especies en cada parcela. Esta parcela presenta la mayor riqueza de especies y géneros (Figura 2).



**Figura 2.** Perfil de vegetación idealizado de la parcela uno, bosque El Englobe, municipio de Aguazul, Casanare.

**Radiación solar.** A partir del análisis de las imágenes del interior de la parcela uno, se encontró que el porcentaje de abertura del dosel oscila entre 3.11–3.35. La cantidad de radiación solar sobre el dosel fue de 49.36 Mol. m<sup>2</sup>/día y bajo el dosel, es decir, la que llega al sotobosque fue 3.38–3.69 Mol. m<sup>2</sup>/día (Figura 3).



**Figura 3.** Aspecto del dosel y análisis de la proporción de luz incidente al interior de la parcela uno, bosque El Englobe, municipio de Aguazul, Casanare.

**Intervalos de clase según DAP.** Se observa que el mayor número de individuos se concentran en los dos primeros intervalos de clase. El primero (1.05–3.23 cm) con 312 individuos y en el segundo (3.24–5.42 cm) con 140 individuos, que demuestran un estado de recuperación temprana. Los otros intervalos de clase registran menos de 50 individuos; sin embargo, hay individuos con alturas hasta de 10 m.

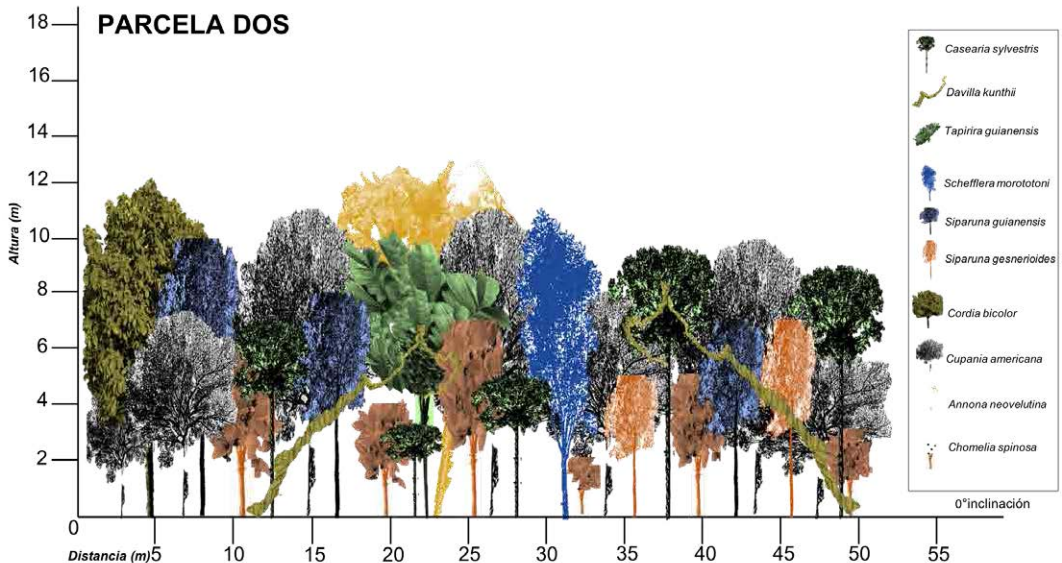
**Cobertura por estratos.** El estrato herbazal presenta los mayores valores de cobertura (2.200 m<sup>2</sup>), muestra el buen aprovechamiento de la poca luz que reciben. Seguido del estrato arbustal (1.600 m<sup>2</sup>) y arbóreo (200 m<sup>2</sup>). Este último a pesar de presentar árboles de gran porte, favorece la entrada de luz, a través del dosel.

Índice de Valor de Importancia Ampliado (IVIA). En esta parcela *Siparuna guianensis* se muestra como la especie más importante, debido a su participación en la estructura horizontal y vertical, seguida de *Casearia sylvestris* por su posición sociológica y *Davilla kunthii* por su alto valor en la regeneración natural.

## PARCELA DOS

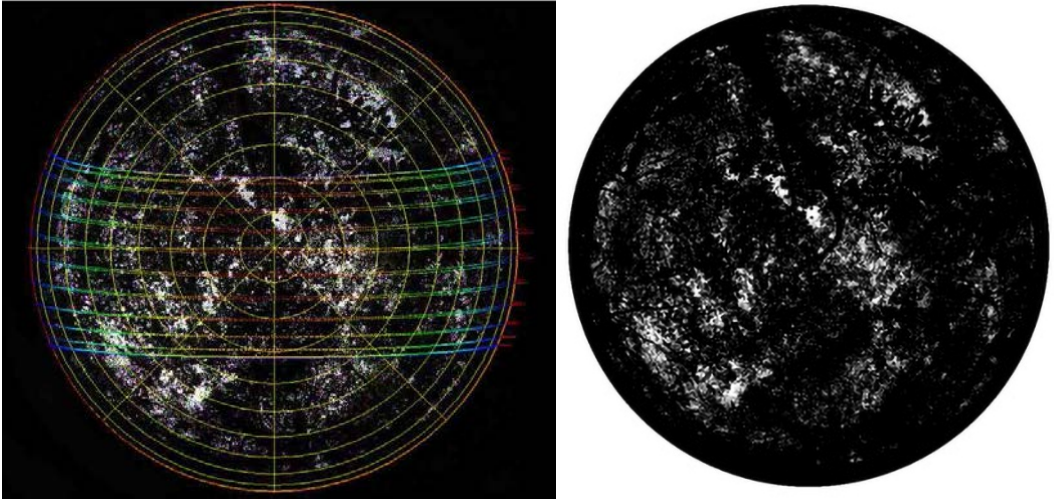
Índice de Valor de Importancia (IVI). La especie dominante corresponde a *Cupania americana* con un valor de 26.20, seguido de *Casearia sylvestris* (22.21), *Chomelia spinosa* (19.57) y *Siparuna guianensis* (17.21). Esta dominancia se expresa para *Cupania americana* en el mayor valor de dominancia relativa, lo que indica que presentan tallos más gruesos, a diferencia de *Casearia sylvestris* con tallos más delgados, pero con un mayor número de individuos. *Chomelia spinosa* a pesar de no tener valores muy altos en dominancia relativa, es la especie que registra la mayor abundancia, lo cual, le otorga una gran importancia dentro de la parcela.

**Perfil de vegetación.** El lugar donde se encuentra la parcela es plano, con abundantes árboles de gran porte y bajo número de arbustos e hierbas. Predominan las herbáceas que protegen el suelo y evitan la erosión. Se destacan individuos con alturas entre 4 y 10 m, con doseles solapados (Figura 4).



**Figura 4.** Perfil de vegetación idealizado de la parcela dos, bosque El Englobe, municipio de Aguazul, Casanare.

**Radiación solar.** El porcentaje de dosel abierto oscila entre 5.22-10.45. La cantidad de radiación solar sobre el dosel fue de 49.36 Mol. m<sup>2</sup>/día y bajo el dosel, es decir, la que llega al sotobosque, la cual fue 4.29-9.81 Mol. m<sup>2</sup>/día (Figura 5).



**Figura 5.** Aspecto del dosel y análisis de la proporción de luz incidente al interior de la parcela dos, bosque El Englobe, municipio de Aguazul, Casanare.

**Intervalos de clase según DAP.** La mayor cantidad de individuos se registran en los dos primeros intervalos (1.05–4.27 cm) con 240 individuos y (4.28–7.5 cm) 90 individuos, e indica predominio de juveniles y proceso de regeneración temprana.

**Cobertura por estratos.** El estrato herbazal y arbustal presentan una alta dominancia energética, el primero al encontrarse ocupando el sotobosque en el 95% de la superficie de la parcela, y el segundo al presentar copas amplias. El arbóreo tiene copas reducidas y laxas que favorecen el ingreso de la luz solar.

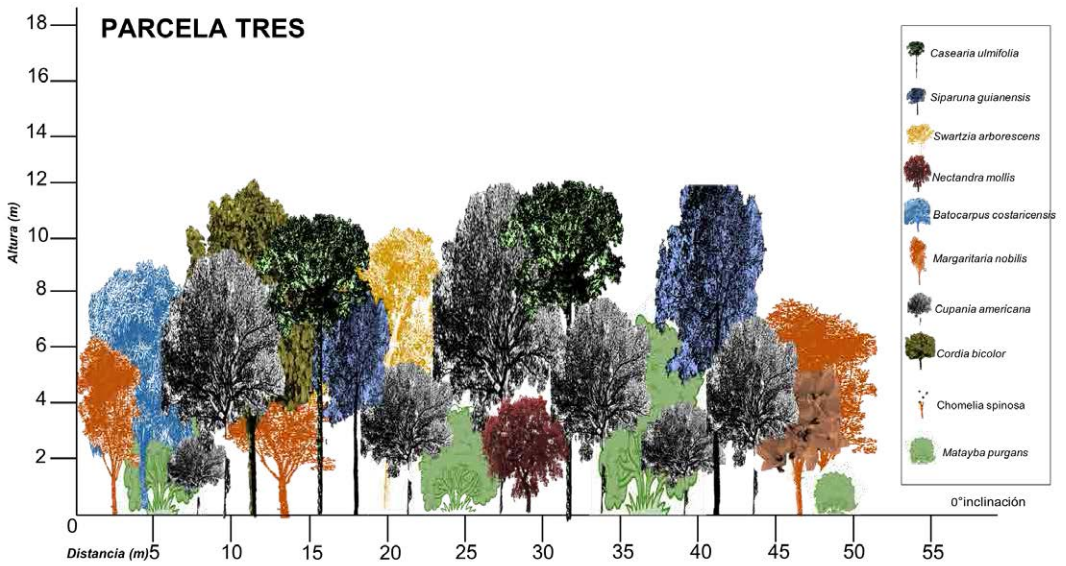
Índice de Valor de Importancia Ampliado (IVIA). *Cupania americana* es la especie mejor representada tanto en la estructura vertical como horizontal, con un alto valor en el atributo posición sociológica, indicando un alto número de individuos en todos los estratos. *Chomelia spinosa* tiene un mayor valor

de regeneración natural, esto significa que existe un elevado número de individuos en el estrato brinzal, con diferentes tamaños que permitirán que esta especie se mantenga en el bosque.

#### **PARCELA TRES**

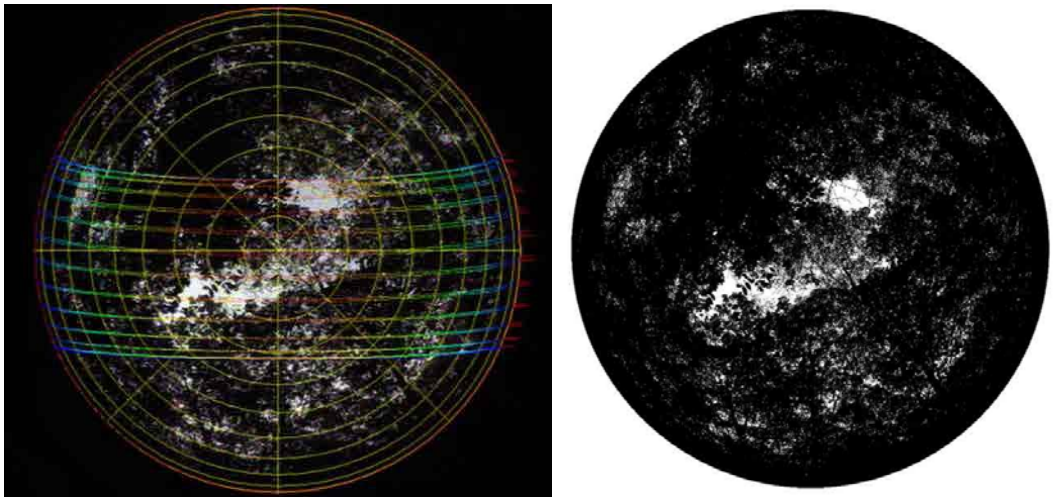
Índice de Valor de Importancia IVI. La especie *Cupania americana* predomina en esta parcela con un valor de 51.21, y presenta la mayor dominancia (área basal) y densidad relativa. La siguiente especie es *Matayba purgans* con un IVI de 17.71, donde se destaca por su alta densidad relativa y escasa área basal y frecuencia. Las otras especies presentan valores muy similares.

**Perfil de vegetación.** Predominan individuos con alturas entre 4 y 8 m, con algunos árboles emergentes de hasta 12 m. En la estructura vertical se encuentran arbolitos y arbustos con escasos árboles (Figura 6).



**Figura 6.** Perfil de vegetación idealizado de la parcela tres, bosque El Englobe, municipio de Aguazul, Casanare.

**Radiación solar.** A partir del análisis de las imágenes capturadas al interior de la parcela tres, se encontró que el porcentaje de dosel abierto oscila entre 5.12-14.98. La cantidad de radiación solar sobre el dosel fue de 49.32 Mol. m<sup>2</sup>/día y bajo el dosel, es decir la que llega al sotobosque fue 5.66-13.07 Mol. m<sup>2</sup>/día (Figura 7).



**Figura 7.** Aspecto del dosel y análisis de la proporción de luz incidente al interior de la parcela tres, bosque El Englobe, municipio de Aguazul, Casanare.

**Intervalos de clase según DAP.** La comunidad vegetal se encuentra en un proceso de regeneración. En el primer intervalo (1.08-4.2 cm) hay 190 individuos, en el segundo (4.21-7.33 cm) 82 individuos, en los siguientes intervalos, menos de 40 individuos. Empero, hay tres intervalos (desde 26.12 hasta 35.5 cm) donde no se encontraron plantas, lo que presume que ocurrió algún evento de extracción, como tala que alteró el curso normal del crecimiento en esta zona.

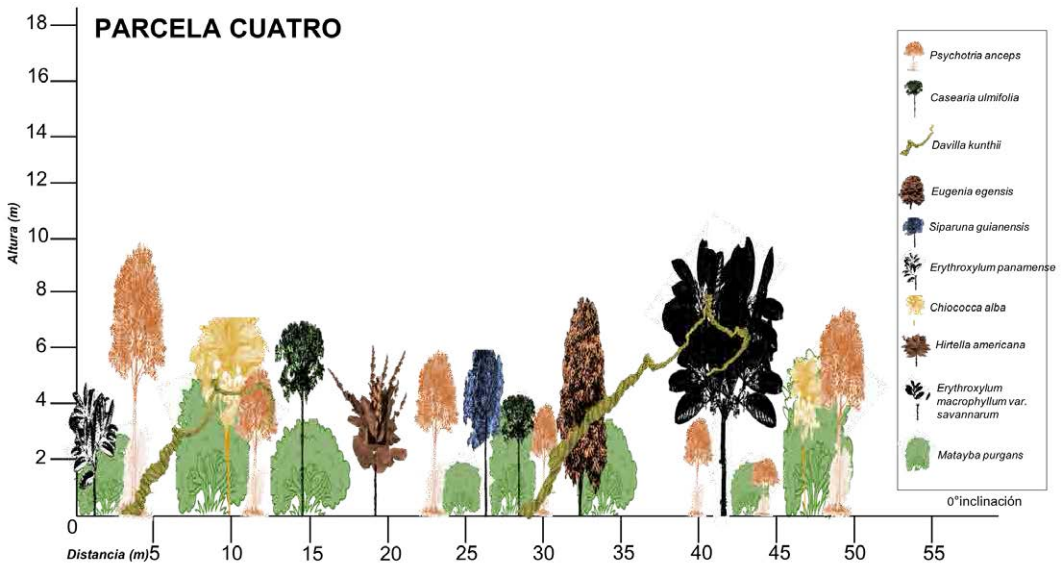
**Cobertura por estratos.** La mayor dominancia energética corresponde al estrato latizal, allí se concentra el mayor valor de cobertura, con cerca de 1.190 m<sup>2</sup>; seguido del brinjal que cubre buena parte de la superficie del sotobosque. El estrato fustal presenta pocos individuos y doseles poco densos, lo que favorece el ingreso de luz.

Índice de Valor de Importancia Ampliado (IVIA). *Cupania americana* en la parcela tres es la especie dominante, por aspectos en la estructura vertical y horizontal. Además, duplica en el valor de IVIA a la segunda especie, que es *Matayba purgans*, la cual presenta el mayor valor de regeneración natural, que indica, que actualmente no es la más dominante, pero podría llegar a serlo. Con respecto a las otras especies, se observa una mayor homogeneidad.

### PARCELA CUATRO

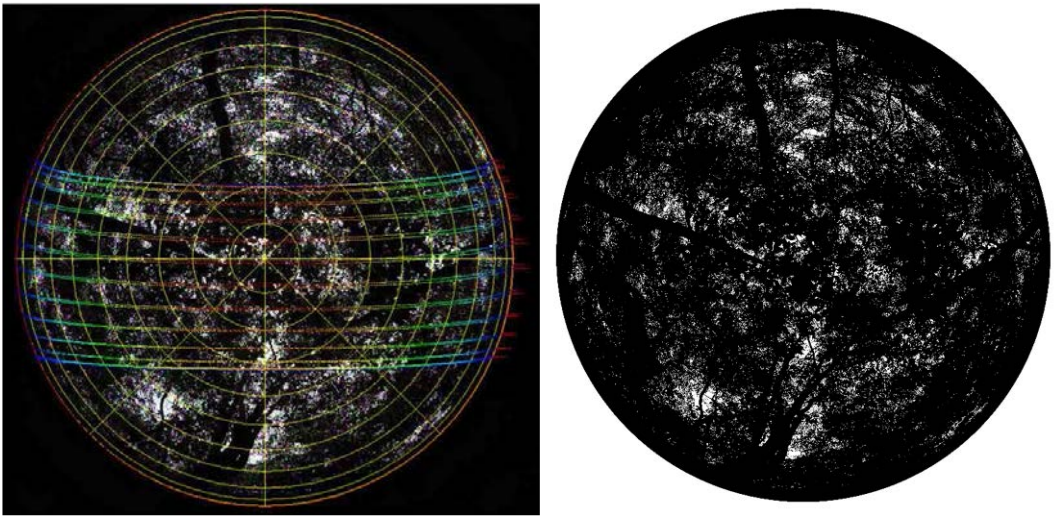
Índice de Valor de Importancia IVI. Las especies *Psychotria anceps* y *Matayba purgans*, registran los mayores valores de dominancia con 53.14 y 43.44 respectivamente. El atributo que mejor representa la dominancia de estas especies corresponde a la densidad relativa, seguida de la dominancia. En general se observa un escaso número de individuos.

**Perfil de vegetación.** La estratificación vertical es escasa, con predominio de arbolitos que se encuentran muy distantes entre sí. La altura oscila entre 4 y 7 m, con elementos arbóreos hasta de 10 m. Los suelos son compactos, lo que ha dificultado el establecimiento de vegetación herbácea (Figura 8).



**Figura 8.** Perfil de vegetación idealizado de la parcela cuatro, bosque El Englobe, municipio de Aguazul, Casanare.

**Radiación solar.** El porcentaje de dosel abierto oscila entre 5.25-6.3. De otro lado, la cantidad de radiación solar que llega sobre el dosel fue de 49.33 Mol. m<sup>2</sup>/día y bajo el dosel; es decir, la que llega al sotobosque fue 3.95-6.99 Mol. m<sup>2</sup>/día (Figura 9) indicando entrada de muy poca luz solar.



**Figura 9.** Aspecto del dosel y análisis de la proporción de luz incidente al interior de la parcela cuatro, bosque El Englobe, municipio de Aguazul, Casanare.

**Intervalos de clase según DAP.** La distribución de los individuos presenta una mayor concentración en los primeros intervalos de clase con 245 (intervalo 1.11-5.19 cm), 110 (5.2-9.28 cm), 40 (9.29-13.37 cm) y los demás con menos de 10 individuos. Se observan varios intervalos sin individuos evidenciando que existió intervención humana, y que posteriormente se dio abandono a dichas áreas, conllevando a la regeneración actual.

**Cobertura por estratos.** La dominancia energética corresponde al estrato latizal donde predominan los mayores valores de cobertura (1.190 m<sup>2</sup>), seguido por el brinzal (400 m<sup>2</sup>), escaso en el sotobosque. El fustal registra doseles muy cortos y poco densos (210 m<sup>2</sup>).

Índice de Valor de Importancia Ampliado (IVIA). En la parcela cuatro se observa el dominio de dos especies *Matayba purgans* y *Psychotria anceps*. La primera especie presenta los mayores valores de regeneración natural y posición sociológica. La segunda especie contiene los mayores valores de IVI. Las otras especies tienen una distribución homogénea con predominio de los valores de la estructura horizontal (IVI).

## BOSQUE EL TRIUNFO

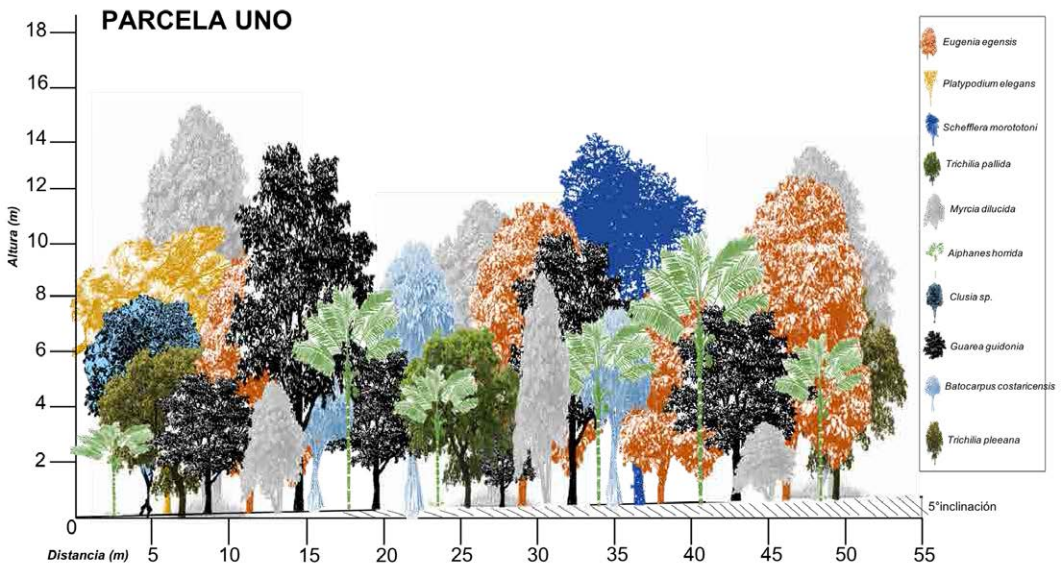
Son bosques secundarios con vegetación principalmente arbórea y arbustiva, de doseles amplios que permiten el ingreso de radiación solar al sotobosque. Las especies dominantes son *Myrcia dilucida*, *Aiphanes horrida*, *Guarea guidonia*, *Clusia lineata*, *Eugenia egensis*, *Miconia gracilis*, *Handroanthus guayacan*, *Aphelandra scabra*, *Siparuna guianensis* y *Miconia multispicata*. En el estrato brinzal predominan individuos de *Lindsaea guianensis*, *Asplenium formosum*, *Selaginella diffusa*, *Costus spiralis*, *Panicum pulchellum*, *Commelina* sp. y *Campyloneurum nitidissimum*. La geomorfología del terreno es quebrada con pendientes de 10-45°, con movimientos de tierra.



### PARCELA UNO

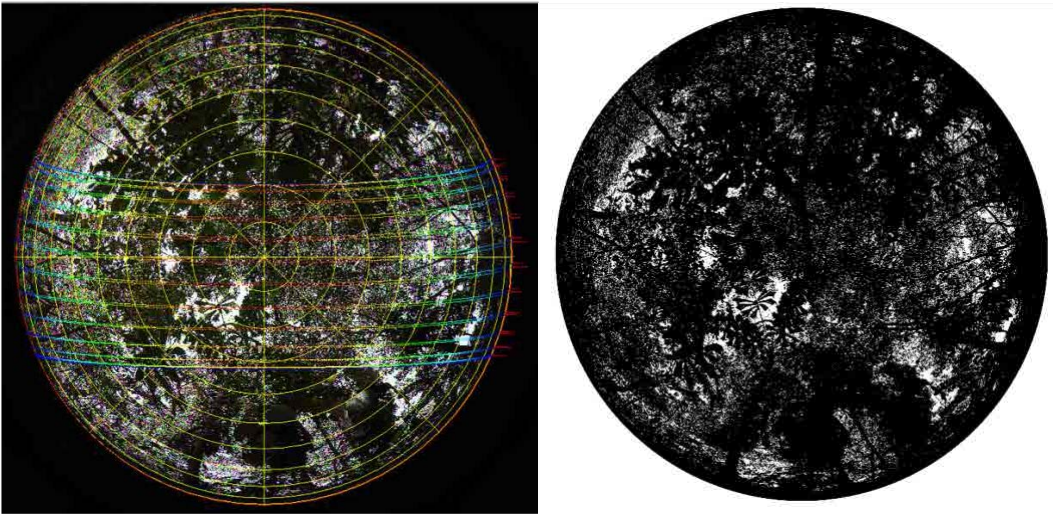
Índice de Valor de Importancia IVI. La especie *Myrcia dilucida* tiene el mayor valor con 25.53, seguido de la palma *Aiphanes horrida* con 22.29. *M. dilucida* presenta el mayor número de individuos, entre tanto *A. horrida* los mayores valores de frecuencia y dominancia relativa. *Guarea guidonia* y *Eugenia egensis* registran valores de IVI de 18.05 y 14.38 respectivamente.

**Perfil de vegetación.** Se observa una estratificación vertical, que concentra el mayor número de individuos en alturas entre los 4 y 10 m; se destacan las especies *Aiphanes horrida* por su densidad y *Myrcia dilucida* por el grosor de sus tallos. La pendiente registrada es de 5° (Figura 10).



**Figura 10.** Perfil de vegetación idealizado de la parcela uno, bosque El Triunfo, municipio de Aguazul, Casanare.

**Radiación solar.** Se encontró que el porcentaje de abertura del dosel oscila entre 8.37-9.09; a su vez, la cantidad de radiación solar sobre el dosel fue de 50.56 Mol. m<sup>2</sup>/día y bajo el dosel fue 4.23-7.25 Mol. m<sup>2</sup>/día (Figura 11).



**Figura 11.** Aspecto del dosel y análisis de la proporción de luz incidente al interior de la parcela uno, bosque El Triunfo, municipio de Aguazul, Casanare.

**Intervalos de clase según DAP.** La distribución de los individuos se concentra en los tres primeros intervalos (0.92-9.88 cm), con 360 individuos, seguido de 55 (9.89-18.85 cm), y 10 (18.86-27.82 cm); los siguientes intervalos no registran individuos, excepto el último con uno, lo que demuestra la perturbación que esta cobertura presentó en el pasado.

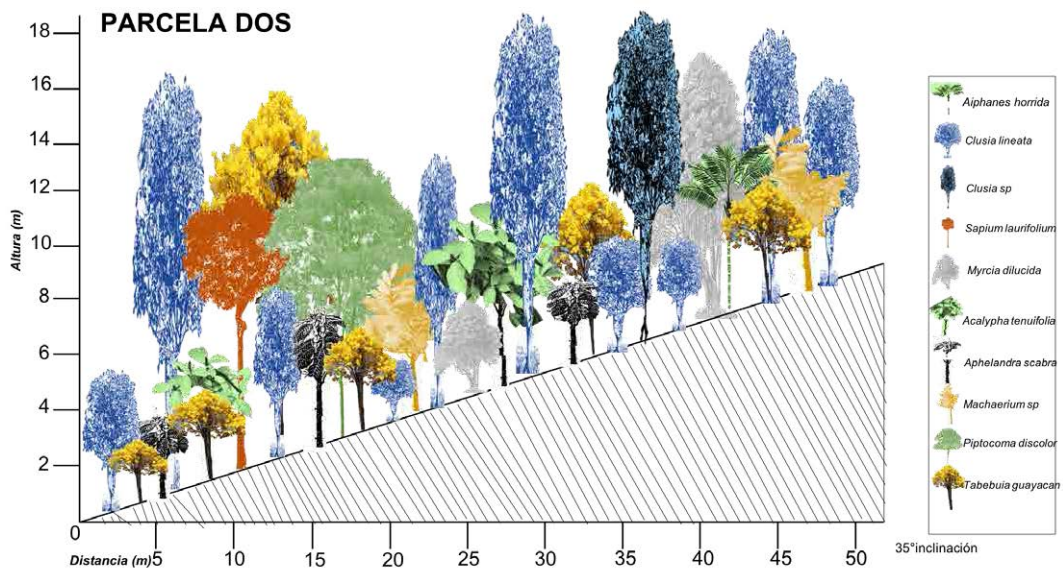
**Cobertura por estratos.** El estrato latizal registra la mayor dominancia energética con 335 m<sup>2</sup>, debido a los doseles amplios y un alto número de individuos; seguido del estrato fustal con un valor de cobertura de 270 m<sup>2</sup>, a pesar de ser escaso el número de individuos. Entre tanto, el brinzal registra el valor más bajo en cobertura (75 m<sup>2</sup>).

**Índice de Valor de Importancia Ampliado (IVIA).** La especie *Guarea guidonia* es la de mayor jerarquía, ya que presenta los mayores valores de estructura vertical (regeneración sociológica y regeneración natural), lo que garantiza su permanencia en este bosque. De otro lado, *Myrcia dilucida* y *Aiphanes horrida* tienen los mayores valores de la estructura horizontal (IVI); sin embargo, la primera especie presenta un mayor valor de regeneración natural, que la ubica en el segundo lugar. Es preocupante observar que *Aiphanes horrida*, a pesar de ser la tercera especie más importante en esta parcela, no registra regeneración natural, lo cual puede con el tiempo desaparecer de este bosque.

## PARCELA DOS

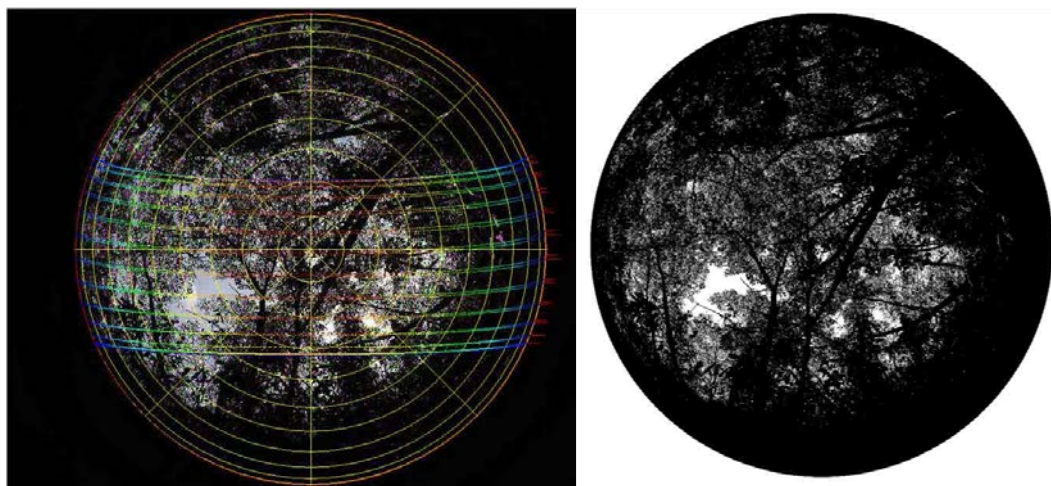
**Índice de Valor de Importancia IVI.** *Clusia lineata* presenta el mayor índice con 50.70, y a su vez, tiene los valores más altos en densidad, dominancia y frecuencia relativa, seguido de *Handroanthus guayacan* (29.99). Las otras especies presentan valores muy similares.

**Perfil de vegetación.** Parcela con la mayor pendiente (35°), y área con inestabilidad del suelo. Allí se encuentra un rápido crecimiento de especies como *Clusia lineata*. El mayor número de individuos están entre 3-7 m de altura, con árboles emergentes hasta de 15 m (Figura 12).



**Figura 12.** Perfil de vegetación idealizado de la parcela dos, bosque El Triunfo, municipio de Aguazul, Casanare.

**Radiación solar.** El porcentaje de abertura del dosel oscila entre 7.43-10.29. Por lo cual la cantidad de radiación solar sobre el dosel fue de 50.56 Mol. m<sup>2</sup>/día y bajo el dosel, es decir, la que llega al sotobosque fue 8.51-7.28 Mol. m<sup>2</sup>/día (Figura 13).



**Figura 13.** Aspecto del dosel y análisis de la proporción de luz incidente al interior de la parcela dos, bosque El Triunfo, municipio de Aguazul, Casanare.

**Intervalos de clase según DAP.** Se observa una mayor concentración en el primer intervalo de clase (1.08-3.87 cm) con 330 individuos. A su vez, un decrecimiento en la medida que incrementan los valores de DAP, es decir, se encuentra en un proceso de regeneración.

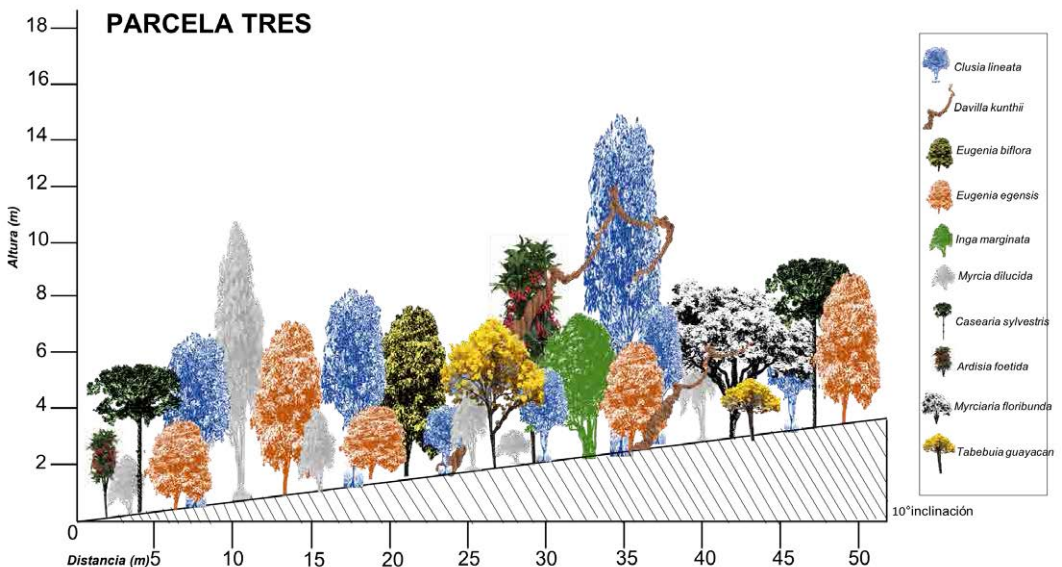
**Cobertura por estratos.** La presencia de un gran número de árboles de *Clusia lineata*, *Myrcia dilucida* y *Handroanthus guayacan* con coberturas amplias y laxas, posicionó el estrato fustal como el de mayor dominancia energética (1.390 m<sup>2</sup>), seguido del latizal (1.280 m<sup>2</sup>), donde predomina *Acalypha tenuifolia*, *Aphelandra scabra* y *Clusia lineata*. El estrato brinzal es escaso (90 m<sup>2</sup>), relacionado con la calidad del suelo que es principalmente arcilloso.

Índice de Valor de Importancia Ampliado (IVIA). Las tres especies dominantes bajo este índice (IVIA) corresponden a las registradas en el análisis de la estructura horizontal (IVI). *Clusia lineata* y *Handroanthus guayacan* tienen los mayores valores de posición sociológica y *Aphelandra scabra* el mayor valor de regeneración natural.

### PARCELA TRES

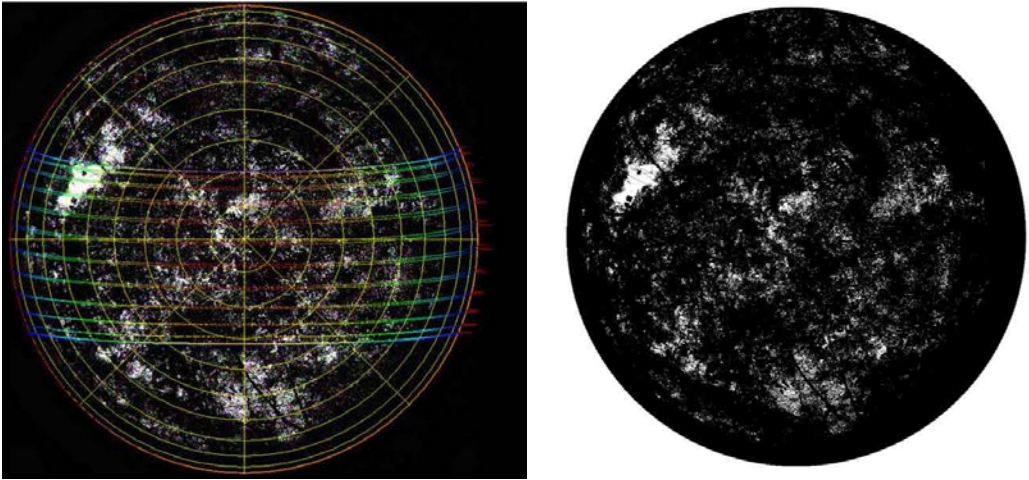
Índice de Valor de Importancia IVI. Las especies *Clusia lineata*, *Eugenia egensis* y *Myrcia dilucida* registran los mayores valores de este índice con 30.68, 23.40 y 19.38 respectivamente. El atributo más significativo en el índice es la dominancia relativa, seguida de la densidad. Las demás especies registran valores muy similares, los cuales muestran una gran homogeneidad florística.

**Perfil de vegetación.** La estructura de la vegetación presenta una estratificación con predominio de individuos entre 2.5 y 6 m, con algunos emergentes hasta de 12 m, del mismo modo se destaca la presencia de *Davilla kunthii* una liana que se encuentra dominando en un sector de la parcela y alcanza los 12 m de larga (Figura 14).



**Figura 14.** Perfil de vegetación idealizado de la parcela tres, bosque El Triunfo, municipio de Aguazul, Casanare.

**Radiación solar.** A partir del análisis de las imágenes tomadas al interior de la parcela tres, se encontró que la abertura del dosel oscila entre 4.81-4.98%. La cantidad de radiación solar sobre el dosel fue de 50.33 Mol. m<sup>2</sup>/día y bajo el dosel, es decir, y la que llega al sotobosque es de 4.56-4.65 Mol. m<sup>2</sup>/día (Figura 15).



**Figura 15.** Aspecto del dosel y análisis de la proporción de luz incidente al interior de la parcela tres, bosque El Triunfo, municipio de Aguazul, Casanare.

**Intervalos de clase según DAP.** La mayor concentración de individuos se distribuye en los intervalos 1.08-3.25 y 3.26-5.43 cm, con 350 y 160 individuos respectivamente, que reflejan que es un bosque joven con alto número de individuos reclutados y pocos de tallos gruesos.

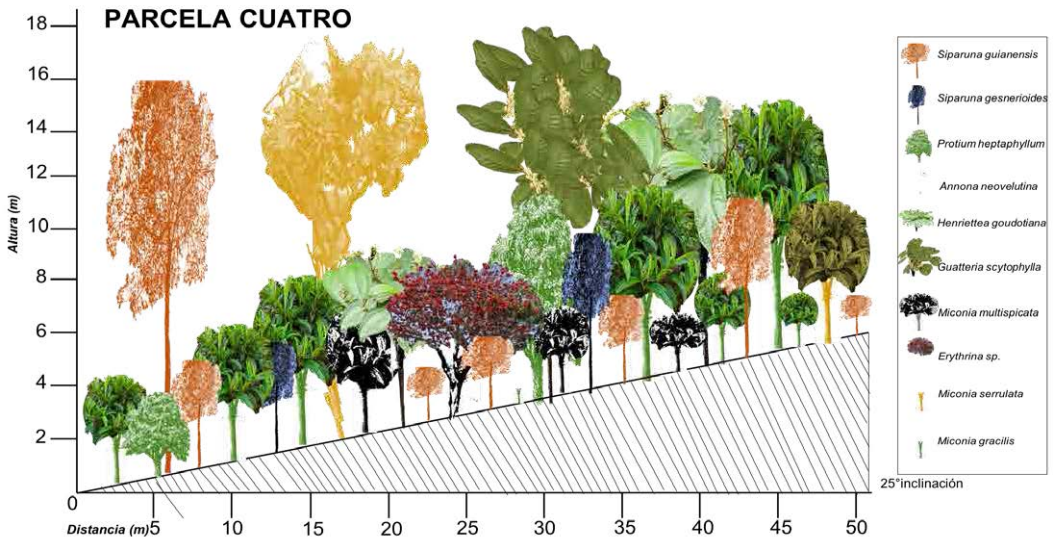
**Cobertura por estratos.** El estrato latizal (690 m<sup>2</sup>) y fustal (570 m<sup>2</sup>) registran los mayores valores de cobertura, presentando la más alta dominancia energética en esta parcela, debido a la densidad de individuos presentes en el estrato latizal y al amplio dosel que presentan las especies arbóreas. El estrato brinzal registra 350 m<sup>2</sup>.

Índice de Valor de Importancia Ampliado (IVIA). *Clusia lineata* tiene un alto valor, debido a la mejor posición sociológica e IVI. Las tres primeras especies (*C. lineata*, *Eugenia egensis* y *Myrcia dilucida*), predominan en la estructura horizontal como vertical. Se destaca la especie *Eugenia victoriana* por tener la mayor representatividad en la regeneración natural, lo que demuestra que podría llegar a ser una especie muy importante en este bosque.

#### **PARCELA CUATRO**

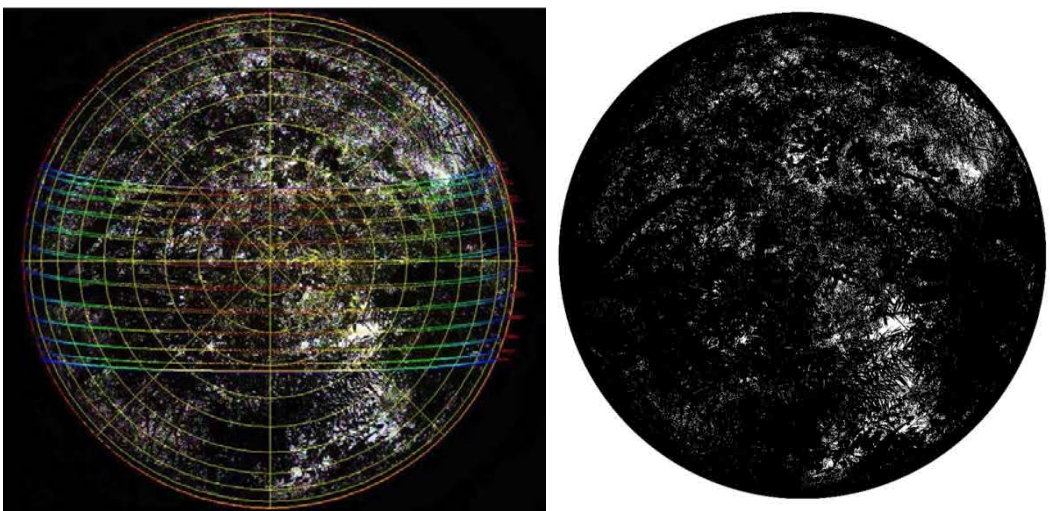
Índice de Valor de Importancia IVI. Las especies *Miconia gracilis* y *Siparuna guianensis* registran los mayores valores de IVI con 31.10 y 25.32 respectivamente, seguido de *Annona neovelutina* con 14.09. Siendo especies presentan los mayores valores de dominancia relativa y densidad, mientras las otras presentan valores similares para los tres atributos.

**Perfil de vegetación.** La parcela se ubica en un terreno quebrado con una pendiente de 25°, donde predominan individuos de las especies *Miconia gracilis*, *Siparuna guianensis* y *Miconia multispicata*, con alturas entre 3 y 8 m, con elementos arbóreos de hasta 15 m, y una buena estratificación vertical de los individuos (Figura 16).



**Figura 16.** Perfil de vegetación idealizado de la parcela cuatro, bosque El Triunfo, municipio de Aguazul, Casanare.

**Radiación solar.** El porcentaje de abertura del dosel oscila entre 3.23-5.12; de otro lado, la cantidad de radiación solar que llega sobre el dosel fue de 50.37 Mol. m<sup>2</sup>/día y bajo el dosel (sotobosque) fue 3.34-3.72 Mol. m<sup>2</sup>/día (Figura 17).



**Figura 17.** Aspecto del dosel y análisis de la proporción de luz incidente al interior de la parcela cuatro, bosque El Triunfo, municipio de Aguazul, Casanare.

**Intervalos de clase según DAP.** El mayor número de individuos presentan diámetros entre 1.05–5.01 cm (345), los cuales en la medida que aumenta el diámetro, el número se va reduciendo. Se observan intervalos de clase que no registran individuos, lo que indica que esta cobertura fue afectada por tala y que se encuentra en proceso de regeneración.

**Cobertura por estratos.** El estrato latizal presenta el mayor dominio energético (5.950 m<sup>2</sup>), en el gran número de individuos de *Miconia gracilis* y *Siparuna guianensis*, a diferencia de los estratos fustal (850 m<sup>2</sup>) y brinzal (460 m<sup>2</sup>), que tienen bajo número de individuos y coberturas estrechas.

Índice de Valor de Importancia Ampliado (IVIA). Se observa un predominio de las especies *Siparuna guianensis* y *Miconia gracilis*, por los valores que integran la estructura vertical y horizontal; sin embargo, la primera especie registra el mayor valor de regeneración natural y posición sociológica, lo cual garantiza la permanencia en este bosque.



# CONSIDERACIONES FINALES

La riqueza florística del área de estudio es alta, con predominio de familias andinas como Rubiaceae, Fabaceae, Myrtaceae y Melastomataceae. Lo mismo, se ve reflejado a nivel de género con *Miconia*, *Casearia*, *Eugenia* y *Psychotria*. El número de especies entre los bosques fue de 188 especies para El Triunfo y 172 en El Englobe; sin embargo, a escala de parcelas, la uno de El Englobe tiene la mayor riqueza con 114 especies, 78 géneros y 35 familias.

Las especies dominantes según el índice de valor de importancia difieren entre parcelas y bosques, siendo las más representativas para el bosque El Englobe *Siparuna guianensis*, *Casearia sylvestris*, *Cupania americana*, *Chomelia spinosa*, *Casearia ulmifolia*, *Cordia bicolor*, *Matayba purgans*, *Psychotria anceps*, *Erythroxylum panamense* y *Davilla kunthii*, esta última corresponde a una liana que alcanza los 12 m de larga. Entre tanto, para el bosque El Triunfo dominan *Myrcia dilucida*, *Aiphanes horrida*, *Guarea guidonia*, *Clusia lineata*, *Eugenia egensis*, *Miconia gracilis*, *Handroanthus guayacan*, *Aphelandra scabra*, *Siparuna guianensis* y *Miconia multispicata*.

La cantidad de radiación solar que reciben los individuos de las parcelas evaluadas, fue mayor en el bosque El Englobe con un valor hasta de 14.98 (parcela tres), a diferencia del bosque El Triunfo donde el valor máximo fue de 10.29 (parcela dos). Estos valores están directamente relacionados, con la cantidad de luz que recibe el sotobosque donde oscilan para el bosque El Englobe, entre 3.38 y 13.07 Mol. m<sup>2</sup>/día y en el Triunfo 3.34–8.51 Mol. m<sup>2</sup>/día.

Respecto a la cantidad de luz que recibe el dosel de las parcelas, registra mayores valores para el Triunfo con 50.33–50.56 Mol. m<sup>2</sup>/día, entre tanto, para El Englobe 49.32–49.36 Mol. m<sup>2</sup>/día, esto se debe a la interferencia que pueden ocasionar árboles aledaños a los individuos de las parcelas.

Los intervalos de clase según el parámetro diámetro a la altura del pecho (DAP), permiten deducir que estos bosques se encuentran en un proceso de regeneración con predominio de individuos jóvenes; sin embargo, se observa que la intensidad de la perturbación antrópica en cada parcela fue diferente, en ocasiones eliminando por completo la cobertura vegetal natural y en otros, mediante entresaca selectiva, debido a la presencia de árboles de gran tamaño.

Las coberturas predominantes fueron los latizales en la mayoría de las parcelas, seguido de los brinzales y fustales. Estos últimos presentan generalmente doseles bajos y laxos.



# BIBLIOGRAFÍA

- Castro García, G. & Sosa Rico, M.D. (2017). Descripción de datos climatológicos para el periodo 2012–2015 en El Yopal (Casanare, Colombia). *Revista de Medicina Veterinaria*, 35: 73–81.
- Chiappy-Jhones, C., Gama, L., Giddings, L., Rico-Gray, V., Velázquez, A. (2000). Caracterización de los paisajes terrestres actuales de la península de Yucatán. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*, 42: 28–39.
- Corpes Orinoquía, Consejo regional de planificación económica y social. (1996). *La Orinoquía Colombiana: Visión Monográfica*. Editorial: Corpes Orinoquía. Santafé de Bogotá.
- Córdoba-Sánchez, M., Miranda-Cortés, L., Avila-Avilán, R. & Pérez-Rojas, C. (2011). Flora de Casanare, pp. 82–101. En: Usma, J.S. & F. Trujillo (Eds.). *Biodiversidad del Casanare: Ecosistemas Estratégicos del Departamento. Gobernación de Casanare - WWF Colombia*. Bogotá, D.C. 286 p.
- Correa-Gómez, D.F. & Stevenson, P.R. (2010). Estructura y diversidad de bosques de galería en una sabana estacional de los llanos orientales colombianos (Reserva Tomo Grande, Vichada). *Orinoquia*, 14(1): 31–48.
- Cuatrecasas, J. (1989). Aspectos de la vegetación natural de Colombia. *Pérez-Arbelaezia*, 2(8): 155–283.
- EOT, Esquema de Ordenamiento Territorial, Aguazul, Casanare 2000 - 2003. (2003). Alcaldía Municipal de Aguazul, Casanare. Consultado en: [http://cdim.esap.edu.co/BancoConocimiento/A/aguazul\\_-\\_casanare\\_-\\_eot\\_-\\_2000\\_-\\_2003/aguazul\\_-\\_casanare\\_-\\_eot\\_-\\_2000\\_-\\_2003.asp](http://cdim.esap.edu.co/BancoConocimiento/A/aguazul_-_casanare_-_eot_-_2000_-_2003/aguazul_-_casanare_-_eot_-_2000_-_2003.asp)
- Finol, U.H. (1971). Nuevos parámetros a considerarse en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales. *Revista Forestal Venezolana*, 14(21): 29–42.
- IGAC, Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (1997). *Regiones Naturales de Colombia: mapa, edición 1997, 1:5000000*. Consultado 17 de diciembre de 2018 ([http://www.colectivomaloka.org/uploads/editor/mapas/01a\\_regiones.jpg](http://www.colectivomaloka.org/uploads/editor/mapas/01a_regiones.jpg)).
- Rangel-Churio, J.O. & Velázquez, A. (1997). Métodos de estudio de la vegetación. En: J. Rangel-Ch., P.D. Lowy-C., & M. Aguilar-P. (eds.) *Colombia diver-*

- sidad biótica II, tipos de vegetación en Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, D.C., 59-87 pp.
- Rangel-Churio, J.O. (1998). Flora Orinoquense. En: Colombia Orinoco. Fondo FEN Colombia, pp. 103-133.
- Rangel-Churio, J.O. (2015). La biodiversidad de Colombia: significado y distribución regional. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales*, 39(151): 176-200.
- Salamanca, S. (1984). La vegetación de la Orinoquía y Amazonía, fisiografía y formaciones vegetales. *Colombia Geográfica*, 10(2): 5-31.
- Ulloa-Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez, P., Beck, S., Belgrano, M.J., Bernal, R., Berry, P.E., Brako, L., Celis, M., Davidse, G., Forzza, R.F., Gradstein, S.R., Hokche, O., León, B., León-Yáñez, S., Magill, R.E., Neill, D.A., Nee, M., Raven, P.H., Stimmel, H., Strong, M.T., Villaseñor, J.L., Zarucchi, J.L., Zuloaga, F.O. & Jorgensen, P.M. (2017). An integrated assessment of the vascular plants species of the Americas. *Science*, 358: 1614-1617.



# CAPÍTULO 3

# LAS ZAMIAS: PLANTAS CON SEMILLAS MÁS ANTIGUAS DE LA TIERRA



**CARLOS NELSON DÍAZ-PÉREZ<sup>1</sup>, MARÍA EUGENIA MORALES-PUENTES<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Grupo Sistemática Biológica (SisBio), Herbario UPTC, Escuela de Biología y Doctorado en Ciencias Biológicas y Ambientales, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

# INTRODUCCIÓN

Las zamias son un conjunto de plantas vasculares que presentan hojas pinnaticompuestas con varios foliolos, que crecen alrededor y en la parte apical del tronco. Los tallos pueden ser externos hasta de 5 m de altura (*Zamia tolimensis*) o subterráneos (llamado en ocasiones rizomatosos). Algunas especies logran presentar tallos ramificados (*Z. encephalartoides* y *Z. oblicua*); condición poco frecuente. Las hojas son variables en su desarrollo y morfología; los foliolos pueden ser membranosos o coriáceos, con margen entero o dentado y el raquis puede o no presentar aguijones (Figura 1). Las zamias son plantas que tienen individuos masculinos e individuos femeninos (= cuando una planta presenta un solo sexo por individuo, se denomina, *dioico*) (Stevenson, 2001).

Las estructuras vegetativas (tronco, hojas, foliolos y catáfilos) son las que más variación morfológica presentan, mientras que las estructuras reproductivas, denominadas como estrobilos (masculinos y femeninos), son más estables y sus diferencias se centran básicamente en el color, tamaño y forma de las partes apicales (Stevenson, 2001) (Figura 2).



**Figura 1.** Plantas de *Zamia*. **A-C.** Individuos sembrados de *Z. muricata* en el municipio de Aguazul, Casanare; **D.** Tronco bifurcado de *Z. encephalartoides*; **E.** Hábito; **F.** Raquis con presencia de agujones; **G.** Inserción de los folíolos en el raquis; **H.** Hojas con folíolos coriáceos; **I.** Margen del folíolo.



**Figura 2.** Estructuras vegetativas de *Zamia muricata*. **A-B.** Se observan los catáfilos en la base de los peciolos y protegiendo la yema; **C.** Plántula con una hoja en desarrollo; **D.** Tronco subterráneo; **E-F.** Parte aéreo del tronco, en diferentes tiempos de desarrollo; **G.** Hoja con disposición de los folíolos subopuestos.

**Evolución.** Estas plantas hacen parte del grupo conocido como las cicadas (orden Cycadales), que son distinguidos como el conjunto de plantas con semillas más antiguo de la Tierra, las cuales datan del periodo Carbonífero con fósiles desde hace 230 a 325 millones de años, y son llamadas "fósiles vivientes" (Brenner, Stevenson & Twigg, 2003; López-Gallego, 2015). Norstog & Nicholls (1997) mencionan que una explicación hipotética de por qué las cicadas han subsistido hasta el presente, es que están bien fortificadas contra los peligros ambientales, como la sequía, el fuego y la resistencia a patógenos y depredadores; a su vez, esta resistencia también puede ser atribuida a la biosíntesis de una variedad de compuestos protectores secundarios (Norstog & Nicholls, 1997).

Por lo anterior, han sido objeto de estudios sobre su historia evolutiva (Gómez-Parra, 2014), con el propósito de entender la evolución y desarrollo de las angiospermas y gimnospermas, porque presentan caracteres morfológicos intermedios entre las plantas más ancestrales, como los helechos y más recientes como son las angiospermas (plantas con flores). Debido a su ubicación en la evolución de las plantas terrestres, y el avance en los estudios moleculares, se espera que contribuyan a definir los orígenes de las estructuras que condujeron a la aparición de las plantas con semilla y el papel de los compuestos carcinogénicos y neurotóxicos que se encuentran en las cicadas (Brenner, Stevenson & Twigg, 2003).

**Distribución.** Las zamias se distribuyen desde el sureste de Norteamérica, Centroamérica y el Norte de Suramérica. Empero, una novedad en su distribución es que se encuentran en el Caribe, en las Antillas Mayores (Cuba, Jamaica, Puerto Rico,

República Dominicana, y las islas Caimán), pero no, en las Antillas Menores, lo cual ha sido propuesto como consecuencia del origen geológico de estas islas (Meerow *et al.*, 2018).

En Colombia se distribuyen en los departamentos de Amazonas, Antioquia, Bolívar, Caquetá, Chocó, Córdoba, Guainía, Huila, La Guajira, Nariño, Putumayo, Risaralda, Santander, Tolima, Valle del Cauca y Vaupés (López-Gallego, 2015); no obstante, a través de este estudio se está registrando por primera vez, para el departamento de Casanare.

La franja altitudinal donde se encuentran, oscila entre los 0 y 2000 m, e incluyen las siguientes zonas de vida: bosque húmedo premontano (bh-PM), bosque húmedo tropical (bh-T) y bosque seco tropical (bs-T). Estas especies se presentan en áreas muy particulares, con poblaciones naturales pequeñas, lo que aumenta la vulnerabilidad a la alteración de su hábitat (López-Gallego, 2015).

**Polinización.** Para que la polinización ocurra, los granos de polen deben viajar desde los conos masculinos hacia los conos femeninos, donde se encuentran los óvulos; sin embargo, esto implica que se encuentre en un periodo de receptividad para que pueda ocurrir la fecundación y como tal, la formación de la semilla. Este periodo puede variar entre las especies y los individuos femeninos de una misma especie, desde pocos días a pocas semanas. En *Zamia neurophyllidia* se registró receptividad entre siete y 20 días, encontrando mayor tiempo en aquellos individuos de mayor tamaño (Calonje, Kay & Griffith, 2011). Durante esta etapa los conos femeninos tienen unos esporofilos con una superficie externa gruesa y carnosa, que separan siguiendo un determinado patrón (por filas, columnas o en espiral) (Calonje, Kay & Griffith, 2011) (Figura 3).





**Figura 3.** Estructuras reproductivas femeninas y masculina de *Zamia*. **A-D.** Conos femeninos (megaestróbilos) en diferentes estadios de desarrollo; **E.** Cono masculino.

Como estrategia para atraer polinizadores, los conos tienen termogénesis y producen químicos volátiles (Marler, 2010; López-Gallego, 2015); en cuanto a la dispersión de las semillas se cree que es llevado por la gravedad, debido a que no se conoce si existen vectores animales (López-Gallego, 2015).

En las últimas dos décadas se ha venido estudiando la biología reproductiva de las cicadas, y en ellas se

ha encontrado que mantienen una relación simbiótica con insectos, especialmente con coleópteros (Radha & Singh, 2014). Este vínculo es tan estrecho, que en un estudio realizado por Tang (1987a) en *Zamia pumila*, encontró que cuando la polinización era realizada por el viento, esta planta no producía semillas viables, a diferencia de la efectuada por los insectos. Calonje, Kay y Griffith (2011), mencionan que los polinizadores en las especies del género

*Zamia* son coleópteros de los géneros *Pharaxonotha* y *Rhopalotria* (Tang, 1987a; Norstog, Stevenson & Niklas, 1986).

En la mayoría de las especies, los conos masculinos durante la liberación del polen presentan un marcado incremento en la temperatura (hasta de 15°C), acompañado de la volatilización de fragancias que pueden funcionar para atraer insectos (Tang, 1987b; 1993).

Es importante resaltar que algunas partes de las cícadas, incluyendo el polen, pueden presentar compuestos potencialmente peligrosos que pueden causar reacciones alérgicas y podrían volverse más severas con exposición subsecuente (Norstog & Nicholls, 1997; Calonje et al., 2011).

De otro lado, a pesar que Chamberlain (1926) publicó sobre la creación de híbridos intergenéricos entre *Ceratozamia mexicana* y *Zamia monticola*, actualmente ningún intento de crear híbridos entre diferentes géneros ha tenido éxito; sin embargo, Vorster (1995), notó que la hibridación es posible dentro del mismo género en *Zamia*, *Cycas*, *Ceratozamia*, *Macrozamia* y *Encephalartos*.

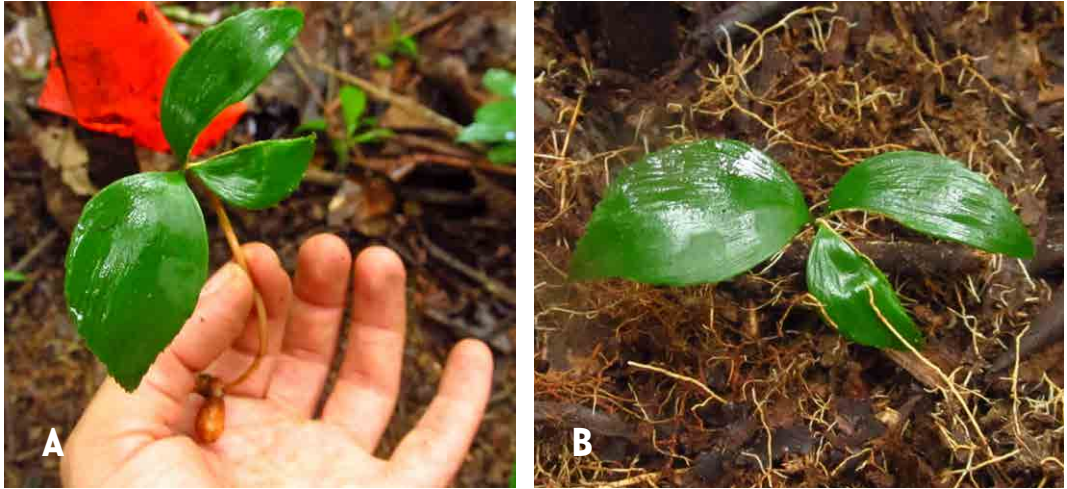
**Propagación por semillas.** Es de gran importancia en la conservación de este grupo de organismos, por la gran cantidad de semillas y plantas que son retiradas de sus hábitats naturales, gracias a la industria horticultural. Por ejemplo, en México durante los años 80' se extrajeron, cerca de 80 toneladas de semillas de la especie *Zamia furfuracea* (Donaldson, Dehgan, Vovides & Tang, 2003). Por lo anterior, su propagación contribuye a reducir la demanda de estas especies en vida silvestre, y a su vez, permitir adelantar programas de reintroducción, que evitará la pérdida de diversidad genética (Calonje et al., 2011).

La propagación por semillas, de manera manual implica la recolección, almacenamiento y prueba de viabilidad del polen, seguido de la evaluación de los periodos de receptividad de los conos femeninos, polinización, recolección, prueba de viabilidad, almacenamiento y germinación de las semillas; estos pasos son explicados en detalle por Calonje et al. (2011), destacando que para cada género de las cícadas se deben tener unas condiciones muy particulares.

Otro aspecto relevante en este grupo taxonómico es que la eliminación de la sarco-testa en las semillas de *Zamia* (que corresponde a la cubierta externa carnosa, que protege la semilla), por parte de algunas especies de la mariposa *Eumaeus* (*E. godarti*), beneficia a la planta debido a que se menciona de su efecto inhibitorio en la germinación (Dehgan, 1983; Castillo-Guevara & Rico-Gray, 2002; Calonje et al., 2011; Ruiz-García, Méndez-Pérez, Velasco-García, Sánchez de la Vega & Rivera-Nava, 2015) (Figuras 4 y 5).



**Figura 4.** Semillas de *Zamia muricata*. **A-B.** Semillas con sarcotesta roja, sobre el cono femenino (megaestrobilo) y suelo; **C-E.** Semillas sin sarcotesta.



**Figura 5.** Plántulas de *Zamia muricata*. **A.** Individuo en desarrollo con presencia de semilla; **B.** Individuo sembrado.

**Herbivoría.** Sobre las especies de *Zamia* se ha observado una relación con taxones del género *Eumaeus* spp. (Lycaenidae), considerado como una larga interacción en el tiempo evolutivo (Castillo & Rico, 2002). Estos organismos son caracterizados por ser mariposas aposemáticas (que exhiben colores vivos o características que la hacen destacar del medio, para advertir a sus posibles predadores de su peligrosidad, mal sabor, etc.) (Cabellos, 2012) y presentar cycasina, un compuesto tóxico que es secuestrado desde las plantas hospederas de *Zamia* (Castillo & Rico, 2002). Se distribuyen desde el sur de México hasta Suramérica (Colombia, Ecuador, Bolivia, Brasil y Paraguay) y consta de seis especies: *E. Atala* (Poey, 1832), *E. toxea* (Godart, 1824), *E. childrenae* (G. Gray, 1832), *E. minyas* (Hübner, 1809), *E. toxana* (Boisduval, 1870) y *E. godartii* (Boisduval, 1870) (D'Abreu, 1995; Lamas, 2004).

Esta interacción se encuentra dada porque varias especies de *Eumaeus*, oviposicionan sobre las hojas, ubicando los huevos en el envés y en un solo grupo (eventualmente también en hojas tiernas o brotes jóvenes de la planta). El número de huevos varía entre 5.2ffl 0.5 en *Z. loddigesii* y 18-57 en *Z. encephalartoides* (Castillo & Rico, 2002; González, 2004; Ruiz-García et al., 2015). Cuando emergen las larvas, su alimentación se da masticando el envés y el mesófilo de las hojas, y en el tercer estadio larval, la consumen de forma completa. Las larvas, pupan también en el envés de las hojas formando un grupo compacto (Ruiz-García et al., 2015; Santos-Murgas & Abrego, 2016). Se han observado varias cohortes en una planta, y algunas consumidas hasta el 100% del área foliar, que posteriormente logran nuevamente brotar (Santos-Murgas & Abrego, 2016).

Sin embargo, se ha observado la oviposición en estróbilos femeninos, donde al eclosionar las larvas se introducen entre las microesporofilas y se alimentan inicialmente de las piezas internas, luego en los siguientes estadios se alimentan de las piezas externas de la microesporofila y la sarcotesta de la semilla. En el momento de pupar las crisálidas se desplazan y ubican en las hojas. A su vez, en los estróbilos masculinos, las larvas raspan un poco la cubierta sin ingresar donde se encuentra el polen y luego se dirigen al área foliar; aquí son observados con menor frecuencia y generalmente en época seca (Santos-Murgas & Ábrego, 2016).

La emergencia de los adultos oscila entre 46 (Castillo & Rico, 2002) y 51 días en *Eumaeus gosarti* y *E. toxea* (Santos-Murgas & Abrego, 2016; Ruíz-García et al., 2015); donde solo el 2.3% de los huevos alcanzan el estadio adulto (Ruíz-García et al., 2015). La tasa de mortalidad de estos organismos depende a su vez, de si existe o no canibalismo entre las larvas, el cual ha sido reportado para algunas especies de *Eumaeus* (Castillo & Rico, 2002; González, 2004), el ataque por hongos (Castillo & Rico, 2002) y la depredación por un cucarrón (coleóptero) del género *Dasydactylus* (Erotylidae), que ha sido observado consumiendo los exudados en la etapa de muda de todos los estadios (Ruíz-García et al., 2015).

El principal herbívoro para *Zamia manicata* en Panamá es *E. gordata* (Santos-Murgas & Abrego, 2016). *E. minyas* es depredador de *Zamia encephalartoides* (González, 2004), *Z. loddigesii* (Castillo & Rico, 2002), *Z. furfuracea*, *Z. skinnery* (DeVries, 1976; 1983; Clark & Clark, 1991); mientras que en *Zamia paucijuga* es *E. toxea* (Ruíz-García et al., 2015); en cuanto a *Z. floridana* es *E. atala* (Bowers & Farley, 1990) y *E. debora* consume *Dioon edule* (Castillo & Rico, 2002) (Figura 6).



**Figura 6.** Herbivoría en *Zamia muricata*. **A-B.** *Eumaeus* sp., sobre hojas marchitas de *Zamia muricata*.

**Importancia biológica y de usos.** A nivel internacional son importantes, por tener linaje ancestral, desde el punto de vista biológico (gimnospermas tropicales) y estar altamente amenazadas de extinción (López-Gallego, 2015). En países como Australia, Suráfrica, China y México, las zamias son significativas en la industria del ecoturismo y de la horticultura; sin embargo, en Colombia este potencial no ha sido explorado, y que podría ser una oportunidad para avanzar en acciones de conservación y uso sostenible que aporte al bienestar de las comunidades humanas donde se encuentran (López-Gallego, 2015).

A pesar de que diferentes culturas (Chocó) utilizan estas especies como fuentes de alimento, Brenner *et al.* (2003), mencionan que la identificación de los compuestos secundarios de las cicadas ha sido relacionado con desórdenes neurológicos, por el aumento de la presencia de Alzheimer y Parkinson entre las personas que consumen cicadas.

**Relaciones simbióticas.** Las especies de *Zamia*, así como todas las cycadas, presentan asociaciones simbióticas con hongos y cianobacterias (*Nostoc* spp.) en las raíces, donde forman nódulos que les permiten fijar nitrógeno, favoreciendo su establecimiento en suelos pobres de este elemento (Marler, 2010; López-Gallego, 2015). En *Zamia*, el entendimiento de las simbiosis es escaso, desconociendo las relaciones que estas especies presentan con otras, y a su vez, el alcance e importancia en su conservación. En otras especies, se ha observado un incremento en el "fitness" con hasta un 39% de mayor biomasa en la semilla, cuando se les ha inoculado con bacterias de diferentes genotipos; lo anterior, muestra que existe una compatibilidad diferencial entre el hospedero y el genotipo del simbiote, que puede ser un factor significativo en el control del "fitness" para la competencia de las plantas en la naturaleza (Parker, 1995).

**Riqueza.** Colombia alberga la mayor diversidad del género *Zamia*, de las 76 especies aceptadas actualmente en el mundo, este país cuenta con 21, de las cuales 13 son endémicas (Gómez-Parra, 2014; López-Gallego, 2015); sin embargo, la transformación e intervención del hábitat en que se desarrollan, además de la extracción de individuos para usos ornamentales, han llevado a que sea catalogada en grado de amenaza según las categorías de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (Calderón, Galeano & García, 2005; UICN, 2010).

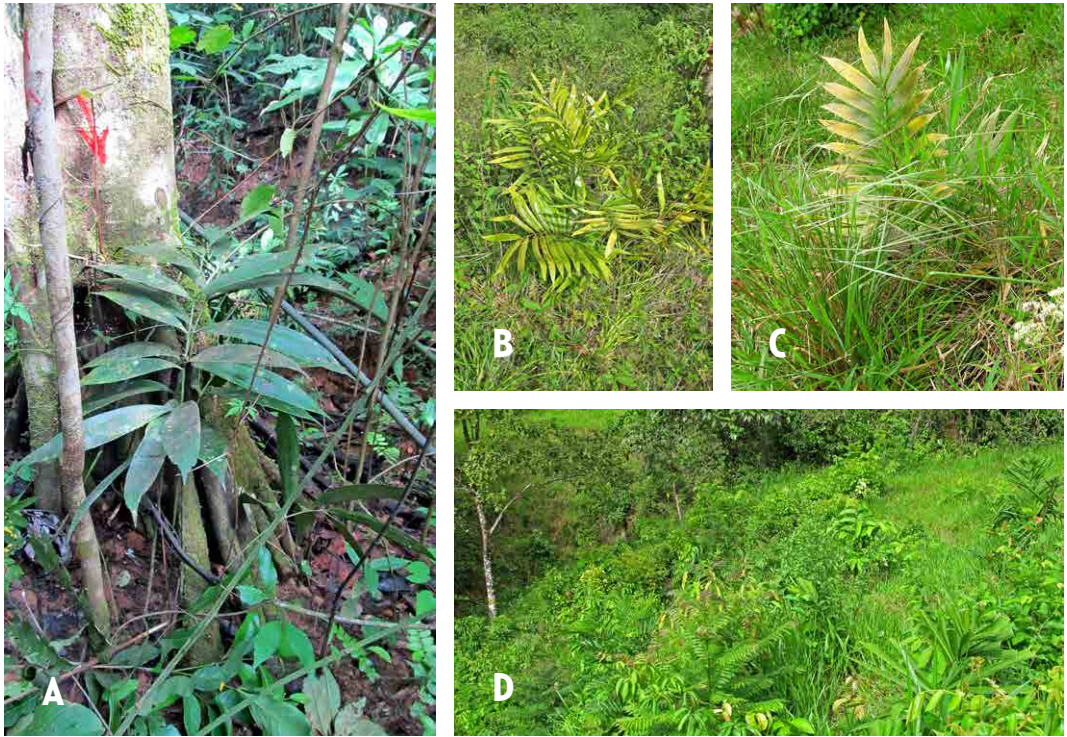
**Conservación.** En nuestro país, de las cicadas la única familia que hace parte de la flora nativa es Zamiaceae, con el género *Zamia*, el cual corresponde al taxón que registra la mayor diversidad morfológica y ecológica del orden cicadales. Esta condición, ha conllevado a que algunos investigadores propongan desarrollar programas de conservación para algunas especies de cicadas (López-Gallego & Idárraga, 2001; Aguirre, 2004; López-Gallego, 2008). A su vez, López-Gallego (2015), en el plan de acción para la conservación de las zamias de Colombia, invita a las diferentes autoridades ambientales a realizar estudios que implementen estrategias de conservación integrales que promuevan el control del tráfico, la protección del hábitat de poblaciones, planes de restauración y uso sostenible de algunas especies. Estas estrategias de conservación también deben ser promovidas y apoyadas por instituciones gubernamentales, establecimientos educativos, empresas que realicen actividades de uso y aprovechamiento de los recursos naturales y comunidad en general.

En Colombia se ha generado información estratégica para desarrollar programas de conservación para pocas especies de Cycadas, en las que se destacan los estudios de base para el "Plan de acción para la conservación de *Zamia encephalartoides*", especie endémica del Cañón del Chicamocha (Santander) (López-Gallego, Calonje & Idárraga, 2011). Sin embargo, es necesario continuar generando información que sirva como línea base para la implementación de medidas de conservación locales, que de acuerdo con el escenario de la especie y sumado al acompañamiento y participación de las comunidades aledañas a los sitios de distribución, aspecto que contribuirá a disminuir el comercio ilegal y consolidará los programas de conservación.

Se debe reconocer que muchas especies del género *Eumaeus* spp. (Lycaenidae), presentan una distribución geográfica relacionada con las especies de *Zamia*, lo que sugiere que su conservación es dependiente de la conservación de su hospedante (*Zamia* spp.) y de factores externos como el tipo de cobertura vegetal donde sobreviven estas poblaciones de plantas (Ruíz-García et al., 2015; Santos-Murgas & Abrego, 2016).

## PRIMER HALLAZGO DOCUMENTADO DE ZAMIA EN CASANARE

En el departamento de Casanare que cuenta con una extensión de 44.640 km<sup>2</sup>, se registra por primera vez, una especie de zamia (*Zamia muricata* Willd.), en la región del piedemonte llanero, en los municipios de Aguazul y Tauramena, en zonas en las que los cambios en el uso del suelo han sido frecuentes y persistentes durante largos periodos de tiempo, convirtiendo estas áreas principalmente como potreros para ganado (Figura 7). Por lo anterior, se recopila información de esta especie obtenida de trabajo en campo y literatura, para evaluar su estado actual.



**Figura 7.** Hábitat donde crece *Zamia muriata*. **A.** Interior de bosque, con hojas verde oscuro; **B-C.** Individuos creciendo en zonas de abiertas (pastizales) con exposición al sol; **D.** Distribución agrupada de individuos de zamias.

### ***Zamia muricata* Willd.**

Dioica con tallos subterráneos y presentar en la parte superior catafilos triangulares; las hojas emergen del ápice del tallo a manera de corona como en las palmas y algunos helechos arborescentes (e.g. *Cyathea* spp.); las hojas alcanzan hasta los 1.5 m de longitud, con un raquis que presenta escasos agujones y hasta 20 pares de foliolos sésiles, cartáceos, con una base de color verde amarillento y un ápice con dientes de diferente tamaño y distancia entre ellos. Se observó dimorfismo foliar en individuos juveniles, empezando su desarrollo de forma elíptica a obovada y posteriormente se registran oblongo-lanceoladas. A su vez, hay individuos que registran predominio de alguna de estas dos formas en todas sus hojas (Figura 8). Los estróbilos femeninos son de color marrón con un leve tomento rojizo, presentan tamaños hasta de 25 X 13 cm, circunferencia en la parte media de 18 cm y pedúnculo hasta de 9 cm. Las semillas son piriformes, presentan un sarcotesta de color rojo con un tamaño de 1.5-2.5 X 1-1.5 cm. Se observaron tres conos masculinos en la misma planta, caídos y de color marrón claro (Figura 9).





**Figura 8.** Estructuras vegetativas de *Zamia muriata*. **A-B.** Plántulas de *Zamia*; **C-F.** Individuos en varias etapas de desarrollo, localizados en zonas con diferente luminosidad.



**Figura 9.** Estructuras reproductivas y semillas de *Zamia muriata*. **A.** Cono femenino juvenil; **B.** Cono femenino maduro; **C.** Germinación de *Zamia*; **D.** Semillas con testa roja; **E-F.** Conos femeninos maduros con semillas expuestas.

Las diferencias morfológicas de los individuos monitoreados con respecto a la descripción de *Zamia muricata* Willd., realizada por Stevenson (2001) y López-Gallego (2015) son:

- a) Los megaestróbilos son más largos y anchos;
- b) Las placas del cono femenino presentan un mayor ensanchamiento en la parte superior (Figura 10), y
- c) Las hojas nuevas son de color marrón, pero sin tomento abundante.



**Figura 10.** Estructura reproductiva femenina (megaestrobilo) de *Zamia muricata*. **A.** Vista lateral; **B.** Vista apical; **C.** Vista general.

**Hábitat.** La especie se considera típica de bosques secos y húmedos tropicales en el Caribe y la región Andina en Colombia; a su vez, las poblaciones han sido registradas en suelos bien drenados, en sotobosque y en zonas con buena cobertura de dosel (López-Gallego, 2015); sin embargo, se amplía a zonas de sabana continguas al piedemonte llanero, en áreas expuestas a la radiación solar directa y bosques con luminosidad de alta a media (Figura 11).



**Figura 11.** Hábito de *Zamia muricata*.

**Funciones ecológicas.** Dentro de las funciones que esta especie presenta, se destacan: recurso para artrópodos con dieta herbívora y polinizadores especialistas, fijación de nitrógeno y refugio para animales pequeños (insectos y otros artrópodos, etc.) en las bases de las hojas donde se acumula hojarasca (Figura 12). En dos individuos se observaron larvas y pupas de una especie de mariposa del género *Eumaeus*, que es frecuente en las especies de este género (López-Gallego, 2015; González, 2004).



**Figura 12.** Importancia ecológica de *Zamia*. **A** y **C**. Saltamonte sobre foliolo de *zamia*; **B**. Individuo sembrado de *Zamia muricata*.

**Distribución.** Se ha encontrado en Colombia y Venezuela, en altitudes entre los 500 y 1.400 m. en Colombia, en el municipio de Uribí, Parque Nacional Natural Macuira, en el Cerro Huanечи (región geográfica del Caribe).

En los trabajos adelantados por Gómez-Parra (2014) y Vega-Aguilar (2015), en los municipios de Tona y Bucaramanga, cerca de los Ríos Tona y Suratá (región geográfica de los Andes), se había considerado que era *Z. muricata*; no obstante, después de una revisión detallada se concluyó que correspondía a *Z. incognita* (A. Rojas, com. pers.). A pesar de esto, para López-Gallego (2015), se estima a partir de algunos especímenes observados que podría encon-

trarse en los llanos orientales. Lo anterior, es afianzado en el presente documento, registrándose para los municipios de Aguazul y Tauramenta, Casanare.

**Amenazas.** Las poblaciones de esta especie se localizan en fragmentos de bosque pequeños (<500 ha), con un hábitat muy degradado y su abundancia es baja a moderada (<1000 individuos en la mayoría de sus poblaciones) (López-Gallego, 2015) (Figura 13).



**Figura 13.** Plantas sembradas de *Zamia muricata*. **A-B.** Se observa ramoneo de los foliolos por parte de ganado bovino.

**Categorización UICN.** *Zamia muricata* se categorizó como vulnerable (VU) en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2010), posteriormente en la Resolución 1912 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, se menciona dentro de las especies silvestres de plantas amenazadas de Colombia, en la categoría en peligro (EN), basada en el Plan de Acción para la Conservación de las Zamias de Colombia (López-Gallego, 2015), quien la evaluó a

partir del parámetro de distribución geográfica AOO (área de ocupación < 500 km<sup>2</sup>; menos de 5 localidades reportadas con poblaciones y disminución continua de la calidad del hábitat) (Vega, 2015). De otro lado, la presencia de esta especie en el departamento de Casanare, incrementa el área de distribución geográfica y deja ver que, a pesar del esfuerzo por conocer sobre este grupo taxonómico en el país, hace falta explorar varias zonas del país.

# BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, D. (2004). Demografía y genética de poblaciones de *Zamia loddigessi* Mig. (Zamiaceae) en el Centro de Veracruz, México. Tesis de grado. Biología. Universidad Veracruzana. 69 p.
- Bowers M.D. & Farley, S. (1990). The behavior of grey jays, *Perisoreus canadensis*, towards palatable and unpalatable Lepidoptera. *Animal Behavior*, 39: 699-705.
- Brenner, E.D., Stevenson, D.W. & Twigg, R.W. (2003). Cycads: evolutionary innovations and the role of plant-derived neurotoxins. *TRENDS in Plant Science*, 8(9): 446-452.
- Cabellos, N. Biodiversidad Virtual [consultado: octubre 22 de 2018] en: <https://www.biodiversidadvirtual.org/taxofoto/glosario/1416>
- Calderón, E., Galeano, G. & García, N. (eds.). (2005). Libro Rojo de Plantas de Colombia. Volumen 2: Palmas, frailejones y zamias. La serie Libros Rojos de Especies amenazadas de Colombia. Instituto Alexander Von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales - Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Calonje, M., Kay, J. & Griffith, M.P. (2011). Propagation of cycad collections from seed: applied reproductive biology for conservation. *Sibbaldia*, 9: 77-96.
- Castillo-Guevara, C. & Rico-Gray, V. (2002). Is cycasin *Eumaeus minyas* (Lepidoptera: ¿Lycaenidae a predator deterrent?). *Interciencia*, 27: 465-470.
- Chamberlain, C.J. (1926). Hybrids in cycads. *Botanical Gazette*, 81: 401-418.
- Clark D.B. & Clark D.A. (1991). Herbivores, herbivory, and plant phenology: patterns and consequences in a tropical rain-forest cycad. In Price, P.W., Lewinsohn, T.M., Fernandes, G.W., Benson, W.W. (Eds.). *Plant-Animal Interactions: Evolutionary Ecology in Tropical and Temperate Regions*. John Wiley. New York. 209-225 p.
- D'Abbrera, B. (1995). Butterflies of the Neotropical region. Part VII, Lycaenidae. Hill House, Victoria, Australia. 1098-1270 p.
- Dehgan, B. (1983). Propagation and growth of cycads. A conservation strategy. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 96: 13-139.
- DeVries, P.J. (1976). Notes on the behavior of *Eumaeus minyas* (Hübner) (Lepidoptera: Lycaenidae) in Costa Rica. *Brenesia*, 8: 103.
- DeVries, P.J. (1983). *Zamia skinneri* and *Zamia fairchildiana* (zamia, palmera siempre verde, cycad). In Janzen, D.H. (Ed.) *Costa Rican Natural History*. University Chicago Press. Chicago. 349-350 p.

- Donaldson, J.S., Dehgan, B., Vovides, A.P. & Tang, W. (2003). Cycads in trade and sustainable use of cycad populations. In: Donaldson, J. (ed.). Cycads: status survey and conservation action plan. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN, 48–53.
- Gómez-Parra, R.S. (2014). Caracterización demográfica y del hábitat de una población de *Zamia muricata* Willd. para apoyar el programa de conservación integral de especies de plantas prioritarias del bosque seco tropical. Tesis de pregrado. Programa de Biología. Universidad Industrial de Santander.
- González, F. (2004). Herbivoría en una gimnosperma endémica de Colombia, *Zamia encephalartoides* (Zamiaceae) por parte de *Eumaeus* (Lepidoptera: Lycaenidae). Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 107: 233–243.
- Lamas, G. (2004). Atlas of Neotropical Lepidoptera. Checklist, Part 4A: Hesperioidea Papilionoidea. Association for Tropical Lepidoptera, Scientific Publishers, Florida. 439 p.
- López-Gallego, C. & Idárraga, A. (2001). Diagnóstico del estado de conservación de las especies de Zamiaceae del Departamento de Antioquia (Colombia). Actualidades Biológicas, 23(75): 23–31.
- López-Gallego, C. (2008). Demographic variation in cycad populations inhabiting contrasting forest fragments. Biodiversity and Conservation, 17: 1213–1225.
- López-Gallego, C., Calonje, M. & Idárraga, A. (2011). Conservation action plan for *Zamia encephalartoides* in Colombia. Conservation Leadership Programme, UK.
- López-Gallego, C. (2015). Plan de acción para la conservación de las zamias de Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – Universidad de Antioquia, Instituto de Biología. Grupo de Investigación EECO (Ecología Evolutiva y Conservación). 163 p.
- Marler, T.E. (2010). Cycad mutualist offers more than pollen transport. American Journal of Botany, 97(5): 841–845.
- Meerow, A.W., Salas-Leiva, D.E., Calonje, M., Francisco-Ortega, J., Griffith, M.P., Nakamura, K., Jiménez-Rodríguez, F., Lawrus, J. & Oberli, A. (2018). Contrasting demographic history and population structure of *Zamia* (Cycadales: Zamiaceae) on six islands of the Greater Antilles suggests a model for population diversification in the Caribbean clade of the genus. International Journal of Plant Sciences, 179(9): 730–757.
- Norstog, K.J., Stevenson, D.W. & Niklas, K.J. (1986). The role of beetles in the pollination of *Zamia furfuracea* L. fil. (Zamiaceae). Biotropica, 18: 300–306.
- Norstog, K.J. & Nicholls, T.J. (1997). The biology of the Cycads. Cornell University Press, Ithaca, NY, USA.
- Parker, M.A. (1995). Plant fitness variation caused by different mutualist genotypes. Ecology, 76(5): 1525–1535.
- Radha, P. & Singh, R. (2014). Notes on insect diversity of Indian *Cycas* species. International Journal of Interdisciplinary and Multidisciplinary Studies (IJIMS), 1(9): 78–85.
- Ruiz-García, N., Méndez-Pérez, B.Y., Velasco-García, M.V., Sánchez de la Vega, G. & Rivera-Nava, J.L. (2015). Ecología distribución, ciclo biológico y tabla de vida de *Eumaeus toxea* (Lepidoptera: Lycaenidae) en la provincia

- fisiográfica Costa de Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86: 998-1003.
- Santos Murgas, A. & Abrego, J.C. (2016). Historia Natural de *Eumaeus godarti* (Lycaenidae, Lepidoptera) y herbivoría en *Zamia manicata*. *Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios*, 3(1): 36-48.
- Stevenson, D. (2001). Cycadales. *Flora de Colombia*, 21: 1-92.
- Tang, W. (1987a). Insect pollination in the cycad *Zamia pumila* (Zamiaceae). *American Journal of Botany*, 74(1): 90-99.
- Tang, W. (1987b). Heat production in Cycad cones. *Botanical Gazette*, 148: 165-174.
- Tang, W. (1993). Heat and odour production in cycad cones and their role in insect pollination. In: Stevenson, D.W. & Norstog, K.J. (eds). *Proceedings of Cycad 90, the Second International Conference on Cycad Biology*. Milton, Queensland: Palm and cycad societies of Australia, 140-147.
- UICN, 2010. Guidelines for using the UICN Red List categories and criteria, Version 8.1. Commission on Standards and Petitions - UICN, Switzerland.
- Vega Aguilar, J. (2015). Descripción de la demografía, el hábitat y la variabilidad en rasgos funcionales de cuatro subpoblaciones de *Zamia muricata* willd. en bosques secos de Santander. Pasantía de investigación. Escuela de Biología. Universidad Industrial de Santander.
- Vorster, P. (1995). Aspects of reproduction of cycads. 2. An annotated review of known information. In: Vorster, P. (Ed.). *Proceedings of the Third International Conference of Cycad Biology*. Stellenbosch, South Africa: Cycad Society of South Africa, 379-387.





# CAPÍTULO 4

## PROTOCOLO PARA EL RESCATE, TRASLADO Y MONITOREO DE EPÍFITAS VASCULARES EN COLOMBIA: MÉTODOS Y EXPERIENCIAS



**J. A. SIERRA-GIRALDO<sup>1</sup>, J. C. BAQUERO-ROJAS<sup>2</sup>, L. A. MOLINA-GARCÍA<sup>2</sup>,  
G. A. REINA-RODRÍGUEZ<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Herbario Universidad de Caldas -FAUC-

<sup>2</sup>Ecospecie S.A.S. Bogotá, Colombia

<sup>3</sup>Grupo de Investigación en Orquídeas, Ecología y Sistemática Vegetal, Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira, Colombia

## RESUMEN

Debido al crecimiento económico en Colombia durante los últimos años, reflejado en el aumento de la construcción de vías, infraestructura petrolera, embalses y líneas de transmisión eléctrica, las plantas epífitas al igual que otros componentes de la flora se ven directamente afectados por causa de la ejecución de las obras. Para mitigar esta pérdida de biodiversidad, la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible ha venido requiriendo en la última década, en el marco de las solicitudes de levantamiento de veda nacional, una medida de manejo ambiental denominada "rescate y traslado de epífitas vasculares", que está soportada por la Resolución 0213 de 1977 emitida por el Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente (INDERENA), la cual veda en todo el territorio nacional a las epífitas vasculares de las familias Bromeliaceae y Orchidaceae; sin embargo, a pesar de que este requerimiento es una de las medidas de manejo ambiental exigidas con mayor frecuencia en el país, no existe un protocolo para adelantar esta labor. El objetivo de este trabajo es dar a conocer la experiencia metodológica puesta en práctica en algunos proyectos en el país y definir un protocolo para las actividades de rescate, traslado y monitoreo de epífitas vasculares en Colombia.

# INTRODUCCIÓN

Las epífitas vasculares representan hasta el 50% de la riqueza total de las especies vasculares en los bosques tropicales (Zuleta, Benavides, López-Ríos & Duque, 2016). Son un componente importante en el adecuado funcionamiento de los ecosistemas, cumpliendo diferentes funciones tales como la fijación de nutrientes de la atmósfera y su incorporación al ciclo trófico del bosque, almacenamiento de agua, refugio y alimento a muchos animales, aumento en la capacidad de carga del ecosistema, entre otros servicios ambientales (Fotosíntesis Colombia, 2012).

La flora epífita declarada en veda en Colombia por medio de la Resolución 0213 de 1977 emitida por el INDERENA, está dirigida hacia la protección de las epífitas vasculares de la familia Orchidaceae y Bromeliaceae. En el caso de Orchidaceae, el número de especies presentes en el territorio nacional asciende a 4.270 repartidas en 258 géneros (Betancur, Sarmiento-L, Toro-González & Valencia, 2015), siendo el país con mayor riqueza de especies en el mundo. Para el caso de Bromeliaceae, la conforman para el país 545 especies en 25 géneros (Bernal, Gradstein & Celis, 2015); sin embargo, esta cifra podría estar cercana a las 800 especies (Betancur, *com. pers.*) Otros grupos de epífitas facultativas como Araceae, Cactaceae, Gesneriaceae y Piperaceae, actualmente no se consideran grupos en veda nacional, no obstante, deberían incluirse en la legislación colombiana, al ser familias importantes en los ecosistemas tropicales, tanto en su funcionamiento, como también en su diversidad.

El crecimiento económico en Colombia durante los últimos años, se manifiesta en valores del PIB del orden de 2.7 para el 2018 y se espera un 3.3 para el 2019, frente al valor promedio para América Latina y el Caribe del 1.2 (CEPAL, 2018). Parte de este crecimiento, está siendo dinamizado por el sector energético, minero y de infraestructuras en el país.

Actualmente, los proyectos de obra en Colombia, deben estar sujetos a normas ambientales que regulan las actividades que generen impacto ambiental sobre el sistema biótico, abiótico y socioeconómico de un proyecto. Es por ello que los impactos negativos y adversos generados por el desarrollo de un proyecto, deben hacer que las empresas ejecutoras implementen medidas de compensación, corrección, mitigación y prevención (MAVDT, 2010).

La primera carretera en Colombia fue construida entre 1900-1910 (SAI, 2017) y el primer hallazgo de petróleo se realizó en 1928 (Ahumada, 2018); sin embargo, solo en la última década se ha solicitado por parte de la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), en el marco de las solicitudes de levantamiento de veda nacional, una medida de manejo ambiental que mitigue las afectaciones sobre las epífitas vasculares como consecuencia del desarrollo de los proyectos, a la cual se denominó "*rescate y traslado de epífitas*" (Fotosíntesis Colombia, 2012).

La legislación colombiana emitió bajo mandato del entonces INDERENA la resolución 0213 de 1977 (INDERENA, 1977) y estableció en el territorio nacional la veda de musgos, líquenes, lamas, parásitas, quiches y orquídeas. Esta resolución se mantiene actualmente y es la que regula la afectación de este grupo de plantas en todo el territorio nacional para el desarrollo de cualquier proyecto de infraestructura. Resoluciones posteriores acogen especies silvestres que se encuentran amenazadas en el territorio nacional y están en constante actualización. A pesar que no es objeto de este capítulo, la flora no vascular de los grupos taxonómicos de hepáticas, musgos y líquenes son también objeto de consideración de la flora en veda en el país y están amparados por la misma resolución.

Tensionantes ambientales como el cambio de uso del suelo pueden conllevar a procesos de extinción local (Reina-Rodríguez, 2016, 2019). Otros no menos importantes como el cambio climático están ocurriendo actualmente y sus poblaciones se moverán hacia nichos con mayor altitud buscando áreas climáticamente idóneas (Reina-Rodríguez, Rubiano, Castro & Soriano, 2017). La ejecución de obras, es otro tensionante ambiental que afecta directamente la riqueza y diversidad de estos grupos, por efecto de la remoción de la cobertura vegetal.

Actualmente, se realizan en el país decenas de proyectos que incluyen actividades de rescate y traslado de epífitas; sin embargo, no todos se logran llevar a cabo con el mismo éxito. En algunos casos estas actividades suelen carecer de rigurosidad y se realizan con la única finalidad de cumplir un requisito adquirido con la Resolución que otorgó el levantamiento de veda nacional. Lamentablemente, se desperdicia el músculo financiero con que cuentan este tipo de proyectos, carentes o inexistente en el ámbito académico, el cual debería sumar en el conocimiento de la flora y el cierre de brechas de conocimiento de la biodiversidad del país. No obstante, en otros casos, la han servido para validar la ocurrencia de nuevas especies en áreas donde no existían reportes recientes y/o ampliar el rango de distribución geográfica de las mismas (Wilson, Zhao, Hampson, Chang, Reina-Rodríguez & Niessen, 2019), así como también para conocer la implementación de las medidas en aspectos fisiológicos de las plantas y sus respuestas al estrés, manejo in vivo y adaptación posterior al rescate y traslado a los nuevos hospederos.

El objetivo de este documento es dar a conocer las diferentes metodologías puestas en marcha en el país y la presentación de un protocolo para el rescate, traslado y monitoreo de epífitas vasculares, en donde autores y empresas como Fotosíntesis Colombia (2012; 2017), Valencia (2013), Benavides (2015), Baquero-Rojas, Molina-García, & Sierra-Giraldo (2016; 2017) y Sierra-Giraldo & Giraldo-Pamplona (2017; 2018) han servido para establecer las bases del presente capítulo.

# PROTOCOLO

A continuación, se describe el protocolo, el cual se divide en tres apartados: rescate, traslado y monitoreo. Posteriormente, se hacen algunas observaciones sobre las lecciones aprendidas durante la realización de estas actividades.

## RESCATE

El rescate de epífitas se puede realizar empleando cuatro métodos diferentes; 1) cuando el árbol hospedero está en pie, desprendiendo manualmente las epífitas vasculares que estén al alcance de los técnicos, operarios y/o profesionales dispuestos para esta labor; usualmente son alturas inferiores a 3 m; 2) por medio del uso de cortaramas o desjarretadera, para aquellas epífitas ubicadas en estratos entre los 3-12 m altura; 3) implementando ascenso a dosel, para aquellas plantas que estén en el tronco y dosel del árbol, que sean sensibles a daños mecánicos y que requieran un retiro manual; y 4) durante las actividades de aprovechamiento forestal, cuando el árbol hospedero haya caído y se pueda acceder a todos los estratos verticales para realizar la extracción de las epífitas (Tabla 1). Para llevar a cabo estos métodos se seguirán los condicionantes de riesgo, tiempo y efectividad:

**Riesgo.** Bajo: cuando no se presentan condiciones inseguras de trabajo. Medio: cuando se presentan condiciones inseguras de trabajo como la caída de ramas y árboles. Alto: cuando se presentan condiciones inseguras de trabajo como la caída desde alturas superiores a 1,5 m.

**Tiempo.** Bajo: cuando el rescate de epífitas en un árbol puede durar máximo 30 minutos. Medio: cuando el rescate de epífitas en un árbol puede durar entre 1 a 2 horas. Alto: cuando el rescate de epífitas en un árbol puede tardar 3 horas o más.

**Efectividad.** Baja: cuando se logra rescatar menos del 50% de las epífitas del árbol. Media: cuando se logra rescatar entre el 50% y el 80% de las epífitas del árbol. Alta: cuando se logra rescatar más del 80% de las epífitas del árbol.

**Tabla 1.** Métodos para el rescate de epífitas vasculares.

| Método de rescate             | Riesgo | Tiempo | Efectividad | Observaciones   |
|-------------------------------|--------|--------|-------------|---|
| Manual                        | Bajo   | Bajo   | Alta        | Este método se recomienda previo a las actividades de aprovechamiento forestal. La efectividad de este método es alta; sin embargo, se limita a los estratos bajos del árbol.   |
| Desjarretadera y/o cortaramas | Bajo   | Medio  | Media       | Utilizar esta herramienta evitando causar heridas a las epífitas que se van a rescatar, por lo que no se recomienda para individuos de tamaños pequeños como <i>Lepanthes</i> spp., <i>Trizeuxis</i> spp. <i>Stelis</i> spp.                                  |
| Ascenso a dosel               | Alto   | Alto   | Alta        | Este es el método más efectivo respecto al cuidado de las epífitas; sin embargo, requiere mayor tiempo y otra logística, relacionada a prácticas seguras en el marco de trabajo en alturas.   |
| Árbol caído                   | Medio  | Medio  | Media       | Este es el método más efectivo en términos de tiempo y cantidad de epífitas a rescatar; sin embargo, muchas de las epífitas sufren daños mecánicos debido a la caída del árbol posterior a la tala, lo que no garantiza su recuperación <i>a posteriori</i> . |

Debido a que algunos individuos no cuentan con condiciones fitosanitarias adecuadas o porque son muy abundantes, se implementan algunos criterios de selección (Tabla 2) los cuales serán estipulados por la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos del MADS, lo cual puede ser evidenciado en las múltiples resoluciones de levantamiento de veda publicadas en la página web de dicho Ministerio.

Posterior al rescate, las epífitas deben ser dispuestas en canastas plásticas o de madera, para ser transportadas y ser etiquetadas con números consecuti-

vos por cada sitio de rescate (Figura 1), para luego ser reubicadas en bosques aledaños, los cuales deberán contar con características ecológicas similares a los bosques intervenidos. Se recomienda utilizar etiquetas plásticas, ya que estas perduran en el tiempo y pueden ser remarcadas fácilmente de ser necesario.

Existen dos sitios a donde las epífitas pueden ser llevadas, uno es denominado epifitario (Fotosíntesis Colombia, 2012) y el otro es denominado vivero de acopio temporal (Baquero-Rojas, Molina-García, & Sierra-Giraldo, 2016).

**Tabla 2.** Algunos de los criterios utilizados en el rescate de epífitas.

| Diversidad/Rareza  | Fitosanitario  | Reproductivo   | Senescencia   |
|--|--|--|---|
| Prima el hecho de rescatar un mayor número de especies que un mayor número de individuos, con el propósito de tener una mejor representatividad en términos de diversidad. O por el contrario, debido a la rareza o sensibilidad de la especie, se puede dar prioridad en recolectar un mayor número de individuos, con énfasis en la zona, cobertura, hábitat o ecosistema. | Se debe verificar que los individuos seleccionados no estén siendo atacados por alguna plaga o tengan presencia de hongos, bacterias u otros organismos que pueden causar su mortalidad y además, ser agentes de contaminación para los demás individuos rescatados. | Se rescatarán individuos de la familia Bromeliaceae que aún no hayan desarrollado su escapo floral, esto teniendo en cuenta que, al llegar a la etapa reproductiva, se encuentran próximas a finalizar su ciclo de vida (esto aplica para las especies monocápicas). | Para evitar altos índices de mortalidad de los individuos rescatados, se escogen aquellos que no estén en un estado avanzado de desarrollo, debido a que los individuos senescentes pierden la capacidad de adaptarse al nuevo hospedero. |



**Figura 1.** Rescate de epífitas vasculares. **A.** Desprendimiento de la epífita del árbol hospedero; **B.** Acopio en canastas; **C.** Transporte desde los sitios de afectación al epifitario o vivero de acopio temporal; **D.** Etiquetado.

### Traslado

Esta actividad debe estar previamente concertada con la autoridad ambiental competente, quienes aprobarán la localización propuesta por el solicitante del levantamiento de veda nacional para el lugar de readaptación o epifitario. El área propuesta para establecer el epifitario debe contar con una carac-

terización biofísica en términos de las condiciones bióticas (composición de especies de árboles forófitos y de especies epífitas en veda, estructura de la vegetación) y abióticas (precipitación, temperatura, humedad relativa), las cuales deben ser similares al sitio inicialmente intervenido por la realización del proyecto. Idealmente, deberá ubicarse dentro de



la misma cuenca, zona de vida y/o bioma del lugar de afectación. El epífitario, deberá ser caracterizado a nivel forestal, para así conocer y elegir los árboles que servirán como hospederos. Cada árbol será georreferenciado y etiquetado con el fin de hacer el seguimiento. De igual manera, se recomienda que los nuevos hospederos sean de la misma especie o con características similares a los originalmente intervenidos y de los cuales se realizó el rescate de epífitas vasculares, por lo tanto, estos debieron ser identificados taxonómicamente previo o durante las actividades de tala, además, los nuevos hospederos cuenten con un buen estado fitosanitario, así como suficiente espacio para ubicar las nuevas epífitas (capacidad de carga).

Los individuos rescatados serán ubicados en los hospederos con la ayuda de fibras naturales que se descompongan con el tiempo y de esta manera evitar residuos que contaminen. En este sentido, se recomienda la utilización de fibras tipo franela, ya que han demostrado ser las más adecuadas para estas actividades. Los amarres se deben realizar según el tamaño y forma de las plantas (Figura 2 C). En lo posible, las epífitas serán ubicadas en las bases de las ramas y troncos de los árboles tratando de igualar las condiciones iniciales del lugar de extracción. Géneros como *Racinaea* (Bromeliaceae) o *Scaphyglottis* (Orchidaceae), son sensibles a la humedad del sotobosque, por lo que preferiblemente se deben ubicar en los estratos más altos del árbol, o en áreas periféricas del epífitario. El profesional que realice las actividades de rescate, deberá tener en cuenta la zona del árbol donde estaba ubicada la epífita. Una vez ubicada la epífita vascular en su nuevo árbol hospedero, se deberá realizar el primer riego con hormonas para estimular el crecimiento de raíces y hojas (Figura 2 D).

Diversos aspectos de carácter logístico se deben tener presentes en el desarrollo de las medidas de manejo de rescate y traslado; esto implica definir el personal idóneo para su ejecución, puntos de acopio y transporte, hospederos donde se realizará la reubicación, entre otros. Estas actividades se planificarán antes de comenzar con la remoción de cobertura vegetal y descapote.



**Figura 2.** Traslado de epífitas vasculares. **A-C.** Amarre de epífitas vasculares al nuevo forófito u árbol hospedero. **D.** Riego inicial, posterior al amarre sobre el nuevo árbol hospedero.

## MONITOREO Y MANTENIMIENTO

Consisten en actividades para el suministro de riego, control fitosanitario y registros en la evolución de las plantas rescatadas que posteriormente son trasladadas a nuevos hospederos. Estos datos deben registrarse en un formato de campo durante el tiempo de adaptación de estas plantas al nuevo hábitat (Tabla 3). Generalmente, al otorgar la Resolución de levantamiento de veda nacional, la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos del MADS exige un monitoreo y mantenimiento de tres años.

Estas actividades se inician prácticamente desde el momento del amarre de la epífita al nuevo árbol hospedero. Los riegos en lo posible se deben realizar con agua lluvia y en algunos casos se deben aplicar fertilizantes foliares y hormonas para el enraizamiento, con el fin de mantener la hidratación y condiciones adecuadas en las plantas trasladadas. Se debe prestar especial cuidado con el exceso de agua en las raíces ya que podría generar pudrición y muerte. El profesional responsable de estas actividades debe evaluar si realiza o no los riegos, dependiendo las condiciones climáticas locales y la humedad evidenciada en los individuos trasladados.

Durante las primeras semanas posteriores al traslado, las epífitas se encuentran en un estado de alto estrés, por lo tanto, requieren mayor atención. Una vez se trasladan al epifitario, estas plantas suelen desprenderse de sus nuevos hospederos, por este motivo, se deben adecuar constantemente mejoras de amarres y cambio en las fibras (Sierra-Giraldo & Giraldo-Pamplona, 2017). Las actividades de moni-

toreo y mantenimiento deben realizarse mínimo durante tres años, preferiblemente con periodicidad quincenal durante los primeros seis meses y mensual a partir del sexto mes hasta alcanzar el primer año. El segundo año se puede revisar de manera trimestral y el tercer año semestral; sin embargo, será la autoridad ambiental conjuntamente con el ejecutor quienes acuerden estos tiempos.

**Tabla 3.** Algunos estados fenológicos reproductivos y fitosanitarios a tener en cuenta durante el monitoreo. SF: Sin flor. IF: Inicio de floración. FL: Floración. FR: Fructificación sin dehiscencia. FR-D: Fructificación con dehiscencia. B: Buen estado fitosanitario. M: Mal estado fitosanitario. MT: Individuo muerto.

| Estados fenológicos reproductivos |    |    |    |      | Estados fitosanitarios |   |    |
|-----------------------------------|----|----|----|------|------------------------|---|----|
| SF                                | IF | FL | FR | FR-D | B                      | M | MT |

Con relación al estado fitosanitario, se considera malo (M) cuando el individuo presenta enfermedades, hongos, pudrición, bacterias, pérdida excesiva de hojas, y se considera muerto (MT) cuando el individuo cesa su actividad metabólica basada en los procesos fotosintéticos y se seca por completo, evidenciándose principalmente en el área foliar. Se

recomienda evaluar en cada monitoreo la aparición de raíces nuevas y la presencia de visitantes florales. Por otro lado, se debe registrar cuáles individuos ya no necesitan más las fibras de amarre, debido a que se han adherido completamente al forófito hospedero (Figura 3, Tabla 3).



**Figura 3.** Epífitas en diferentes estados fitosanitarios. **A.** Buen estado; **B-C.** Mal estado; **D.** Muerta.

## Experiencias en Colombia

En la Tabla 4 se presentan algunas experiencias de rescate y traslado de epífitas realizadas en el país en diferentes altitudes, ecosistemas y coberturas.

**Tabla 4.** Implementación de medidas de manejo de rescate, traslado y monitoreo de epífitas vasculares en cuatro proyectos en el país.

| Región              | Departamento | Altitud (msnm) | Cobertura                   | Ha | Ind  | % Sup | T  |
|---------------------|--------------|----------------|-----------------------------|----|------|-------|----|
| Andes <sup>1</sup>  | Cundinamarca | 2000           | Bosque denso                | 13 | 1477 | 88,1  | 24 |
| Andes <sup>2</sup>  | Tolima       | 2500           | Bosque denso                | 14 | 1386 | 100   | 7  |
| Andes <sup>3</sup>  | Cundinamarca | 2700           | Red vial y Pastos arbolados | 96 | 673  | 100   | 4  |
| Caribe <sup>3</sup> | Atlántico    | 85             | Pastos arbolados            | 5  | 1331 | 100   | 6  |

Donde: Ha. Área de afectación en hectáreas. Ind: Número de individuos de epífitas vasculares trasladadas, %Sup: Porcentaje de supervivencia, T: Tiempo de monitoreo en meses. Fuente: <sup>1</sup>Sierra-Giraldo & Giraldo-Pamplona, (2017), <sup>2</sup>Sierra-Giraldo & Giraldo-Pamplona, (2018), <sup>3</sup>Baquero-Rojas, Molina-García, & Sierra-Giraldo, (2016).

## RECOMENDACIONES

Esta síntesis constituye una visión general para la estandarización y divulgación de un protocolo para el rescate, traslado y monitoreo de epífitas vasculares en el territorio colombiano.

Usualmente, dentro de las actividades de rescate y traslado, otras familias botánicas epífitas, tales como Gesneriaceae, Piperaceae, Araceae o helechos epífitos (Pteridófitos y Licófitas) suelen registrarse, por este motivo, se recomienda incluirlas dentro de las medidas de rescate, traslado y monitoreo, pues a pesar que estas familias no están consideradas en veda nacional, son un componente importante en los ecosistemas (Mayo, Bogner, & Boyce, 1997; Moran, Klimas & Carlsen, 2003; Zotz & Andrade, 2002).

Es importante conocer previamente el comportamiento del clima en los lugares de traslado definitivo de las plantas, dado que los estados fenológicos reproductivos y fitosanitarios de las epífitas vasculares tienen relación directa con la precipitación, humedad y temperatura de la zona, por lo que es necesario asegurar que estas variables sean similares a las de las zonas de rescate.

Se recomienda adaptar este protocolo a las condiciones del proyecto en particular, debido a que en algunos casos no es necesario realizar los riegos programados, ya que los proyectos se realizan en zonas húmedas, por lo que esta actividad puede causar pudrición en los tejidos si se realiza en exceso.

Es urgente y necesario para cada proyecto en particular, consolidar una plataforma de información única que integre y visibilice el esfuerzo y la localización de las plantas rescatadas y trasladadas una vez concluya la etapa de campo, con el propósito de cerrar vacíos geográficos de información, mejorar el conocimiento de gradientes ecológicos de distribución y canalizar esfuerzos de conservación de estos grupos de plantas en todo el territorio nacional.

Como se presenta en la Tabla 4, siguiendo la metodología propuesta en este protocolo se han alcanzado altos porcentajes de supervivencia en diferentes proyectos, así se demuestra su efectividad; sin embargo, este documento se trata de una generalización y siempre se debe tener en cuenta que cada proyecto tiene su particularidad. En este sentido, el presente protocolo es susceptible a adaptaciones, en donde cada profesional deberá elegir cuál es el método y los materiales más efectivos dependiendo de las condiciones ambientales de la zona a trabajar.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Epífita:** planta que crece sobre los árboles, pero no les causa ningún daño. Ejemplo: guiches, quiches, orquídeas, anturios. No se deben confundir con las plantas parásitas.

**Epifitario:** sitio con características similares a los bosques de rescate y donde se hará el traslado definitivo de las epífitas.

**Estado fenológico reproductivo:** son ciclos de la planta que van desde el inicio de la floración hasta la fructificación, los cuales varían en el tiempo.

**Estado fitosanitario:** se refiere a las condiciones de salud de la planta, las cuales pueden cambiar dependiendo de la presencia o ausencia de plagas y enfermedades.

**Monocárpica:** dicho de una planta, que florece solo una vez para después morir. Son monocárpicas las anuales, las bienales y algunas perennes.

**Vivero de acopio temporal:** lugar que se tiene como alternativa en caso de no haber definido el epifitario. Este sitio de acopio temporal debe tener las condiciones adecuadas para la supervivencia de las epífitas rescatadas y allí se realizarán actividades de mantenimiento. Se recomienda tener las plantas en este lugar por un periodo inferior a dos meses.

# BIBLIOGRAFÍA

- Baquero-Rojas, J.C., Molina-García, L.A. & Sierra-Giraldo, J.A. (2016). Observaciones preliminares de actividades de rescate y traslado de epífitas en un bosque altoandino y un bosque seco: 156. En: Libro de resúmenes del Congreso Colombiano de Ecología 2016. Retos actuales de la ecología en un país megadiverso. Arasarí Conservación e Investigación, Bogotá. En línea: <https://www.arasari-ci.com/congreso-ecologia>
- Baquero-Rojas, J.C., Molina-García, L.A. & Sierra-Giraldo, J.A. (2017). Rescate y traslado de epífitas vasculares en un bosque altoandino y un bosque seco en Colombia. 460. (en) Memorias del IX Congreso Colombiano de Botánica. Ciencia en Desarrollo (suplemento especial), Tunja. Colombia. En línea: [https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia\\_en\\_desarrollo/article/view/7259](https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia_en_desarrollo/article/view/7259)
- Bernal, R., Gradstein, S.R. & Celis, M. (2015). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Obtenido de Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia: Bogotá. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>
- Betancur, J., H. Sarmiento-L., Toro-González, L. & Valencia, J. (2015). Plan para el estudio y la conservación de las orquídeas en Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 336 pp.
- CEPAL, N. (2018). Alianza estratégica entre la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y el Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) de Alemania. 53 p.
- Fotosíntesis Colombia. (2012). Proyecto Oleoducto Bicentenario. Guía ilustrada de las plantas epífitas del tramo Araguaey-Banadía. Bogotá. 116 pp.
- Fotosíntesis Colombia. (2017). Epifitario, un jardín dentro del Bosque. Bogotá. 114 pp.
- INDERENA (1977). Resolución No. 213 de febrero de 1977 por la cual se establece veda para algunas especies y productos de la flora silvestre. Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables –INDERENA–. Bogotá.
- MAVDT (2010). Ministerio de Ambiente, vivienda y desarrollo territorial. Decreto 2820 de 2010. Por el cual se reglamenta el título VIII de la ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.

- Mayo, S.J., Bogner, J. & Boyce, P. (1997). The Genera of Araceae. Trustees, Royal Botanical Gardens, Kew.
- Moran, R., Klimas, S. & Carlsen, M. (2003). Low-Trunk epiphytic ferns on tree ferns versus Angiosperms in Costa Rica I. *Biotropica*, 35 (1): 48-56.
- Reina-Rodríguez, G.A. (2016). Aportaciones al conocimiento de las orquídeas del Bosque Seco Tropical y escenarios de cambio climático en Colombia. Disertación de tesis de doctorado. Facultad de Biología, Departamento de Biología Evolutiva, Ecología y Ciencias Ambientales, Universidad de Barcelona. Barcelona, España. 278 pp.
- Reina-Rodríguez, G.A., Rubiano, J., Castro, F.A & Soriano, I. (2017) Orchids distribution and bioclimatic niches as a strategy to climate change in areas of tropical dry forest in Colombia. *Lankesteriana*, 17(1): 17-47.
- Reina-Rodríguez, G.A. (2019). ¿Extinciones locales, realidad o fantasía? El caso de las orquídeas del Valle del río Cauca, Sur Occidente de Colombia. *Lankesteriana*. En prensa.
- Sierra-Giraldo, J.A. & Giraldo-Pamplona, W. (2017). Rescate, traslado y monitoreo de epífitas vasculares (Araceae, Bromeliaceae y Orchidaceae) en bosques altoandinos de la Región del Guavio (Cundinamarca). *Ciencia en Desarrollo (suplemento especial)*, 163.
- Sierra-Giraldo, J.A. & Giraldo-Pamplona, W. (2018). *Inclusión de Araceae en las estrategias de manejo ambiental en Colombia: rescate y traslado de epífitas*. Quito: Memorias del XII Congreso Latinoamericano de Botánica. Pág. 154-155. En línea: [http://clb2018.org/wp-content/uploads/2018/10/memorias\\_congreso\\_xii\\_botanica\\_2018.pdf](http://clb2018.org/wp-content/uploads/2018/10/memorias_congreso_xii_botanica_2018.pdf).
- Valencia, M.A. (2013). Evaluación del traslado de epífitas vasculares, como estrategia de conservación en el municipio de Aguazul, departamento del Casanare (estudio preliminar). Tesis, Universidad Católica de Manizales. Colombia.
- Wilson, M., Zhao, K., Hampson, H., Chang, M., Reina-Rodríguez, G.A. & Niessen, A. (2019). Hidden in plain sight: a new species of *Pleurothallis* (Orchidaceae: Pleurothallidinae) in subsection *Acroniae* from Cauca, Colombia previously misidentified as *Pleurothallis luctuosa*. *Lankesteriana* (in press).
- Zuleta, D., Benavides, A, M., López-Ríos, V & A. Duque. (2016). Local and regional determinants of vascular epiphyte mortality in the Andean mountains of Colombia. *J Trop Ecol.*, 104 (3): 841-849.
- Zotz, G. & Andrade, J.L. (2002). La ecología y la fisiología de las epífitas y las hemiepífitas. En M. Guariguata & G. Kattan, *Ecología y conservación de Bosques*. Cartago, Costa Rica. 271- 296 pp.

# OTROS RECURSOS EN LÍNEA

- Ahumada, O. (2018). Los 2.000 barriles que transformaron la vida y la economía del país. El Tiempo. <https://www.eltiempo.com/economia/sectores/como-fue-el-inicio-de-la-industria-petrolera-en-colombia-213738>
- Benavides, J.C. (2015). Proceso de rescate de plantas epífitas de un bosque en Colombia. En: TvAgro, Juan Gonzalo Ángel. Acceso: 04 de abril de 2018 en: <https://www.youtube.com/watch?v=L59pwY-DEQo>
- SAI -Sociedad Antioqueña de Ingenieros y Arquitectos-. (2017). Juan Ernesto Vélez, vías en concreto en Colombia: de la mano con la competitividad del país <https://www.sai.org.co/noticias-inicio/392-juan-ernesto-velez-vias-en-concreto-en-colombia-de-la-mano-con-la-competitividad-del-pais>





# CAPÍTULO 5

# CATÁLOGO DE LAS ORQUÍDEAS

# DE ALGUNOS BOSQUES

# DE AGUAZUL



**MANRIQUE-VALDERRAMA, NAISLA TATIANA<sup>1,2</sup>, GIL-LEGUIZAMÓN, PABLO ANDRÉS<sup>1</sup>,  
ARÉVALO-CAMARGO, JUAN DAVID<sup>1,3</sup>, MORALES-PUENTES, MARÍA EUGENIA<sup>1</sup>,  
FARFÁN CAMARGO, JULIÁN CAMILO<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Grupo Sistemática Biológica (SisBio), Herbario UPTC, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Boyacá.

<sup>2</sup>Grupo Sistemática Biológica (SisBio), Maestría en Ciencias Biológicas, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

<sup>3</sup>Laboratorio de Ecología Evolutiva del Comportamiento. Maestría en Ciencias Biológicas. Universidad de Chile.

<sup>4</sup>Independiente.

# INTRODUCCIÓN

Las epífitas (griego *epi*= "sobre", *phyte*= "planta") son plantas que crecen sobre otras plantas, adheridas principalmente a troncos, ramas de árboles y arbustos (Granados, López, Hernández & Sánchez, 2003). Se encuentran en casi todos los ambientes, excepto en lugares muy perturbados y contaminados. Dichas plantas, en los bosques tropicales contribuyen con el 25% de las especies, y representan hasta la mitad de la abundancia (Wolf, 1994), siendo significativos por la biomasa que acumulan (Benzing, 1990).

Las epífitas son importantes en el ciclo de nutrientes y desempeñan una significativa influencia sobre la fauna, ya que proveen refugio y alimento a insectos, ácaros, crustáceos, moluscos, anfibios e incluso pequeños mamíferos (Gravendeel, Smithson, Sliki & Schuiteman, 2004; Wolf, 2003). Los hábitos de crecimiento de las epífitas han implicado una serie de relaciones adaptativas, estrechamente vinculados con sistemas de polinización especializados (Gravendeel, Smithson, Sliki & Schuiteman, 2004).

De este modo, las epífitas crecen lentamente y tardan años en florecer. Sin embargo, estas plantas en condiciones climáticas extremas, como en los períodos secos pronunciados, igualmente, puede no darse la floración, razón por la cual diseñan formas de multiplicarse o reproducirse; algunas epífitas desarrollaron estrategias de reproducción asexual, necesarias para el florecimiento en condiciones desfavorables (Granados *et al.*, 2003).

La gran variedad de formas de epífitas vasculares, son el resultado de procesos evolutivos como respuesta a la interacción con la diversidad de visitantes como: insectos (abejas, abejorros, cucarrones, avispas y mariposas) y aves (colibríes), que actúan como polinizadores, ya que obtienen recompensa como polen, néctar, pétalos, sépalos, o exudados, como fuente alimenticia y que conllevan a posteriores procesos de polinización y fecundación floral exitosa (Singer, 2009).

La familia Orchidaceae es uno de los grupos más ricos y diversos del país (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – Minambiente – y Universidad Nacional de Colombia – UNAL, 2015; Castellanos-Castro & Torres-Morales, 2018a; 2018b); por lo anterior, la diversidad y ecología de orquídeas en Colombia, se ve favore-

cida por la multiplicidad de los ecosistemas y hábitats presentes en el territorio nacional, de esa forma, el Minambiente y la UNAL (2015), registraron un total de 4.270 especies, en 274 géneros; con datos de distribución geográfica y altitudinal, determinaron la existencia de 3.285 especies, con mayor concentración en la región Andina con el 77.38% (2.542 especies), Pacífica con el 16.23% (533) y para la Orinoquía se encuentra hasta tal fecha la presencia del 4.35% (143).

Así también, el Minambiente y UNAL (2015), indican que existe un 37.02% de especies endémicas del total para Colombia, es decir, 1.216 especies; de ellas 15 son endémicas para la Orinoquía y corresponden al 0.46%; al momento se tiene un estimativo de 151 especies de orquídeas en algún grado de amenaza (4.6%), de ello corresponden tres especies para la Orinoquía, es el 0.1%.

Uno de los factores que influye en la diversidad y el desarrollo de las epífitas vasculares, es su relación con el árbol hospedero; según Engwald, Schmitt-Neuerburg & Barthlott (2000), existe una mayor posibilidad de encontrar comunidades epifíticas numerosas y estables, entre más viejo sea el hospedero. No obstante, estas afirmaciones continúan en estudio. Otros factores son las propiedades de la corteza, como la porosidad, componentes químicos, la altura, la textura, así como características ambientales (humedad, temperatura e intensidad del viento, entre otros), que en conjunto permiten el establecimiento de las semillas y facilitan el posterior desarrollo en el forófito (Benzing, 1990; Krömer, Kessler & Herzog, 2006).

En este capítulo se describen 14 especies de orquídeas, registradas en tres bosques de las veredas Cupiagua y El Triunfo, del municipio de Aguazul.

## METODOLOGÍA

Consistió en la caracterización de las epífitas vasculares presentes en los bosques. Las halladas fueron determinadas al máximo nivel taxonómico posible (género o especie) según la presencia de estructuras reproductivas (flores y frutos). Para cada especie se describe la morfología, distribución y ecología, categoría de amenaza, estrategia reproductiva, visitantes florales y fenología.

La fenología fue registrada a partir de los periodos de floración y fructificación de las orquídeas en los bosques, esta actividad se realizó por dos años con monitoreos semanales; para cada individuo se registró el número de flores por inflorescencia, así como, frutos maduros por infrutescencia. Los registros de visitantes florales se realizaron a partir de observaciones directas sobre las orquídeas.

# RESULTADOS

Se realizó el seguimiento y monitoreo a 14 especies en 12 géneros, correspondientes a 33 individuos. *Dichaea ancoraelabia* es la más abundante (12 individuos) seguida de *Scaphyglottis livida* (4), las restantes especies están representadas con uno o dos individuos (Tabla 1).

**Tabla 1.** Lista de orquídeas monitoreadas en los bosques de las veredas Cupiagua y El Triunfo del municipio de Aguazul (Casanare).

| Género               | Especie   | Número de individuos |
|----------------------|---|----------------------|
| <b>Catasetum</b>     | <i>Catasetum callosum</i> Lindl.  | 1                    |
|                      | <i>Catasetum macrocarpum</i> Rich. ex Kunth.                            | 1                    |
| <b>Cynoches</b>      | <i>Cynoches chlorochilon</i> Klotzsch.                                  | 2                    |
| <b>Dichaea</b>       | <i>Dichaea ancoraelabia</i> C. Schweinf.                                | 12                   |
| <b>Dimerandra</b>    | <i>Dimerandra emarginata</i> (G. Mey.) Hoehne.                          | 1                    |
| <b>Encyclia</b>      | <i>Encyclia leucantha</i> Schltr.                                       | 2                    |
| <b>Heterotaxis</b>   | <i>Heterotaxis equitans</i> (Schltr.) Ojeda & Carnevali.                | 2                    |
| <b>Maxillaria</b>    | <i>Maxillaria bolivarensis</i> C. Schweinf.                             | 1                    |
| <b>Mormodes</b>      | <i>Mormodes buccinator</i> Lindl.                                       | 1                    |
| <b>Prosthechea</b>   | <i>Prosthechea aemula</i> (Lindl.) W.E. Higgins.                        | 2                    |
|                      | <i>Prosthechea chacaoensis</i> (Rchb. f.) W.E. Higgins                  | 1                    |
| <b>Scaphyglottis</b> | <i>Scaphyglottis livida</i> (Lindl.) Schltr.                            | 4                    |
| <b>Trichocentrum</b> | <i>Trichocentrum carthagenense</i> (Jacq.) M.W. Chase & N. H. Williams. | 2                    |
| <b>Trigonidium</b>   | <i>Trigonidium acuminatum</i> Bateman ex Lindl.                         | 1                    |

A continuación, se describen las características morfológicas y de comportamiento reproductivo de cada epífita vascular:

## ***Catasetum callosum* Lindl.**

**Familia:** Orchidaceae

**Subfamilia:** Epidendroideae

**Tribu:** Cymbidieae

**Subtribu:** Catasetinae

**Morfología:** epífita de 65 cm de altura. Pseudobulbo cilíndrico a cónico. Hojas caducas. Inflorescencias en racimo que nacen de la base de los pseudobulbos, erectas o péndulas. Flores unisexuales; las masculinas con un par de apéndices en la columna, que, al contacto, proyectan las polinias hacia delante, pétalos lineares a oblongo lanceolados, sépalos laterales reflexos u oblicuos; las femeninas con labelo cóncavo, pétalos y sépalos rosados a rojos, labelo amarillento con manchas moradas en toda su extensión. Frutos tipo cápsula, inmaduros verdes claro, maduros amarillentos. Semillas dispersadas por el viento (Figura 1).



**Figura 1.** *Catasetum callosum* Lindl. **A.** Detalle de la flor, labelo de color rojizo oscuro con tonalidades verdes; **B.** Bulbos de la planta, parte apical o superior donde nacen las hojas; **C.** Forma de crecimiento epífita.

**Distribución y ecología:** se encuentra al norte de Suramérica. En Colombia en los departamentos de Arauca, Boyacá, Casanare y Meta. En el área de estudio no es frecuente, crece en interior de bosque, sobre arbustos de *Erythroxylum macrophyllum* Cav. en las primeras ramificaciones, o bajo la sombra de árboles como *Clusia* cf. *columnaris* Engl.

**Categoría de amenaza:** no evaluada (NE), Cites II (Calderón-Sáenz, 2006; Betancur, Sarmiento, Toro-González & Valencia, 2015).

**Fenología:** floración masculina entre octubre y noviembre (con cuatro flores por inflorescencia).

El periodo de floración está condicionado por la temperatura y precipitación, los meses de octubre y noviembre están relacionados con el periodo de época seca. Este comportamiento fenológico semeja el comportamiento de *C. rectangulare*, que presenta floración de junio-agosto y noviembre-marzo, meses de bajas precipitaciones en la Orinoquía (Bonilla, Otero, Durán & Díaz, 2013).

**Estrategia reproductiva:** la mayoría de las especies de *Catasetum* pueden presentar flores hermafroditas, en ellas, la cavidad estigmática es similar a las flores masculinas, pero sin viscidio, por tanto, no se adhieren los polinios. En algunos casos las flores femeninas presentan anteras rudimentarias sin función, pueden ser muy pequeñas y cortas o muy largas, pero no se igualan al tamaño de las flores masculinas. Estas flores no se autopolinizan, y requieren polinizadores externos como abejas y abejorros (Romero, 2012).

**Visitantes florales:** algunos visitantes y polinizadores de especies de *Catasetum* se relacionan principalmente con abejas euglosinas masculinas (*Eulaema* y *Euglossa*) (Milet-Pinheiro & Gerlach, 2017), las cuales buscan y recolectan fragancias florales (Gerlach, 2013).

### ***Catasetum macrocarpum* Rich. ex Kunth**

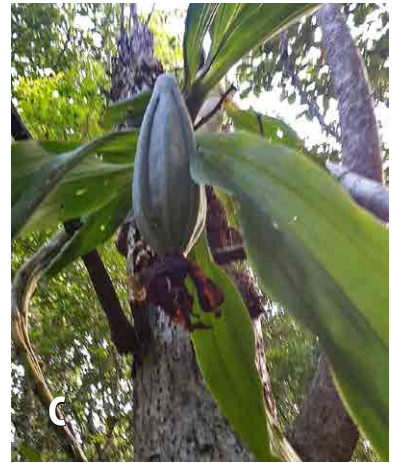
**Familia:** Orchidaceae

**Subfamilia:** Epidendroideae

**Tribu:** Cymbidieae

**Subtribu:** Catasetinae

**Morfología:** epífita hasta de 130 cm de altura. Pseudobulbo cilíndrico a cónico. Hojas caducas. Inflorescencias en racimo que emergen de la base de los pseudobulbos, erectas o péndulas. Flores unisexuales verde amarillentas, dimórficas. Al igual que en *C. callosum*, las flores masculinas tienen un sofisticado mecanismo (un par de apéndices en la columna) que al ser tocado proyecta las polinias hacia delante (Figura 2). El labelo de las flores femeninas es fuertemente cóncavo (Figura 3). Frutos en cápsula, inmaduros verdes claro, maduros amarillentos. Semillas dispersadas por el viento.



**Figura 2.** Flores masculinas de *Catasetum macrocarpum* Rich. ex Kunth. **A.** Disposición de la inflorescencia en racimo; **B.** Detalle de la columna de la flor; **C.** Fruto en cápsula.





**Figura 3.** Flores femeninas de *Catasetum macrocarpum* Rich. ex Kunth. **A.** Detalle de flor con labelo cóncavo; **B.** Forma de crecimiento epífita con presencia de bulbos que forman el talo; **C.** Inflorescencia con menor número de flores respecto a la inflorescencia masculina.

**Distribución y ecología:** se encuentra en el norte de Suramérica. En Colombia en los departamentos de Arauca, Caquetá, Casanare y Vaupés. No es frecuente en la zona de estudio, crece sobre árbol de *Siparuna* sp., en las primeras ramificaciones, a 3.1 m del suelo. El forófito es de corteza lisa con depresiones pequeñas como lenticelas.

**Categoría de amenaza:** no evaluada, Cites II (Calderón-Sáenz, 2006; Betancur et al., 2015).

**Fenología:** *C. macrocarpum* florece en las temporadas de julio a agosto y de octubre a noviembre, en cada inflorescencia se desarrollan de tres a seis flores. En la época de lluvias (julio-agosto) se pueden desarrollar flores femeninas, mientras en la transición a la época seca son abundantes las masculinas (octubre-noviembre). Según Greg (1982) y Bonilla et al. (2013), el fenómeno de variación sexual en la misma planta está relacionado con la variabilidad climática (incluida la intensidad lumínica), a mayor

luminosidad la especie desarrolla flores masculinas, y estos factores son determinantes en el dimorfismo sexual en *Catasetum*.

**Estrategia reproductiva:** requiere de un vector externo de polinización (abejas), aunque pueden desarrollar flores hermafroditas, estas pueden no ser funcionales para autopolinización (Romero, 2012).

**Visitantes florales:** es visitada por abejas euglosinas de los géneros *Euglossa* y *Eulaema* (van der Cingel, 2001), las cuales pueden realizar vuelos estáticos (dos o tres segundos), o posarse sobre la columna o el labelo para facilitar la recolecta de perfumes florales. Durante la visita a las flores masculinas, las abejas se pueden llevar las polinias, las cuales pueden depositarse en el estigma de una flor femenina.

Según Carvalho & Machado (2002), mientras las abejas euglosinas rascan la superficie interna del labelo en flores estaminadas, podrían tener contacto con una o ambas anteras florales, de esta manera se efectúa la expulsión del polinario, el cual se adjunta al tórax de la abeja gracias al pegamento del viscidium. De esta forma, las euglosinas se convierten en potenciales polinizadores de flores femeninas de *C. macrocarpum*. Después de reunir aromas, estas abejas revolotean en las flores para transferir gases volátiles de la parte anterior hasta la posterior de las patas.

### ***Cynoches chlorochilon* Klotzsch**

**Familia:** Orchidaceae

**Subfamilia:** Epidendroideae

**Tribu:** Cymbidieae

**Subtribu:** Catasetinae

**Morfología:** epífita hasta 140 cm de altura. Pseudobulbos cilíndricos a cónicos envueltos por cubiertas no foliáceas. Hojas 4-7, lanceoladas, plegadas, caducas y envuelven el pseudobulbo. Inflorescencia axilar de 20-30 cm de longitud; flores masculinas en racimo con 8-12 por inflorescencia, pétalos y sépalos verde brillante, labelo con un callo prominente verde oscuro en la base. Labelo entero, blanquecino y con proyecciones en forma de dedos. Columna alargada y delgada, un clinario con dos proyecciones bajo las cuales se encuentra el polinario; flores femeninas con ovario bien desarrollado y conspicuo (Figura 4). Fruto en cápsula con quillas a lo largo de este, flor marchita persistente en el ápice del fruto (Gerlach, 2013).



**Figura 4.** Orquídea *Cycnoches chlorochilon* Klotzsch. **A.** Inflorescencia en racimo péndula, crece en la parte inferior de las hojas; **B.** Epífita sobre el tronco de árboles; **C.** Flor con labelo blanco crema y tonalidad amarillo, columna con forma de cuello de cisne.

**Distribución y ecología:** en América desde Panamá hasta Venezuela; en Colombia en los departamentos de Antioquia, Arauca, Casanare, Magdalena y Norte de Santander. Es una de las especies de *Cycnoches* mejor comercializada debido al gran tamaño de su flor y su coloración verde que contrasta con el labelo blanco con un callo verde oscuro. A su vez, se le considera fragante principalmente en horas de la mañana y en presencia de luz (Betancur, Sarmiento, Toro-González, & Valencia, 2015). No es frecuente en la zona de estudio, se registró adherida a tronco en descomposición cuya corteza es lisa y lenticelada.

**Categoría de amenaza:** en preocupación menor, Cites II (Calderón-Sáenz, 2006; Betancur *et al.*, 2015).

**Fenología:** *C. clorochilon* presenta dos periodos de floración al año, agosto-septiembre y noviembre-diciembre, y que a su vez coinciden con la culminación del periodo de lluvias. En estos periodos se registró solo una inflorescencia de tipo masculina. La longevidad floral no superó los 20 días; en este tiempo se observaron cambios morfológicos, que según Gerlach (2013), están condicionados por la variabilidad climática. Estos evidenciados en cuatro estadios reproductivos así:

- **Primordio floral (botón floral):** se caracteriza por presentar sépalos verdes opacos, unidos, y no permiten la exposición de pétalos; el tiempo máximo es de 10 días.
- **Flores en preantesis:** los sépalos se separan, pero aún no permiten la exposición completa de pétalos y la columna; el tiempo máximo es de dos días.
- **Flores en antesis:** se caracteriza por la apertura completa de la flor, exposición de polinias y la emisión de aromas, finaliza con la senescencia. El tiempo de exposición es de ocho días.
- **Fruto:** incluye los estados de inmaduro y fruto maduro. La diferencia entre estos radica en la apertura de la cápsula y la exposición de semillas. El tiempo de exposición es mayor a 45 días.

**Estrategia reproductiva:** el género *Cycnoches* presenta dimorfismo sexual, en este grupo es frecuente el desarrollo de flores masculinas más que femeninas. Factores ambientales como la intensidad lumínica y la reserva de nutrientes determinan el sexo de la flor y en algunos casos las flores femeninas pueden ser bisexuales. El comportamiento reproductivo de *C. clorochilon*, se asocia con la autofecundación de flores femeninas y con el desarrollo de semillas viables. De esta forma las flores femeninas son hermafroditas (Gerlach, 2013).

**Visitantes florales:** el síndrome floral de esta epífita se asocia con la emisión de fragancias florales, estos facilitan procesos de polinización y fecundación por abejas euglosinas machos (frecuentemente visitadas por *Eulaema*), quienes recolectan las fragancias florales para posteriormente emplearlas para atraer hembras (van den Berghe & Guardian, 2008; Gerlach, 2013).

### ***Dichaea ancoraelabia* C. Schweinf.**

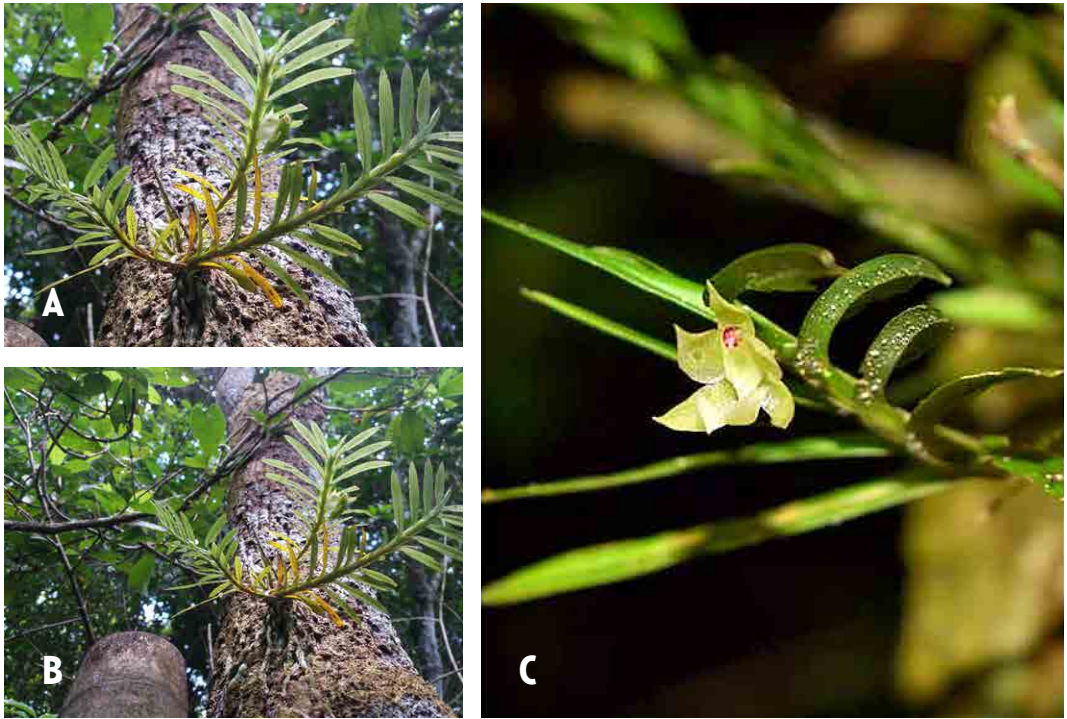
**Familia:** Orchidaceae

**Subfamilia:** Epidendroideae

**Tribu:** Cymbidieae

**Subtribu:** Zygopetalinae

**Morfología:** epífita de hasta 23 cm de altura. Tallos ramificados desde la base, erectos y péndulos. Hojas numerosas (10-58), dísticas. Flores laterales, pedúnculos axilares, siempre una flor, más corta que las hojas y crecen en la parte abaxial de las ramas; flores pequeñas de 5 x 7 mm, globosas; sépalos laterales oblicuos y libres, pétalos similares a los sépalos blanco crema, labelo en forma de ancla, unido al pie de la columna, cóncavo; columna erecta, corta con tonalidades rojizas; cuatro polinarios, ovoides, adheridos en pares al estípite (Figura 5). Fruto en cápsula de 7 x 4 mm de color verdoso (Dressler, 1993).



**Figura 5.** Orquídea *Dichaea ancoraelabia* C. Schweinf. **A.** En la parte media de la imagen un fruto en cápsula y en la parte derecha en el inferior de las ramas un botón floral; **B.** Epífita sobre tronco de árboles; **C.** Detalle de la flor con columna blanquecina y en la parte superior con tonalidad rojiza.

**Distribución y ecología:** desde Costa Rica hasta Bolivia, incluye a Colombia, Venezuela, Ecuador y Perú. En Colombia se encuentra en los departamentos de Casanare, Chocó, Nariño y Valle. Es frecuente encontrarla en las localidades estudiadas. Se desarrolla sobre troncos en descomposición, en arbustos de *Erythroxylum macrophyllum* Cav. (Corteza lenticelada), *Erythroxylum panamense* Turcz. (Corteza con ritidoma de tipo rectangular a ligeramente fisurada), *Psychotria anceps* Kunth (corteza con ritidoma de tipo rectangular a ligeramente fisurada), *Myrcia dilucida* G.M. Barroso (corteza lenticelada), y árboles de *Cupania americana* L. (corteza lenticelada), *Myrciaria floribunda* (H. West ex Willd.) O. Berg (corteza lenticelada) y *Clusia lineata* (Benth.) Planch. & Triana (corteza fisurada muy ligeramente), estratificada en el tronco o en las primeras ramificaciones del árbol hospedero en alturas hasta 4.2 m respecto del suelo (Arévalo, Figueroa & Madriñan, 2011; Granados et al., 2003).

**Categoría de amenaza:** no evaluada, Cites II (Calderón-Sáenz, 2006; Betancur et al., 2015).

**Fenología:** *D. ancoraelabia* florece entre noviembre y diciembre, y fructifica entre diciembre y febrero. Cada individuo desarrolla de 2 a 7 flores y de 1 a 2 frutos. Los periodos de floración se asocian con la variabilidad climática de la zona, el inicio del ciclo reproductivo de la epífita empieza con la culminación del periodo de lluvias y el aumento de la temperatura (> 27 °C).

El periodo de floración y de fructificación se solapan, la planta continúa la formación de nuevos primordios florales, como estrategia para aumentar las posibilidades de fecundación. *D. ancoraelabia* tiene floraciones consecutivas en periodos de tiempo cortos, ajustadas no solo a condiciones climáticas, sino a la presencia constante de polinizadores (Krahl, Valsko, Sousa & Chiron, 2016; Ordóñez & Parrado, 2017).

Esta especie se puede desarrollar en medios con limitada disponibilidad de recursos, el aumento de las lluvias permite la acumulación de agua y genera condiciones propicias para la floración (Ordóñez & Parrado, 2017). Esta planta es eficaz al colonizar hábitats, debido a que las semillas (pequeñas y de poco peso), dispersadas por viento logran con frecuencia viajar grandes distancias, en distintos lugares y lejos de las progenitoras (Granados *et al.*, 2003).

**Estrategia reproductiva:** la biología reproductiva de las orquídeas del género *Dichaea* es escasamente estudiada, la reproducción sexual depende exclusivamente de abejas, gorgojos y otros pequeños organismos que consumen las flores o pétalos; esta actividad ocasiona autopolinización; no obstante, también se presentan abortos, a su vez, baja producción de frutos (Nuñez, Peñafior, Bento, Salvador & Sazima, 2016). De igual forma, una de las estrategias usadas por la planta para comunicarse y atraer a los polinizadores es la emisión de esencias u olores florales (Nuñez, Peñafior, Bento, Salvador & Sazima, 2016).

**Visitantes florales:** en la zona de estudio, esta especie es visitada por hormigas, atraídas posiblemente por el néctar o la fragancia emitida. Dressler (1990), registró la polinización de *Dichaea* por abejas euglosinas masculinas y observó el polinario de la especie *Dichaea panamensis* en el clipeo de estos insectos. Así mismo, polinarias en especies de *Euglossa allosticta*, *E. cyanaspis*, *E. despecta*, *E. dissimula*, *E. dressleri*, *E. heterosticta*, *E. mixta*, *E. tridentata*, *E. variabilis* y *Eufriesia pulchra* (Ackerman, 1983; Roubik & Ackerman, 1987).

En Colombia y Costa Rica, Folsom (1985; 1994) estudió la polinización de esta especie, registró el comportamiento de los visitantes frente al ofrecimiento de esencias, estas aumentan la probabilidad de que las abejas visiten otras flores de la misma especie con éxito en el transporte de polen. Davies y Stpiczynska (2008), registraron la floración sincronizada y la emisión de una fragancia dulce intensa en la mañana y poca la tarde, fragancia emitida incluso en flores sin estructura masculina.

### ***Dimerandra emarginata* (G. Mey.) Hoehne**

**Familia:** Orchidaceae

**Subfamilia:** Epidendroideae

**Tribu:** Epidendreae

**Subtribu:** Laeliinae

**Morfología:** epífita de hasta 70 cm de largo. Tallos largos, gruesos, que semejan cañas. Hojas lineares a oblongas. Inflorescencia en racimo terminal con pocas flores. Flor fucsia con puntos blancos en el labelo, sépalos y pétalos de 10-13 mm de largo. Labelo más o menos obovado de 11-13 mm de longitud, adherido a la columna en la base (Figura 6). Fruto en cápsula, elipsoide, verde, de 2.5 cm de largo (Standley, 1927).



**Figura 6.** Orquídea *Dimerandra emarginata* (G.Mey.) Hoehne. Detalle de flor con pétalos fucsia.

**Distribución y ecología:** desde el Sur de México hasta el este de Brasil. En Colombia en los departamentos de Antioquia, Arauca, Boyacá, Caldas, Casanare, Chocó, Cundinamarca, Meta, Risaralda, Santander y Magdalena. Comúnmente encontrada en bosques abiertos, usualmente en las partes altas de los árboles, así como en cercados al borde de cultivos. Poco frecuente en las localidades de estudio, crece sobre árbol de *Clusia* (Gaque) de hasta 13 m de altura y corteza con ritidoma de tipo irregular, la epífita se ubica en la primera ramificación, a 8 m de altura respecto al suelo.

**Categoría de amenaza:** no evaluada, Cites II (Calderón-Sáenz, 2006; Betancur et al., 2015).

**Fenología:** floración intensa en octubre, y un periodo de fructificación mayor en enero. Según Zotz (1998),

la floración es continua entre agosto y diciembre, y puede extenderse hasta abril, periodos condicionados por bajas temperaturas y disponibilidad del recurso hídrico (van den Berg, Fernández-Concha, Pridgeon, Veitch & Grayer, 2005).

**Estrategia reproductiva:** se conoce poco en lo relacionado a la polinización de esta especie; sin embargo, van der Cingel (2001), reporta autogamia para *Dimerandra emarginata* en Nicaragua, de otra parte, Zotz (1998), aunque dice desconocer el sistema reproductivo, con base en sus observaciones de campo menciona que puede ser una especie autógama o con apomixis facultativa dado que evidenció que todas las flores producían frutos.

**Visitantes florales:** no hay registros de visitantes, se requiere ampliar investigaciones sobre la especie.

***Encyclia leucantha* Schltr.**

**Familia:** Orchidaceae

**Subfamilia:** Epidendroideae

**Tribu:** Epidendreae

**Subtribu:** Laeliinae

**Morfología:** generalmente como hierba terrestre en interior de bosques, a veces epífita de hasta 40 cm

de altura. Inflorescencia en racimo o panícula apical, con 7 a 12 flores. La apertura floral es sucesiva (1-2 días), en simultáneo. Flores blancas con líneas longitudinales moradas en el labelo. Sépalos y pétalos lanceolados verde-amarillos. El labelo es paralelo a la columna recogida. Columna blanca con 2 alas laterales (Figura 7). Anteras blancas y los polinarios sostienen dos pares de polinias ovadas. Fruto en cápsula, verde.



**Figura 7.** Orquídea *Encyclia leucantha* Schltr. Detalle de flor con pétalos marrón con tonalidades amarillo y verde, labelo blanquecino con marcas rosadas.

**Distribución y ecología:** en países como Colombia y Venezuela. En Colombia en los departamentos de Arauca, Boyacá, Casanare, Guainía, Meta y Vichada. Poco frecuente en las localidades estudiadas; *E. leucantha* crece sobre troncos en descomposición y en árboles de *Clusia lineata* (Gaque).

**Categoría de amenaza:** no evaluada, Cites II (Calderón-Sáenz, 2006; Betancur et al., 2015).

**Fenología:** esta especie es atractiva por el llamativo floral, tal razón la hace comercial; se registran floraciones de marzo a junio, con máximos en abril (García, Sánchez, Jiménez & Solano, 2003). Bajo condiciones de invernadero, puede florecer en septiembre, es posible que el control de los factores ambientales, nutrientes y riego constante, modifiquen el periodo de floración y se muestren distintos a los entornos naturales (Ruiz et al., 2008).



En algunas especies de *Encyclia* el periodo de floración ocurre de agosto a noviembre. Los frutos maduran de 12 a 13 meses después de la polinización (Krahl, Krahl, Valsko, Webber & Pansarin, 2017).

**Estrategia reproductiva:** los datos de sucesos reproductivos de este género son raramente registrados en la literatura. Se conoce la estrategia de autopolinización (producción de flores sin la intervención de polinizadores) o típicamente polinización por insectos. En el primer caso, el ovario se ensancha y alarga, los sépalos son persistentes en estadio de fruto, y son erectos cuando el fruto madura; en el segundo, el perianto permanece en su lugar, se deshidrata días después de la polinización y se torna papiroso (Pupulin & Bogarín, 2012). Por su parte, las semillas expuestas a sales de tetrasolium determinaron viabilidad positiva en la especie, ya que en general, el embrión se colorea de rojo en su totalidad.

**Visitantes florales:** las abejas (Hymenoptera) son atraídas a las flores en busca de pequeñas cantidades de néctar (recompensa floral); en estas visitas no hay remoción de polinarios, esto evidencia baja transferencia de polen entre flores (Krahl et al., 2017).

El néctar ha sido reportado en otras especies de Laeliinae (subtribu) (Braga, 1977; Goss, 1977; Pinheiro & Cozzolino, 2013; Pansarin & Pansarin, 2016), no reportado antes en *Encyclia*. Según van den Berg et al. (2005), la ocurrencia de baja transferencia de polen es común en especies de *Encyclia*, las cuales resultan en una baja formación de frutos en condiciones naturales. Por lo tanto, el registro de néctar en *E. leucantha*, permite abrir posibilidades para que otros organismos lleguen a sus flores y de esta manera se aumente la efectividad en los procesos de polinización.

### ***Heterotaxis equitans* (Schltr.) Ojeda & Carnevali**

**Familia:** Orchidaceae

**Subfamilia:** Epidendroideae

**Tribu:** Cymbidieae

**Subtribu:** Maxillariinae

**Morfología:** epífita que se desarrolla en forma aglomerada o como individuos aislados. Rizomas alargados, pseudobulbos elípticos. Hojas dísticas que rodean los pseudobulbos, con una o dos hojas en el ápice. Las flores surgen de la inserción de cada hoja de forma dística respecto al pseudobulbo. Sépalos lanceolados y pétalos elípticos blanco crema con tonalidades moradas. Labelo trilobado, blanco crema, con centro blanco y presencia de tricomas papilosos morado a marrón. El ginostemio es corto y las anteras son globosas compuestas por un polinario que presenta dos pares de polinias (Figura 8).



**Figura 8.** Orquídea *Heterotaxis equitans* (Schltr.) Ojeda & Carnevali **A.** Forma de crecimiento, sobre tronco de árbol de *Clusia*; **B.** Hojas dísticas (par de hojas opuestas), carnosas.

**Distribución y ecología:** en países como Colombia, Brasil y Perú. En Colombia en departamentos como la Amazonía, Casanare, Boyacá, Cauca, Meta, Quindío y Valle del Cauca. Especie poco frecuente en los bosques estudiados; *H. equitans* crece aglomerada sobre el tronco de *Clusia* sp. (gaque) y llega a formar hasta 46 rebrotes foliares.

**Categoría de amenaza:** no evaluada, Cites II (Calderón-Sáenz, 2006; Betancur et al., 2015).

**Fenología:** florece entre octubre y febrero, periodo que concuerda con los registros de *H. crassifolia* y *H. valenzuelana* (van den Berghe et al., 2005), así como *Camaridium ochroleucum* de enero a marzo con pequeños picos de floración (duración de antesis cercana a dos días); este patrón determina que las epífitas solo son prolíficas cuando las condiciones son aptas para el florecimiento (Granados et al., 2003).

**Estrategias reproductivas y visitantes florales:** la morfología floral sugiere un posible síndrome de polinización por abejas de *Melipona* y *Trigona*, debido a la relación filogenética y evolutiva de *Camaridium* y *Heterotaxis* (Ojeda, Carnevali, Williams & Whitten, 2003). Singer y Koehler (2004) reportan secreciones resinosas en el labelo para esta especie (como en, *Maxillaria equitans*).

### ***Maxillaria bolivarensis* C. Schweinf.**

**Familia:** Orchidaceae

**Subfamilia:** Epidendroideae

**Tribu:** Cymbidieae

**Subtribu:** Maxillariinae

**Morfología:** epífita de hasta 45 cm de altura; tallo corto que da lugar a pseudo-bulbos ovalados y aplanados. Hojas lineares, sésiles, base delgada (6.5-23 x 0.65-1.4 cm). Inflorescencia basal de 12.5 cm de largo con una flor envuelta por varios brotes acuminados. Sépalo dorsal, lineo-acuminado, cóncavo en la base (2.5-3.5 x 0.5-0.6 cm); sépalo lateral lineo-triangular (2.7-3.5 cm de largo). Pétalos más cortos que los sépalos, angostos, lanceolados, ápice subagudo (Schweinfurth, 1962) (Figura 9).



**Figura 9.** Orquídea, *Maxillaria bolivarensis* C. Schweinf. con forma de crecimiento epífita sobre tallo de arbusto.

**Distribución y ecología:** se encuentra en Costa Rica, Guyana, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Brasil. Crece en bosques montanos muy húmedos en elevaciones de 300 a 1200 m. En Colombia en departamentos como Antioquía, Chocó y Valle del Cauca (Bernal, Gradstein & Celis, 2015). Especie poco frecuente en los bosques en estudio.

**Categoría de amenaza:** no evaluada, Cites II (Calderón-Sáenz, 2006; Betancur *et al.*, 2015).

**Fenología:** la floración y la fructificación es entre junio y noviembre. Zambrano-Romero & Solano-Gómez (2016), registran la floración de *M. pinasensis* entre junio y noviembre, similar al comportamiento de floración de *M. bolivarensis*.

**Estrategia reproductiva:** este grupo de orquídeas presentan la particularidad de generar néctar o fragancias florales como recompensa y estrategia para atraer polinizadores (Lehnebach, 2002).

**Visitantes florales:** generalmente las especies de *Maxillaria* son polinizadas por abejas de las subtribus Bombini, Euglossini y Meliponini (*Trigona*), algunas por colibríes y unas pocas por avispas (Singer, 2002; 2003). Otros insectos registrados sobre las estructuras florales (pedicelos) de *M. bolivariensis*, son las hormigas del género *Pheidole*, aunque su función no es de polinización, comúnmente se encuentra asociado a la protección de estructuras reproductivas de orquídeas (Damon & Pérez-Soriano, 2005)

***Mormodes buccinator* Lindl.**

**Familia:** Orchidaceae

**Subfamilia:** Epidendroideae

**Tribu:** Cymbidieae

**Subtribu:** Catasetinae

**Morfología:** epífita hasta de 60 cm de altura. Pseudobulbo verde, cilíndrico a cónico, envuelto por vainas no foliáceas. Hojas 4 a 7, elíptico-lanceoladas, plegadas, caducas, base atenuada y acanalada, haz con venas ligeramente hundidas, envés con cinco venas principales. Inflorescencia axilar, flores masculinas blanco a rosado, femeninas violetas. Labelo glabro, márgenes más o menos paralelos arriba de la mitad (Figura 10). Pétalos lanciformes a ovoides (Pabst, 1968; Salazar & Hágster, 1990).



**Figura 10.** Orquídea *Mormodes buccinator* Lindl., y sus flores masculinas. **A.** Inflorescencia en racimo que sale de la parte basal de uno de sus bulbos; **B.** Flores blancas con tonalidades rosadas; **C.** Labelo de color blanco con un par de alas que van hacia arriba.

**Distribución y ecología:** desde México hasta Venezuela. En Colombia en los departamentos de Boyacá, Casanare y Meta. Esta epífita no es frecuente en el área de estudio y crece sobre troncos en descomposición de *Clusia* sp. (Gaque).

**Categoría de amenaza:** no evaluada (Calderón-Sáenz, 2006; Betancur et al., 2015).

**Fenología:** la especie florece entre noviembre y enero, con 2 inflorescencias y con 9 flores cada una; otras especies de *Mormodes* florecen entre enero y marzo, aunque depende del sexo (van den Berghe & Guardian, 2008; Gerlach, 2013; Blanco, Jiménez & Juárez, 2016), la floración está asociada a la época seca (temperatura entre 28–29°C).

**Estrategia reproductiva:** de acuerdo a Dafni, Hesse & Pacini (2000) es complejo explicar la estrategia reproductiva de *Mormodes*, ya que presenta flores unisexuadas, por tanto, conlleva a que las especies sean protándricas, es decir, las flores inicialmente son funcionalmente masculinas, hasta que se les remueve el polinario.

**Visitantes florales:** no se registró visitantes florales a esta especie; sin embargo, van der Pijl & Dodson (1966), registraron la visita de abejas euglosinas machos (*Euglossa hemichlora*). Además, van der Cingel (2001) reporta como polinizador de *M. buccinator* a la abeja *Euglossa viridissima*.

***Prosthechea aemula* (Lindl.) W. E. Higgins.**

**Familia:** Orchidaceae

**Subfamilia:** Epidendroideae

**Tribu:** Epidendreae

**Subtribu:** Laeliinae

**Morfología:** epífita con pseudobulbos comprimidos, ovalados, afilados a los lados. Hojas coriáceas y no tan acuminadas. Inflorescencia con muchas flores pequeñas. Pétalos extendidos similares a los sépalos. Labelo adnado en la base a la columna, columna con tres dientes carnosos, apicales, separados por senos profundos (Lindley, 1836; Hammel, Grayum, Herrera & Zamora, 2003) (Figura 11).



**Figura 11.** Orquídea *Prosthechea aemula* (Lindl.) W. E. Higgins. **A.** Detalle de la flor con pétalos de color blanco-verde, labelos de color blanco con líneas de color morado; **B.** Esta especie se encontró creciendo sobre troncos de árboles (epífita) y fue transportada a vivero para seguir en detalle el desarrollo de la flor.

**Distribución y ecología:** en el norte y centro de Suramérica. En Colombia en los departamentos de Amazonas, Caquetá, Casanare, Meta, Guaviare y Vaupés. Poco frecuente en las localidades de estudio, se desarrolla sobre árbol de *Handroanthus guayacan*; *P. aemula* se ubica en las primeras ramificaciones, a 4.3 m del suelo.

**Categoría de amenaza:** preocupación menor, incluida en CITES Apéndice II (Calderón-Sáenz, 2006; Betancur et al., 2015; Bernal et al., 2015).

**Fenología:** *P. aemula* es también reconocida como *Encyclia fragrans* o *Prosthechea fragrans*. Esta planta epífita se ubica en la parte alta o dosel de árboles en bosque denso, posee una temporada de floración

para los meses de abril a agosto. La planta se distingue aún sin flor porque tiene solo una hoja terminal arriba del pseudobulbo (van den Berg *et al.*, 2005).

**Estrategia reproductiva y visitantes florales:** el género *Prosthechea* se conoce porque las flores atraen avispas como potenciales polinizadores, las cuales son activas durante el día; aunque también se reporta la autopolinización, esta estrategia no es fenómeno frecuente en los trópicos (Higgins, 2003).

***Prosthechea chacaoensis* (Rchb. f.) W. E. Higgins**

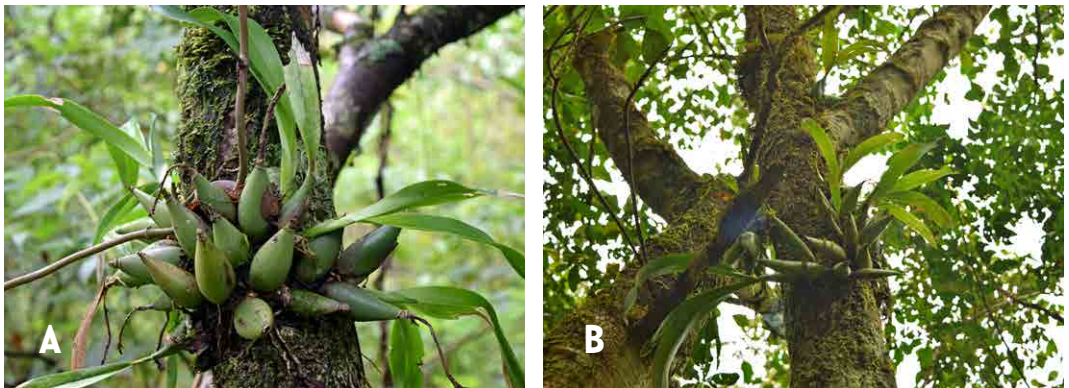
**Familia:** Orchidaceae

**Subfamilia:** Epidendroideae

**Tribu:** Epidendreae

**Subtribu:** Laeliinae

**Morfología:** epífita de hasta 35 cm de alto. Con pseudobulbos heteroblásticos, piriformes y bifoliados hacia el ápice. Hoja elíptica, coriácea, lisa y verde, base cuneada, ápice agudo. Inflorescencias racemosas terminales a los pseudobulbos, erectas, de hasta 8 cm de largo. Flores no resupinadas, cremosas, con 13-15 franjas de color púrpura en el labelo, divididas en cinco o seis franjas laterales en cada lado y tres franjas medianas. Labelo blanco cortamente acuminado, ovado, margen entera, base obtusa, ápice acuminado y con un callo subcuadrado y pubescente en su base. Sépalos coriáceos, blanco-verdosos a blanco-amarillentos y usualmente más verdes por la superficie abaxial. Pétalos elípticos, coriáceos, blanco-verdosos a blanco-amarillentos, con superficie abaxial generalmente más verde, base cuneada y ápice agudo. Brácteas florales triangulares. Ovario de 1 cm de largo, tríptero y liso (Giraldo & Betancur, 2011; Karremans, 2009; Leopardi, 2010; Morales, 2005) (Figura 12).



**Figura 12.** Orquídea *Prosthechea chacaoensis* (Rchb. f.) W. E. Higgins. **A.** Detalle de los bulbos; **B.** Crece como epífita sobre troncos de árboles.

**Distribución y ecología:** especie ampliamente distribuida en América Neotropical. Desde México hasta Venezuela y Colombia (Giraldo & Betancur, 2011; Morales, 2005; Karremans, 2009). Las especies del género *Prosthechea* frecuentemente son halladas en hábitats húmedos como bosques y pantanos, localizados desde el nivel del mar hasta los 2600 m (Higgins, 2003).

**Categoría de amenaza:** preocupación menor. Incluida en CITES, Apéndice II (Calderón-Sáenz, 2006; Betancur *et al.*, 2015; Bernal *et al.*, 2015).

**Fenología:** *Prosthechea chacaoensis* florece entre mayo y junio (Leopardi, 2010). Por lo general, las plantas del género *Prosthechea* suelen ser muy fragantes y su periodo de floración es bastante prolongado (varios meses). Habitualmente, estas plantas florecen una vez al año; no obstante, como los periodos de floración son tan prolongados dan la impresión de un múltiple florecimiento (AOS, 2017).

**Estrategia reproductiva y visitantes florales:** se ha encontrado que posiblemente las vacuolas de las flores de *Prosthechea*, almacenen cristales de glucósidos, los cuales bajo luz ultravioleta son fluorescentes, por lo que probablemente se aumenta la visibilidad de las flores ante los polinizadores (Higgins, 2003; Valencia, 2014). Gran parte de las especies del género *Prosthechea* suelen ser polinizadas por himenópteros, más específicamente por avispas activas durante el día; sin embargo, la autopolinización también ha sido reportada en estas orquídeas (Higgins, 2003).

### ***Scaphyglottis livida* (Lindl.) Schltr.**

**Familia:** Orchidaceae

**Subfamilia:** Epidendroideae

**Tribu:** Epidendreae

**Subtribu:** Laeliinae

**Morfología:** epífita hasta de 70 cm de altura. Pseudobulbo unifoliado. Hojas lineares hasta de 14 cm, semejantes a las de un pasto. Inflorescencia fasciculada. Flores simples pequeñas (1-2), brácteas de 5 mm de longitud. Ovario pedicelado de 7 mm. Sépalo dorsal (4 x 2 mm), ovado acuminado, con tres nervios; sépalos laterales oblicuos ovados, con tres nervios. Pétalos lineares, algunos extendidos en la parte superficial. Labelo cuadrado a ovado-cuadrado, con un contorno de ganchos (0.3-0.4 mm). Lámina de 4.2 x 4 mm, dísticamente trilobados cuando extendidos cerca a la base de la lámina con un anillo transversal, columna de 3 mm de largo. Frutos en cápsula, verdes (Szlachetko & Kolanowska, 2014a) (Figura 13).



**Figura 13.** Orquídea *Scaphyglottis livida* (Lindl.) Schltr. Detalle forma de crecimiento (epífito) sobre troncos de árboles.

**Distribución y ecología:** en el Neotrópico. En Colombia en los departamentos de Antioquia, Casanare y Meta. Poco frecuente en el área de estudio; las especies de *Scaphyglottis* generalmente son epífitas, algunas veces en ramas quebradas a semi-terrestres, típicas en hábitat de bosques húmedos y secos (Dressler, 2001). *S. livida* crece sobre el tronco o en las primeras ramificaciones de árboles de *Clusia* (hasta de 16 m de altura).

**Categoría de amenaza:** no evaluada - NE, Cites Apéndice II (Calderón-Sáenz, 2006; Betancur et al., 2015).



**Fenología:** *S. livida* florece entre septiembre y octubre, periodo reproductivo similar a *S. lindeniana*; otras especies como *S. cobanensis*, *S. baudoana* y *S. rangeli*, florecen entre febrero-marzo (abril) (Kolanowska, 2013; Szlachetko & Kolanowska, 2013; 2014b; Archila, Szlachetko & Nowak, 2016), estos periodos varían según las condiciones climáticas, otros autores describen la fase reproductiva entre los meses de noviembre a enero (van den Berg et al., 2005).

**Estrategia reproductiva:** requiere de polinizadores (vector externo) para la efectividad en la reproducción cruzada y la formación de frutos.

**Visitantes florales:** con base en la morfología floral, los colibríes son posibles especies polinizadoras de *Scaphyglottis* (Adams, 1988; 1993). Otras visitantes y potenciales polinizadoras son las abejas sin aguijón del género *Trigona* (Meliponini) (Dressler, 1990; Dressler, Whitten & Williams, 2004; Dressler 1993 citador por van der Cingel, 2001).

***Trichocentrum carthagenense* (Jacq.) M. W. Chase & N. H. Williams**

**Familia:** Orchidaceae

**Subfamilia:** Epidendroideae

**Tribu:** Cymbidieae

**Subtribu:** Oncidiinae

**Morfología:** epífita hasta de 40 cm de altura. Pseudobulbos reducidos y ovoides, unifoliolados en el ápice. Hojas elípticas, carnosas, verdes a moradas. Inflorescencia en panícula, hasta con 50 flores amarillas. Sépalos obovados (2-8 mm). Pétalos ovado-elípticos. Labelo trilobulado (~3.2-3.9 mm), con un callo amarillo en la parte central. Antera ovalada y blanca. Polinario formado por dos polinias cerosas amarillas, un estípite blanco alargado y un viscidio subtriangular terminal. La flor varía de amarillo a verdoso con puntos marrones. Fruto en cápsula verde claro (Figura 14).



**Figura 14.** Orquídea *Trichocentrum carthagenense* (Jacq.) M. W. Chase & N. H. Williams Flores con pétalos ovado-elípticos con tonalidades marrón.

**Distribución y ecología:** en el norte de Suramérica. En Colombia en los departamentos de Antioquia, Arauca, Boyacá, Caquetá, Casanare, Cundinamarca, Huila, Meta, Nariño, Santander y Valle del Cauca. Se distribuye en montañas de clima húmedo-tropical y a orilla de pantanos y ríos entre 0-1200 m. Poco frecuente en las localidades de estudio; crece sobre árboles de leguminosas (guacharacos: Fabaceae), y de *Erythrina* sp., en el tronco o en las primeras ramificaciones.

**Categoría de amenaza:** no evaluada, Cites II (Calderón-Sáenz, 2006; Betancur *et al.*, 2015).

**Fenología:** la floración ocurre de septiembre a octubre. Las flores no polinizadas pueden durar de 7 a 8 días. En enero, durante el desarrollo del fruto, cada planta produce un nuevo pseudobulbo, que puede desarrollar una inflorescencia lateral para el siguiente período reproductivo. La dehiscencia del fruto (madurez y apertura) se registra entre junio y julio. Presenta etapas de floración muy asociadas a temporadas con alta disponibilidad de agua entre mayo y agosto. Es una especie adaptable al clima tropical y seco (van den Berg *et al.*, 2005).

**Estrategias reproductivas:** especie filogenéticamente afín con *T. pumilum*, considerada auto-incompatible. La producción de frutos en polinización cruzada es de 45%, no hay formación de frutos por autopolinización manual o en flores emasculadas lo que determina la necesidad de un vector externo para la polinización (Pansarin & Pansarin, 2010).

**Visitantes florales:** posibles visitantes son las abejas de Anthophoridae, también registradas para *T. pumilum*; según Pansarin y Pansarin (2010) las visitas a *T. pumilum* son registradas entre las 11:00 y 14:00 h, en días soleados. Durante la visita frecuentan hasta doce flores por inflorescencia. Las flores producen sustancias cerosas que son depositadas en la parte trasera de las patas. Durante la visita, las abejas exponen la cabeza entre la columna y el labio, posteriormente, el viscidio entra en contacto con la cabeza y el polinario se deposita en la región del clipeo de la abeja.

### ***Trigonidium acuminatum* Bateman ex Lindl.**

**Familia:** Orchidaceae

**Subfamilia:** Epidendroideae

**Tribu:** Cymbidieae

**Subtribu:** Maxillariinae

**Morfología:** epífita de 15-18 cm de alto. Pseudobulbos estriados, con una hoja estrecha y flexible curvada en la punta. Tallo floral medianamente más largo que las hojas, y ostenta una flor de aproximadamente 1.7 cm de ancho, cuyo frente es amarillo con un tono más oscuro. Sépalos largos y puntiagudos, y se unen por la mitad de la longitud formando una copa en forma de urna. Dentro de la urna formada por los sépalos, se encuentran los pétalos, ovalados y con manchas rojizas brillantes, estos se afinan hacia la punta y poseen la misma coloración de los sépalos. El labelo y la columna están bien ocultos dentro de la urna (Northen, 1996) (Figura 15).



**Figura 15.** Orquídea *Trigonidium acuminatum* Bateman ex Lindl. Detalle forma de crecimiento (epífita) sobre troncos de árboles.

**Distribución y ecología:** especie distribuida en gran parte de Suramérica, principalmente en Guyana, Surinam, Brasil, Venezuela, Colombia y Perú. En Colombia en los departamentos de Guaviare y Vaupés (Schweinfurth, 1967; Bernal *et al.*, 2015). Especie poco frecuente en el área de estudio.

**Categoría de amenaza:** no evaluada, Cites II (Calderón-Sáenz, 2006; Betancur *et al.*, 2015).

**Fenología:** la floración y fructificación se da entre enero y mayo.

**Estrategia reproductiva y visitantes florales:** poco es conocido de polinización para especies del género *Trigonidium*; sin embargo, inicialmente para *T. obtusum* van der Pijl y Dodson (1966), reportaron que era polinizado por abejas macho del género *Trigona*, que intentaban copular los ápices de los pétalos (van der Pijl & Dodson, 1966); posteriormente Singer (2002), y Ciotek, Giorgis, Benitez-Vieyra y Cocucci (2006), reportaron polinización por abejas zánganos de *Plebeia droryana* (Meliponinae), que quedaban atrapados cuando intentaban copular los sépalos o pétalos, es decir, un mecanismo de polinización que implica no solo engaño sexual (pseudocopulación), sino un sistema de trampa.

# BIBLIOGRAFÍA

- Ackerman, J.D. (1983). Specificity and mutual dependency of the orchid–euglossine interaction. *Biological Journal of the Linnean Society*, 20: 301–314.
- Adams, B.R. (1988). New species and combinations in the genus *Scaphyglottis* (Orchidaceae). *Phytology*, 64: 249–258.
- Adams, B.R. (1993). A taxonomic revision of the genus *Scaphyglottis* Poepp. & Endl. (Orchidaceae–Epidendroideae). Ph.D. dissertation Southern Illinois University Carbondale.
- AOS–American Orchid Society. (2017). Disponible en: <http://www.aos.org/orchids/orchids-a-to-z/letter-p/prosthechea.aspx>
- Archila, M.F., Szlachetko, D.L. & Nowak, S. (2016). *Scaphyglottis cobanensis* (Orchidaceae, Epidendroideae), a new species from Guatemala. *Polish Botanical Journal*, 61(2): 243–247.
- Arévalo, R., Figueroa, J. & Madriñan, S. (2011). Anatomía foliar de ocho especies de orquídeas epífitas. *Lankesteriana*, 11(1): 39–54.
- Benzing, D. (1990). Vascular epiphytes. General biology and related biota. Cambridge University Press. Cambridge, England.
- Bernal, R., Gradstein, S.R. & Celis, M. (2015). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>
- Betancur, J., Sarmiento, H., Toro–González, L. & Valencia, J. (2015). Plan para el estudio y la conservación de las orquídeas en Colombia. Textos: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, D.C. 336 p.
- Blanco, M., Jiménez, J. & Juárez, P. (2016). *Mormodes salazarii* (Orchidaceae, Catasetinae), a new species with greenish–white flowers from Costa Rica. *Phytotaxa*, 245(2): 161–168.
- Bonilla, M., Otero, J., Durán, E. & Díaz, J. (2013). Distribución espacial y clave taxonómica de Catasetinae (Orchidaceae) de Colombia, Memorias VII Congreso Colombiano de Botánica. 676 p.
- Braga, P.I.S. (1977). Biological aspects of the Orchidaceae from a Central Amazonian Campina. *Acta Amazonica*, 7(2): 5–89.
- Calderón–Sáenz, E. (2006). Libro rojo de plantas de Colombia. Vol. 3. Orquídeas, primera parte. Serie Libros rojos de especies amenazadas de Colombia.

- Bogotá, Colombia. Instituto Alexander von Humboldt - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 828 p.
- Carvalho, R. & Machado, I.C. (2002). Pollination of *Catasetum macrocarpum* (Orchidaceae) by *Eulaema bombiformis* (Euglossini). *Lindleyana*, 17: 85-90.
- Castellanos-Castro, C. & Torres-Morales, G. (2018a). Guía para la identificación y el cultivo de algunas especies de orquídeas nativas de Cundinamarca. Pontificia Universidad Javeriana, Jardín Botánico de Bogotá "José Celestino Mutis", Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria Corpoica, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Gobernación de Cundinamarca. Bogotá, D.C., Colombia. 192 p.
- Castellanos-Castro, C. & Torres-Morales, G. (2018b). Orquídeas de Cundinamarca: conservación y aprovechamiento sostenible. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Pontificia Universidad Javeriana, Jardín Botánico de Bogotá "José Celestino Mutis", Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria Corpoica, Gobernación de Cundinamarca. Bogotá, D.C., Colombia. 328 p.
- Ciotek, L., Giorgis, P., Benitez-Vieyra, S. & Cocucci, A.A. (2006). First confirmed case of pseudocopulation in terrestrial orchids of South America: pollination of *Geoblasta pennicillata* (Orchidaceae) by *Campsomeris bistrimaculata* (Hymenoptera, Scoliidae). *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 201(5): 365-369.
- Dafni, A., Hesse, M. & Pacini, E. (2000). Pollen and pollination. Special edition of plant systematics and evolution, 222(1-4): pp. 1-321.
- Damon, A. & Pérez-Soriano, M.A. (2005). Interaction between ants and orchids in the Soconusco region, Chiapas, México. *Entomo tropica*, 20: 59-65.
- Davies, K.L. & Stpicyńska, M. (2008). Labellar micromorphology of two euglossine-pollinated orchid genera *Scuticaria* Lindl. and *Dichaea* Lindl. *Annales de Botany*, 102(5): 805-824.
- Dressler, R.L. (1990). The orchid's natural history and classification. London Harvard University Press.
- Dressler, R.L. (1993). Field guide to the orchids of Costa Rica and Panama. Cornell University Press. 363 p.
- Dressler, R.L. (2001). *Scaphyglottis*. In: Pridgeon, A.M., Cribb, P.J., Chase, M.W. & Rasmussen, F.N. (Eds.), *Genera Orchidacearum*. Oxford: Oxford University Press. 310-313 p.
- Dressler, R.L., Whitten, W.M. & Williams, N.H. (2004). Phylogenetic relationships of *Scaphyglottis* and related genera (Laeliinae: Orchidaceae) based on nrDNA ITS sequence data, *Brittonia*, 56(1): 58-66.
- Engwald, S., Schmitt-Neuerburg, V. & Barthlott, W. (2000). Epiphytes in rain forest of Venezuela-diversity and dynamics of biocenosis. In: Breckle, S.W., Schweizer, B. & Arndt, U. (Eds): *Results of worldwide ecological studies. Proceedings of the 1st symposium by the A. FW. Schimper-Foundation-from H. & E. Walter-Hoheneim, Ktober 1998-Stuttgart- Hohenheim, Verlag Günter Heimbach*. 425-434 p.
- Folsom, J.P. (1985). Pollination floral strategy and pollen flow in *Dichaea* sp. (Orchidaceae). *American Journal of Botany*, 72: 953-954.
- Folsom, J.P. (1994). Pollination of a fragrant orchid. *Orchid Digest*, 58: 83-99.

- García, J., Sánchez, L., Jiménez, R. & Solano, R. (2003). Flora del bajo y de regiones adyacentes. Herbario AMO. México.
- Gerlach, G. (2013). La pesadilla de Lindley - la biología sexual de *Catasetum* y *Cycnoches*. *Lankesteriana*, 13(1-2): 39-46.
- Giraldo, O.G. & Betancur, J.C. (2011). Guía de campo de las orquídeas de Santa María (Boyacá, Colombia). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Instituto de Ciencias Naturales.
- Goss, G.J. (1977). The reproductive biology of epiphytic orchids of Florida V - *Epidendrum difforme* Jacq. *American Orchid Society Bulletin*, 46: 630-636.
- Granados, D., López, G., Hernández, M. & Sánchez, A. (2003). Ecología de las plantas epifitas. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 9(2): 101-111.
- Gravendeel, B., Smithson, A., Sliki, F. & Schuiteman, A. (2004). Epiphytism and pollinator specialization: drivers for orchid diversity. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, B 359: 1523-1535.
- Greg, K. (1982). Sunlight-Enhanced ethylene evolution by developing inflorescences of *Catasetum* and *Cycnoches* and its relation to flowering production. *Chicago Journal*, 143(4): 466-475.
- Hammel, B.E., Grayum M.H., Herrera, C. & Zamora, N. (2003). Manual de plantas de Costa Rica. Vol 3. Monocotiledoneas (Orchidaceae-Zingiberaceae).
- Higgins, W.E. (2003). *Prosthechea*: a chemical discontinuity in Laeliinae. *Lankesteriana*, 7: 39-41.
- Karremans, A.P. (2009). *Prostheche amadrensis*, una reconsideración del *Epidendrum madrense* Schltr. (Orchidaceae: Laeliinae). *Acta Botánica Mexicana*, 88: 47-57.
- Kolanowska, M. (2013). A new species of *Scaphyglottis* (Orchidaceae) from the Darién Gap, Colombia. *Journal of the Torrey Botanical Society*, 140(2): 225-229.
- Krahl, A.H., Valsko, J.J., Sousa, A. & Chiron, G. (2016). A new species of *Dichaea* (Orchidaceae) from Brazil with special reference to its foliar anatomy. *Phytotaxa*, 265(2): 145-150.
- Krahl, A.H., Krahl, D.R.P., Valsko, J.J., Webber, A.C. & Pansarin, E.R. (2017). Evidence of reward production and pollination by *Centris* in *Encyclia* (Orchidaceae: Laeliinae): the reproductive biology of *Encyclia mapuerae*. *Australian Journal of Botany*, 65: 225-232.
- Krömer, T., Kessler, M. & Herzog, S. (2006). Distribution and flowering ecology of bromeliads along two climatically contrasting elevational transects in the Bolivian Andes. *Biotropica*, 38(2): 183-195.
- Lehnebach, C.A. (2002). Pollination ecology of New Zealand orchids: a thesis presented in partial fulfilment of the requirements for the degree of Masters of Science in Ecology at Massey University.
- Leopardi, C. (2010). Orquideoflórula de un sector de Serranía de La Cuchilla, municipio Caripe, estado Monagas, Venezuela. *Lankesteriana*, 9(3): 541-555.
- Lindley, J. (1836). *Botanical Register: ornamental flower-garden and shrubbery*. New Series, Vol IX, 7.

- Milet-Pinheiro, P. & Gerlach G. (2017). Biology of the Neotropical orchid genus *Catasetum*: A historical review on floral scent chemistry and pollinators. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 27: 23-34.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Universidad Nacional de Colombia. (2015). Plan para el estudio y la conservación de las orquídeas en Colombia. Textos: Betancur, J., Sarmiento, H., Toro-González, L., y Valencia J. Bogotá, D.C, Colombia: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Universidad Nacional de Colombia. 336 p.
- Morales, J.F. (2005). Orquídeas de Costa Rica Orchids of Costa Rica. Tr. Por Christina Feeny Santo Domingo de Heredia, Costa Rica.
- Northen, R.T. (1996). Miniature orchids and how to grow them. Courier Corporation.
- Núñez, C.E., Peñaflores, M.F., Bento, J.M., Salvador, M.J. & Sazima, M. (2016). The dilemma of being a fragrant flower: the major floral volatile attracts pollinators and florivores in the euglossine-pollinated orchid *Dichaea pendula*. *Oecologia*, 182(4): 933-946.
- Ojeda, I., Carnevali, G., Williams, N.H. & Whitten, W.M. (2003). Phylogeny of the *Heterotaxis* Lindley complex (Maxillariinae): Evolution of the vegetative architecture and pollination syndromes. *Lankesteriana*, 7: 45-47.
- Ordóñez, J. & Parrado, A. (2017). Relación fenología-clima de cuatro especies de orquídeas en un bosque altoandino de Colombia. *Lankesteriana*, 17(1): 1-15.
- Pabst, G.F. (1968). El género *Mormodes* (Lindl.) en Colombia. *Orquideología*, 3(3): 131-146.
- Pansarin, E.R. & Pansarin, L.M. (2010). Reproductive biology of *Trichocentrum pumilum*: an orchid pollinated by oil-collecting bees. *Plant biology*, 13: 576-581.
- Pansarin, E.R. & Pansarin, L.M. (2016). Crane flies and microlepidoptera also function as pollinators in *Epidendrum* (Orchidaceae: Laeliinae): the reproductive biology of *Epidendrum avicula*. *Plant Species Biology*, 32: 200-209. doi: 10.1111/1442-1984.12140
- Pinheiro, F. & Cozzolino, S. (2013). *Epidendrum* (Orchidaceae) as a model system for ecological and evolutionary studies in the neotropics. *Taxon*, 62: 77-88.
- Pupulin, F. & Bogarín, D. (2012). A taxonomic revision of *Encyclia* (Orchidaceae: Laeliinae) in Costa Rica. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 168: 395-448.
- Romero, G. (2012). Las flores unisexuales y dimórficas de *Catasetum* Rich. (Orchidaceae), *Herbario CICY*, 4: 32-36.
- Roubik, D.W. & Ackerman, J.D. (1987). Long-term ecology of euglossine orchid-bees (Apidae: *Euglossini*) in Panama, *Oecologia*, 73: 321-333.
- Ruiz, B., Laguna, C., Iglesias, A., Damon, A., Marín, H., Azpíroz, R. & Moreno, M. (2008). Germinación *in vitro* de semillas de *Encyclia adenocaula* (La Llave & Lex.) Schltr (Orchidaceae). *Revista Internacional de Botánica Experimental*, 77: 203-215.
- Salazar, C., G.A. & Hagsater, E. (1990). *Mormodes oestlundiana*, una especie nueva de Guerrero, México. *Orquídea (Mex)*, 12(1): 65-74.
- Schweinfurth, C. (1962). Botanical Museum Leaflets Harvard University. Novelties in the Orchid Flora of the Guayana Highlands II. Vol. XX.

- Schweinfurth, C. (1967). Orchidaceae of the Guayana Highland. *Memoirs of the New York Botanical Garden*, 14: 69-214.
- Singer, R.B. (2002). The pollination mechanism in *Trigonidium obtusum* Lindl (Orchidaceae: Maxillariinae): sexual mimicry and trap-flowers. *Annals of Botany*, 89(2): 157-163.
- Singer, R.B. (2003). Orchid pollination: recent developments from Brazil. *Lankesteriana*, 7(11): 111-114.
- Singer, R. (2009). Morfología floral y polinización de orquídeas: el segundo libro de Charles Darwin. *Acta Biológica Colombiana*, 14: 337-348.
- Singer, R. & Koehler, S. (2004). Pollinarium morphology and floral rewards in Brazilian Maxillariinae (Orchidaceae). *Annals of Botany*, 93(1): 39-51.
- Standley, P.C. (1927). The flora of Barro Colorado Island, Panamá. Washington, Smithsonian Institution Series: Smithsonian Miscellaneous Collections, 78(8): 42 p.
- Szlachetko, D.L. & Kolanowska, M. (2013). Notes on the *Scaphyglottis fusiformis* complex (Orchidaceae, Epidendroideae) in Colombia with the description of two new species. *Annales Botanici Fennici*, 50(5): 300-304.
- Szlachetko, D.L. & Kolanowska, M. (2014a). Two new species of *Scaphyglottis* (Orchidaceae, Epidendroideae) from Colombia. *Polish Botanical Journal*, 59(1): 1-5.
- Szlachetko, D.L. & Kolanowska, M. (2014b). A new species of *Scaphyglottis* (Orchidaceae, Epidendroideae) from Colombia. *Plant Systematics and Evolution*, 300(5): 1031-1034.
- Valencia, J. (2014). Las orquídeas de San José de Suaita (Santander, Colombia). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Instituto de Ciencias Naturales.
- Van den Berg, C., Fernández-Concha, G.C., Pridgeon, A.M., Veitch, N.C. & Grayer, R.J. (2005). *Encyclia*. In 'Genera *Orchidacearum*; Epidendroideae. Part 2. (Eds. A.M. Pridgeon, P.J. Cribb, M.W. Chase, F.N. Rasmussen), (Oxford University Press: New York), 4: 232-236.
- Van den Berghe, E. & Guardian, I. (2008). Las orquídeas de Nicaragua, una guía de campo. Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, Nicaragua.
- Van der Cingel, N.A. (2001). An atlas of orchid pollination, America, Africa, Asia and Australia. A.A. Balkema, Rotterdam, Brookfield, Netherlands. 293 p.
- Van der Pijl, I. & Dodson, C.H. (1966). *Orchid flowers; their pollination and evolution*. Coral Gables, Miami, USA: University of Miami Press.
- Wolf, J. (2003). Diversidad y ecología de comunidades epífitas en la cordillera Central, Colombia. In: Van der Hammen, T. & Dos Santos, A. (Eds.). *Estudios de ecosistemas tropandinos* (pp. 453-502.). Bogotá, D.C. Colombia: Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" (IGAC), Instituto de Ciencias Naturales – Museo de Historia Natural (ICN), Hugo de Vries-Laboratorium (IBED).
- Wolf, J. (1994). Factors controlling the distribution of vascular and non-vascular epiphytes in the northern Andes. *Vegetatio*, 112: 15-28.
- Zambrano-Romero, B.J. & Solano-Gómez, R. (2016). Una nueva especie de *Maxillaria* (Orchidaceae: Maxillariinae) del suroccidente de Ecuador. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87(1): 29-34.
- Zotz, G. (1998). Demography of the epiphytic orchid, *Dimerandra emarginata*. *Journal of Tropical Ecology*, 14: 725-741.





# **CAPÍTULO 6**

# **BOSQUES EN MINIATURA, LOS BRIÓFITOS DE CUPIAGUA Y AGUAZUL DEPARTAMENTO DE CASANARE**



**DIEGO ANDRÉS MORENO-GAONA<sup>1</sup>, JORGE ENRIQUE GIL-NOVOA<sup>1</sup>,  
MARÍA EUGENIA MORALES-PUENTES<sup>1</sup>, PABLO ANDRÉS GIL-LEGUIZAMÓN<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Grupo Sistemática Biológica (SisBio), Herbario UPTC, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

# ¿QUÉ ES UN BRIÓFITO?

La palabra "briófito" viene del lenguaje griego que significa plantas que se hinchan con la hidratación (Vanderpoorten & Goffinet, 2009). Entre ellos se encuentran a los musgos, las hepáticas y los antoceros; los briófitos, son considerados como uno de los grupos de plantas más diverso y más antiguos del planeta (Goffinet, Buck, & Shaw, 2008). Lograron adaptarse a diferentes ambientes, y se encuentran en lugares como, las cortezas de árboles, rocas, la materia en descomposición, suelo, sobre las hojas, y básicamente en cualquier lugar en el que encuentren las condiciones mínimas para sobrevivir (Frahm *et al.*, 2003).

Estas plantas se diferencian de las plantas vasculares porque son, organismos generalmente pequeños, usualmente sus colores son verdes, amarillos, dorados, verde oscuros hasta negros; tienen rizoides, hojas que en el caso de los briófitos se denominan "filidios", tallos (caulidios), entre otras características que se explican más adelante (Estébanez, *et al.* 2011). Estas plantas poseen una gran capacidad de captación de agua por absorción (por ejemplo, *Sphagnum* que puede absorber hasta 300 veces su peso en agua; Glime, 2007), lo que les permite retenerla y regularla, para ser utilizada en periodos de sequía y suministro en procesos vitales, dicha condición se denomina "poiquilohidria" (Hallingbäck & Hodgetts, 2000) (Figura 1).



**Figura 1.** Vista general de musgos creciendo en el bosque donde conservan agua. **A.** Briófitos sobre tronco de árbol; **B.** Briófitos sobre ramas.

## ¿QUÉ ES UN MUSGO?

Los hay en tamaño pequeño hasta muy grandes, de colores verde claro, verde oscuro, amarillos, dorados hasta negros, poco a muy ramificados, presentan variaciones en la disposición de sus hojas, organizadas de forma dística (hojas en dos hileras) o de forma espiral (más de dos filas de hojas alrededor del tallo). Algunas hojas presentan un nervio central (costa), que puede ser simple, corto, largo, bifurcado o estar ausente. El borde de las hojas puede ser también muy variable, por ejemplo: entero, serrulado, dentado o liso; y las células que conforman la hoja, pueden ser lisas o papilosas (pequeñas protuberancias sobre las células), además estas presentan una gran variedad de formas desde cuadradas, pasando por redondas, rómbicas, lineales, ovales, entre otras (Estébanez *et al.*, 2011; Calzadilla & Churchill, 2014) (Figura 2).



**Figura 2.** Musgo creciendo en el bosque.

Los musgos presentan tres formas de crecimientos, así (Calzadilla & Churchill, 2014) (Figura 3):

1) **Pleurocárpicos**, estructura reproductiva o esporófito, sale lateralmente de la planta, y su crecimiento generalmente es rastrero o inclinado al sustrato sobre el cual crece;

2) **Acrocárpicos**, el esporófito sale de la parte superior de la planta y su crecimiento es erecto y solitario;

3) **Cladocárpicos**, son una variación de la forma pleurocárpica, en la cual nace en la punta de una rama lateral.



**Figura 3.** Formas de crecimiento en los musgos. **A.** Musgo pleurocárpico; **B.** Musgo acrocárpico; **C.** Musgo cladocárpico.

El esporófito consiste en un **pie** (punto de fijación al gametofito), una **seta** (pedúnculo que facilita la diseminación de las esporas contenidas en la cápsula

que está sostenida por la seta) y una **cápsula**, que es básicamente una urna que contiene las esporas (Estébanez *et al.*, 2011; Calzadilla & Churchill, 2014).

## ¿QUÉ ES UNA HEPÁTICA?

Son plantas de tamaños pequeños, desde 1 cm hasta aproximadamente 20 cm; presentan gran variedad de colores, en las formas de las hojas, la forma de células, la forma del anfigastro, cuenta con dientes en sus hojas y rizoides, pero a diferencia de los musgos, la mayoría no presentan costa o nervio

central o medio. El nombre de hepática se debe a la forma de sus hojas, arriñonadas o en forma de hígado. Existen dos tipos, de acuerdo con la forma de crecimiento (Estébanez *et al.*, 2011; Goffinet *et al.*, 2008) (Figuras 4 y 5):



**Figura 4.** Hepática talosa, donde se destaca el esporofito con la seta verde hialina y la cápsula elongada que se abre en valvas.

- a) **Hepáticas foliosas**, generalmente se presenta en dos filas de hojas, a cada lado del tallo, además presentan un lobo, que es un pliegue en la parte baja de la hoja, y una tercera hoja en el medio de las dos principales, sobre el tallo o caulidio, conocidas como anfigastro.
- b) **Hepáticas talosas**, generalmente son cintas simples o en forma de lámina o talo poco ramificadas, presentan rizoides, escamas, poros, yemas masculinas y femeninas y variación en su estratificación celular interna (Estébanez *et al.*, 2011; Goffinet *et al.*, 2008).



**Figura 5.** Formas de crecimiento en las hepáticas. **A.** Hepática foliosa; **B.** Hepática talosa.

El esporófito, está constituido por pie, seta y cápsula, la cual hasta su madurez está protegida por una estructura en forma de cápsula llamada perianto, perigonio o marsupio, en hepáticas foliosas, mientras que para las talosas se presentan un involucro o un falso perianto. En este último caso, la cápsula al madurar se abrirá en cuatro partes (Calzadilla & Churchill, 2014; Gradstein *et al.*, 2001).

## ¿QUÉ ES UN ANTOCERO?

Es el grupo menos conocido de los briófitos; presenta un talo similar a las hepáticas talosas complejas, de color oscuro, las células presentan un solo pirenoide (estructuras internas de las células). Se diferencia de las hepáticas talosas porque su esporófito cuando madura, no se abre en cuatro partes, sino en dos, como láminas delgadas. Se diferencia de musgos y hepáticas, porque el esporófito no posee una seta definida, y en la parte final se divide solo en dos valvas. (Estébanez *et al.*, 2011; Gradstein *et al.*, 2001).

## EVOLUCIÓN Y TAXONOMÍA

Los briófitos, hace aproximadamente, 470 millones de años evolucionaron de las algas verdes (Carófitas), ancestro común de las plantas terrestres, denominadas embriófitas (Cox *et al.*, 2010). Este grupo se originó en el Ordovícico medio, y su diversificación ocurrió durante el Ordovícico tardío (Bateman *et al.*, 1998; Goffinet *et al.*, 2008). En términos evolutivos, los briófitos son plantas que muestran la transición de las acuáticas a las terrestres, mediante diferentes adaptaciones morfológicas, fisiológicas y de ciclo de vida (Cox *et al.*, 2010).

Las plantas terrestres están bien soportadas para ser consideradas un grupo monofilético (con un solo ancestro), tanto por datos morfológicos como moleculares (colocar cita); sin embargo, en los briófitos, la sistemática no es completamente clara, pero todo parece indicar que, al igual que sus predecesores, forman

un grupo monofilético, siendo los antoceros los más basales y los musgos, el grupo más reciente (Puttick, et al. 2018).

En cuanto a las hepáticas, el ancestro común corresponde a las hepáticas talosas (Crandall-Stotler, Stotler & Long, 2009), mientras que en las hepáticas foliosas son más recientes. En cuanto a musgos, el grupo basal corresponde a musgos acrocárpicos (De Luna, Newton, Withey, González & Mishler, 1999), debido a sus estructuras más sencillas, dejando a los pleurocárpicos como el grupo más reciente, por sus estructuras más complejas principalmente por las

características de su esporófito (Buck, Cox, Shaw & Goffinet, 2004; Shaw, Cox, Goffinet, Buck & Boles, 2004; Vanderpoorten & Goffinet, 2009).

Los primeros sistemas de clasificación de briófitos estaban basados en características morfológicas como la forma del esporófito, peristoma y sexualidad; posteriormente, dichos sistemas de clasificación, han ido cambiando y han contemplado atributos como los celulares. Actualmente, las clasificaciones se siguen basando en las características morfológicas e incorporan datos moleculares (Cox et al., 2010; Crandall-Stotler et al., 2009; Villareal et al., 2010).

## DIVERSIDAD DE BRIÓFITOS

La diversidad de plantas es una de las mayores riquezas y fuente incalculable de biodiversidad para los seres humanos, ya que de esta se obtiene beneficios (Aguirre, 2008; Aguirre & Ruiz, 2001). Para 2010 se registran cerca de 8.500 especies de hepáticas (von Korat et al., 2010); mientras que para musgos 12.500 (Cox, Goffinet, Wickett, Boles, & Shaw, 2010) y antoceros 250 (Villareal, Cargill, Hagborg, Söderstrom & Renzaglia, 2010). En Colombia, se han registrado cerca de 2.000 especies, principalmente porque esta región cuenta con una gran variedad de ecosistemas para el establecimiento de estos organismos, gracias, a las condiciones ambientales óptimas como humedad, temperatura, sombra, entre otras (Frahm et al., 2003; Gradstein et al., 2001, Linares & Uribe 2002). De igual forma, se resalta que esta zona cuenta con

el mayor número de especies únicas o endémicas del mundo, con cerca del 8% de hepáticas y 68% de musgos (Vanderpoorten & Goffinet, 2009).

En Colombia se calculan aproximadamente 1.647 especies de briófitos, 932 musgos (Bernal, Gradstein & Celis, 2015), 715 hepáticas (Gradstein, 2016), y 15 antoceros (Gradstein, 2018). En el departamento de Casanare existen 113 especies de briófitos, distribuidas en 64 hepáticas y 49 musgos, siendo este uno de los departamentos que hasta el momento ha mostrado un menor número de especies (Bernal et al., 2015). Lo anterior se debe, posiblemente, a que continúa siendo una de las zonas del país, más pobremente muestreadas, y por lo tanto se requiere un mayor número de estudios taxonómicos, como el presente, ya que se convierte en pionero para esta región.

## ECOLOGÍA

Los briófitos se encuentran desde las zonas muy frías como son los polos, hasta zonas muy cálidas, los bosques tropicales. Estas plantas cumplen un rol importante en la regulación del agua, acumulación de biomasa, colonización de nuevos hábitats, fijación de carbono, interacción con otros organismos, son también indicadores de la calidad del aire y del

estado de un bosque, entre otros atributos (Churchill & Linares, 1995; Hallingbäck & Hodgetts, 2000). Intervienen activamente en la producción y acumulación de hojarasca, también en la fijación de grandes cantidades de nitrógeno, absorción de metales pesados, en la fijación de carbón, en los



procesos de colonización, estabilizan el suelo para el establecimiento por plantas vasculares (Tuba, Slack & Stark, 2011).

Así mismo, si este presenta algún grado de intervención, esto se ve reflejado directamente sobre los briófitos, afectando desde su desarrollo normal, hasta la desaparición de ciertas especies sensibles. (Hallingbäck & Hodgetts, 2000).

Igualmente, los briófitos tienen la capacidad de embeber considerables cantidades de agua, provenientes de la humedad ambiental y de la escorrentía después de la lluvia, por lo que juegan un papel importante en la captación, retención y distribución del agua. Otra característica sorprendente de estas plantas es que, en los periodos de sequía, su actividad fisiológica disminuye para reducir el consumo de agua y otros nutrientes (Hallingbäck & Hodgetts, 2000; Gradstein *et al.*, 2001).

## CONSERVACIÓN

Los constantes cambios a los que se han vistos sometidos los briófitos por la pérdida y transformación de los bosques han llevado a pensar, ¿cómo se puede hacer para conservar y proteger estas plantas?; por el cuestionamiento anterior, – primero, hay que definir qué es la conservación y en qué consiste; tal disciplina surge como respuesta al aumento de la pérdida de la biodiversidad que se presenta actualmente, tiene como fin tomar medidas para mitigar, controlar y evitar la pérdida de la biodiversidad en determinada área, para establecer la necesidad de conservar una especie en peligro, para este objetivo se siguen los parámetros de Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2010) para darle una de las siete categorías, teniendo en cuenta los siguientes pasos (Hallingbäck & Hodgetts, 2000; Gradstein *et al.*, 2001; Vanderpoorten & Goffnet, 2009):

1. Registro de la distribución de la especie;
2. Evaluar su población y riesgos de desaparecer;
3. Proponer un programa de conservación;
4. Ejecución del programa, y
5. Evaluar la efectividad del programa.

Según cifras del SiB Colombia, se cuenta con un estimado de 93 especies de briófitos en algún grado de amenaza para el país, de las cuales 80 están en una categoría Vulnerable (Vu), ocho en peligro Crítico (CR) y cinco en Peligro (EN) (SiB Colombia, 2018).

La conservación de flora es un asunto que cada vez fija más el interés, no solo de investigadores, sino de la comunidad en general. A nivel mundial, el estudio de conservación de briófitos se ha dirigido a la realización de cultivos *in vitro* (Sarasán *et al.*, 2006; Rowntree, 2006; Aguirre & Rangel, 2007; Avendaño & Aguirre, 2007; Rowntree, Pressel, Ramsay, Sabovljevic & Sabovljevic, 2011), mientras que *ex situ*, son pocas las investigaciones al respecto (Rowntree & Ramsay, 2005).

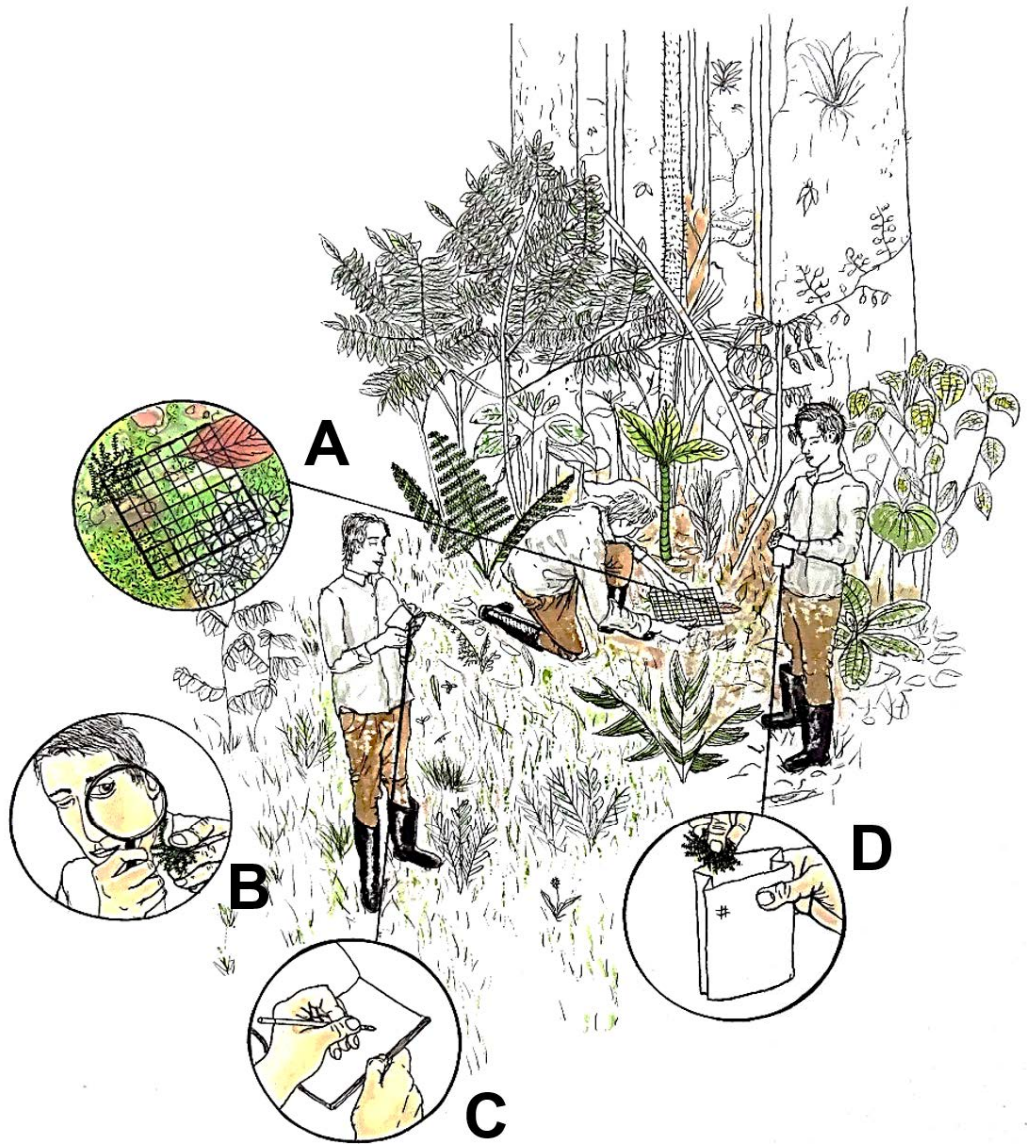
# UTILIDAD

Aunque aparentemente, los briófitos no tienen uso, su utilidad se extiende a una amplia variedad de servicios. Tradicionalmente, en países como Japón son manejados con fines de horticultura (Hallingbäck & Hodgetts, 2000); también tienen provecho en la industria de los combustibles en países como, Finlandia, Alemania, Irlanda, Polonia, Rusia y Suecia, según lo explica Glime (2007), la industria hace uso de la turbera con cerca de la mitad de la producción anual. Se estima que todas las turberas del mundo son equivalentes hasta 200 millones de toneladas de petróleo; del mismo modo, musgos como *Sphagnum*, han sido usados en la industria textil, desde principios del siglo XX como apósitos quirúrgicos por parte del ejército británico, así también empleado como medicina natural.

# MÉTODO DE MUESTREO

Se llevó a cabo la recolecta de briófitos siguiendo la metodología propuesta por Holz, Gradstein, Heinrichs & Kappelle (2002), la cual consiste en un muestreo general de manera aleatoria, con la realización de levantamientos en todos los sustratos disponibles, como: corteza, tronco en descomposición, roca, raíz aflorante, suelo y hojas de árboles, para lo que se delimitaron ocho parcelas de 20x50 m, establecidas en dos bosques, denominados El Triunfo y El Englobe y situados en el municipio de Aguazul, Casanare. De igual forma, se establecieron las diferentes formas de crecimiento (péndula, cojín, tapete, mata, etc.) a partir de la propuesta de Calzadilla y Churchill (2014), y Gimingham y Birse (1957).

El proceso de determinación de especies se llevó a cabo en el Herbario UPTC, mediante el uso de equipos ópticos, tales como microscopios, estereoscopios y cámara digitales asociadas a estos, igualmente poder establecer las especies se procesaron con apoyo de bibliografía especializada con claves especializadas (Churchill & Linares, 1995; Gradstein et al., 2001, entre otros) y colaboración de especialistas para algunos grupos. La colección de material se incluyó en el Herbario UPTC, en el caso de los musgos bajo el sistema de clasificación propuesto por Goffinet, Buck & Shaw (2009) y para hepáticas según Schuster (1984) con modificaciones (Figura 6). Para ello, se elaboraron sobres doblados que tienen incluidas las etiquetas bajo modelo previamente establecido, así también la designación de un número de herbario para su inclusión (Figura 7).



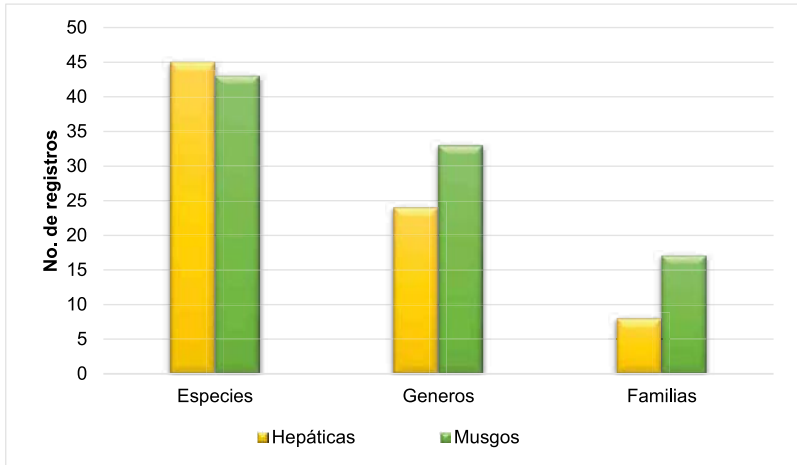
**Figura 6.** Muestreo de briófitos en el campo. **A.** Toma de las muestras a partir de una plantilla cuadrícula para establecer la cobertura de la muestra; **B.** Observación de los briófitos a través de lupa; **C.** Toma de datos de campo para cada una de las muestras tomadas; **D.** Muestras depositadas en bolsas de papel para llevar al laboratorio (imagen del Convenio 5211740 Uptc-Ecopetrol 2012-2019).



**Figura 7.** Proceso curatorial en el Herbario UPTC de ejemplares de briófitos. **A.** Observaciones de ejemplares a través de equipos ópticos; **B.** Revisión de muestras en el Herbario; **C.** Muestras en sobres de herbario con etiquetas para ser incluidas en el herbario; **D.** Designación de un número para la inclusión en la colección de referencia.

## RESULTADOS

Dentro de los resultados sobresalientes de este estudio, se hallaron, 393 muestras, distribuidas en 25 familias, 57 géneros y 96 especies de briófitos. Siendo las hepáticas el grupo que presenta la mayor cantidad de especies (45), reunidas en ocho familias y 24 géneros; mientras que, para los musgos, fueron halladas 43 especies, organizados en 17 familias y 33 géneros. El tercer grupo de briófitos que son los antoceros, no fueron encontrados, debido posiblemente a que la zona de estudio no presenta las condiciones adecuadas para que estos organismos se establezcan y desarrollen (Figura 8).



**Figura 8.** Musgos y hepáticas encontrados en los bosques El Triunfo y El Englobe, en Cupiagua y Aguazul del departamento de Casanare.

Las familias de briófitos más representativas son, Lejeuneaceae con 27 especies seguido por Plagiochilaceae, Sematophyllaceae e Hypnaceae cada una con seis especies. En ese orden se encuentran Pilotrichaceae y Frullaniaceae con cinco, Fissidentaceae y Brachytheciaceae con cuatro, mientras que Leucobryaceae, Stereophyllaceae y Metzgeriaceae cada una de estas familias presentó tres especies. En el caso de Neckeraceae, Thuidiaceae y Calymperaceae cada una de ellas presentó dos especies, y finalmente, las familias Dicranaceae, Entodontaceae, Racopilaceae, Pterobryaceae, Macromitriaceae, Pallaviciniaceae, Riccardiaceae, Helicophyllaceae, Porellaceae, Calypogeiaceae y Pottiaceae solo registraron una especie cada una.

Entre los géneros representativos, *Plagiochila* registró seis especies siendo el más diverso, seguido por *Lejeunea* y *Frullania* con cinco especies. Luego están géneros como *Sematophyllum* y *Fissidens* con cuatro; *Metzgeria* registró tres especies, mientras que los géneros *Octoblepharum*, *Neckeropsis*, *Cheilolejeunea*, *Rauarella*, *Entodontopsis*, *Neurolejeunea*, *Lepidopilum*, *Zelometeorium*, *Archilejeunea*, *Symbiezidium*, *Brachiolejeunea* y *Drepanolejeunea*, que registraron cada uno dos especies. Por último están *Rhacopilopsis*, *Mittenothamnium*, *Pilotrichidium*, *Leucoloma*, *Squamidium*, *Mastigolejeunea*, *Meteoridium*, *Vesicularia*, *Erythrodonium* *Colole-*

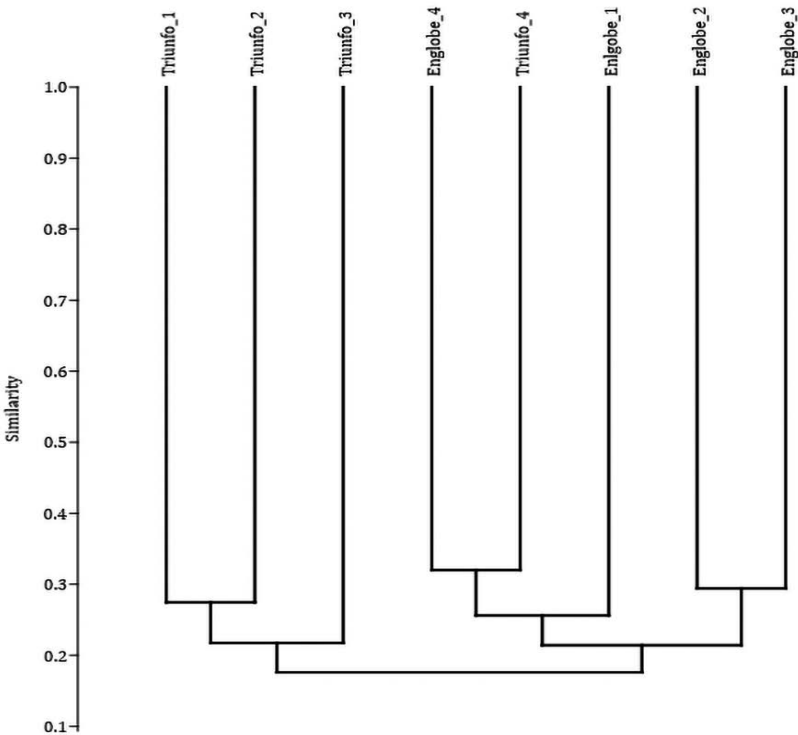
*jeunea*, *Pilosium*, *Ctenidium*, *Lopholejeunea*, *Ectropothecium*, *Henicodium*, *Acroporium*, *Racopilum*, *Marchesinia*, *Taxithelium*, *Symphyogyna*, *Callicostella*, *Riccardia*, *Syrhhopodon*, *Leptolejeunea*, *Leucobryum*, *Helicophyllum*, *Macromitrium*, *Isopterigium*, *Calypogeia*, *Acanthacoleus*, *Porella*, *Acrolejeunea*, *Harpalejeunea*, *Calymperes*, *Cyclodictyon*, *Schiffnolejeunea* y *Sintrichia*, géneros con solo una especie cada uno.

Las especies que más veces se registran son *Sematophyllum subsimplex* con 19 muestras, seguidos de *Lejeunea laetevirens* y *Neckeropsis undulata* cada una con 18, *Sematophyllum subpinnatum* con 14 y *Rauarella praelonga* con 13, *Cheilolejeunea rigidula* y *Octoblepharum cocuiense* con 12 ejemplares para cada una. Con 11 registros están especies como, *Rhacopilopsis trinitensis*, al igual que, *Mittenothamnium reptans*. Luego de estas, *Pilotrichidium calli-costatum*, *Frullania winteri*, *Fissidens steerei*, *Octoblepharum albidum* y *Plagiochila dística* se encontraron con 10 registros. Finalmente, se registraron 30 especies menos frecuentes entre las que están *Calymperes afzelii*, *Cyclodictyon albicans*, *Drepanolejeunea bidens*, *Frullania gibbosa*, *F. riojaneirensis*, *F. bogotensis*, *Fissidens crispus*, *Isopterigium tenerifolium* *Metzgeria furcata*, *M. fruticola*, *Plagiochila diversifolia*, *P. superba*, *Porella swartziana* y *Zelometeorium patens*.

# DISTRIBUCIÓN DE BRIÓFITOS EN LOS BOSQUES Y PARCELAS

De las cuatro parcelas establecidas en el bosque El Triunfo, el mayor número de especies se presentó en la parcela cuatro con un total de 33 especies; seguido de las parcelas dos con 32 taxones y tres con 31 taxones; en las parcelas del bosque El Englobe, la mayor diversidad de especies se registró en la parcela tres con 31 especies y en la parcela cuatro con 27 especies, mientras que la parcela dos presentó 22 especies. Las parcelas número uno de ambos bosques, tuvieron 25 especies en cada una de ellas.

Posteriormente, se estableció en porcentaje el grado de semejanza entre las parcelas, a partir del número de especies compartidas y se identificaron agrupaciones similares, como las registradas entre las parcelas uno y dos del bosque El Triunfo (28%), de igual forma se comparte con las especies presentes en la parcela tres (22%). Para el bosque El Englobe se presenta una agrupación entre las especies encontradas en las parcelas dos y tres (31% de especies). Finalmente, comparten especies entre parcelas, cuatro de El Englobe y El Triunfo (32% de especies), y a su vez, la parcela uno de las dos localidades (aproximadamente con 27% de especies) (Figura 9).

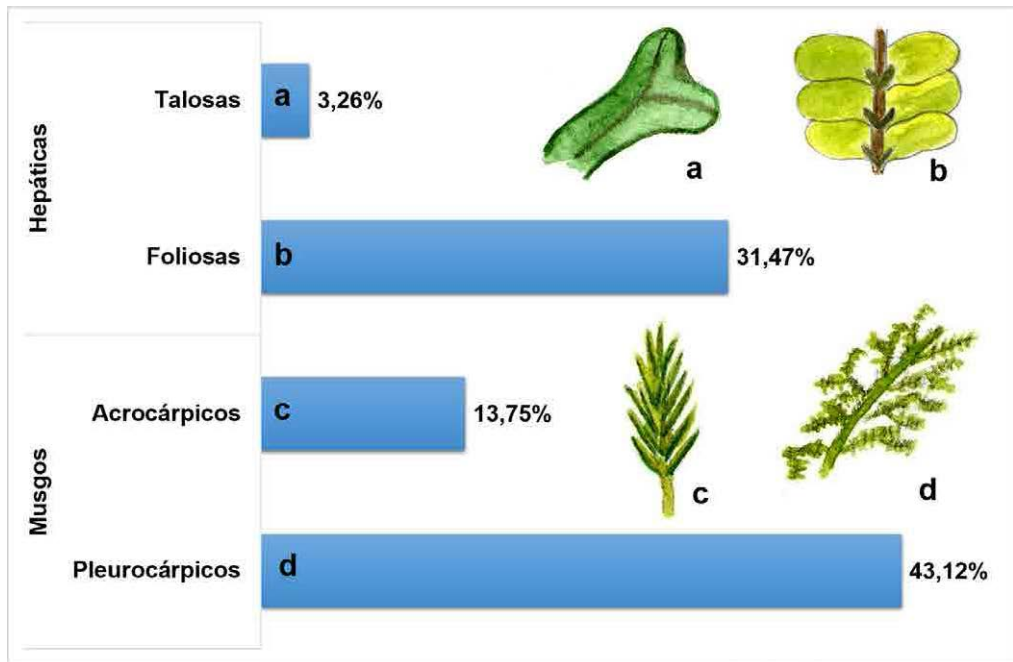


**Figura 9.** Semejanza relacionada entre la composición de especies de briófitos en las parcelas de los bosques de las áreas de El Englobe y El Triunfo del municipio de Aguazul en el departamento de Casanare.

# FORMAS DE CRECIMIENTO

El hábito de crecimiento en los musgos que se encontró con mayor frecuencia en ambos bosques corresponde al tipo pleurocárpico, con un porcentaje de 43.12%, mientras que el tipo acrocárpico, registró

un valor de 13.75%; en lo concerniente a hepáticas, el hábito que sobresalió fue el tipo folioso con 31.47% y con una menor representatividad está el hábito taloso con 3.26% (Figura 10).

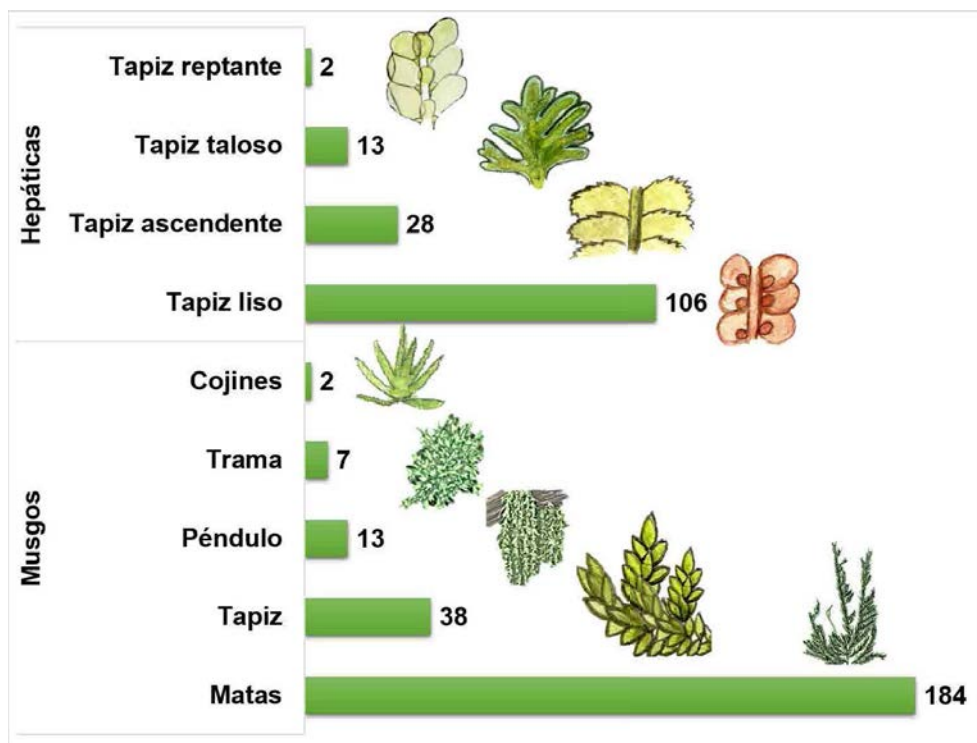


**Figura 10.** Representatividad de las formas de crecimiento de plantas no vasculares en los bosques de las zonas de El Triunfo y El Englobe en el municipio de Aguazul, Casanare. Hepáticas: a) Talosas; b) Foliosas; Musgos: c) Acrocárpicos; d) Pleurocárpicos.

# FORMAS DE VIDA

De las 393 muestras encontradas, la forma de vida con mayor frecuencia corresponde a las matas con 184 registros (equivalente al 46.82%), seguido el tapiz con 38 (9.67%), también las formas péndulas con 13 (3.30%) y las tramas, contaron con siete registros (1.78%). Finalmente, y con solo dos

registros (0.50%) están los cojines. Mientras que las hepáticas, el mayor número fueron las formas de tapiz liso con 106 registros (29.98), seguidas de tapiz ascendente con 28 (7.12%), tapiz taloso con 13 (3.30%) y, por último, la forma reptante con tan solo dos registros (0.50%) (Figura 11).



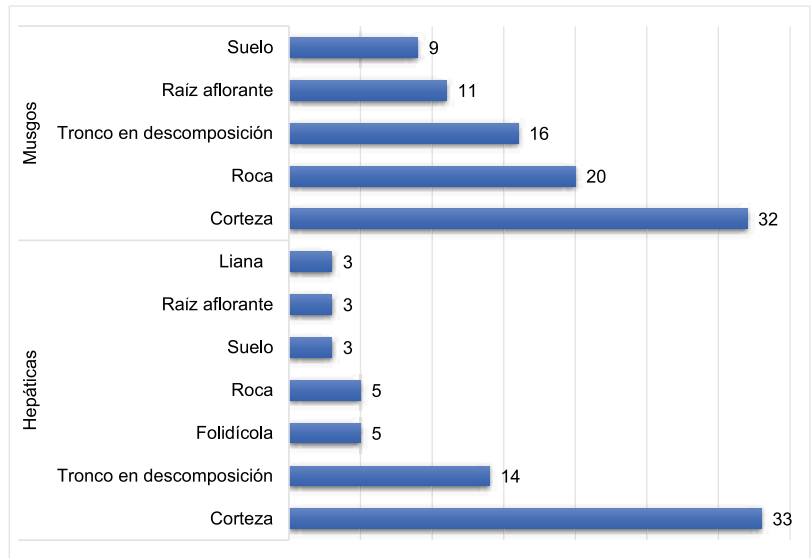
**Figura 11.** Formas de vida de cada uno de los grupos de plantas no vasculares en los bosques de las zonas de El Englobe y El Triunfo del municipio de Aguazul, departamento de Casanare.

## SUSTRATOS

Sobre la corteza de árboles se registraron 236 muestras, haciendo de este sustrato el que alberga la mayor riqueza de briófitos con 65 especies. (33 hepáticas y 32 musgos), seguido del tronco en descomposición con 50 ejemplares, representadas por 30 especies (14 hepáticas y 16 musgos); la raíz aflorante registra 26 muestras con 25 especies,

dominado por los musgos con 20 especies y tan solo cinco hepáticas. Luego, en el suelo se encontraron 26 muestras con 12 especies (tres hepáticas y nueve musgos), el sustrato foliídico con 10 registros, con solo cinco especies de hepáticas y, por último, en lianas se encontraron tres muestras creciendo sobre ellas y únicamente hepáticas (Figura 12).





**Figura 12.** Registros de musgos y hepáticas en los bosques de las zonas de El Triunfo y El Englobe del municipio de Aguazul, Casanare.

## DISCUSIÓN

De acuerdo con la historia de transformación del área de estudio, los bosques han sido fragmentados y posteriormente abandonados, y en algunos casos, han recibido procesos de reforestación a través de programas, donde se han reincorporado especies consideradas de vocación maderera con interés comercial, mas no en un enfoque de protección de la flora nativa de la región hasta los últimos años; sin embargo, en esta historia, se enmarca el resurgimiento del banco de semillas a estos bosques y de la flora remanente (capítulos 1 y 2).

En estos ambientes se han desarrollado microhábitats propicios para el crecimiento de los briófitos (Glime, 2017) en diferentes sustratos, que cobijan 96 especies siendo las hepáticas las más ricas; ello indica que tales microhábitats están protegidos por follaje y que guardan humedad para el sostenimiento de las mismas, siendo más sensibles a los cambios ambientales (Wolf, 2003), como es el caso especial de la familia Lejeuneaceae, grupo diverso con caracteres morfológicos que le dan la capacidad para sobrevivir bajo estas condiciones. Así también, otros grupos de musgos de diferentes familias del orden Hypnales, tales como Hypnaceae y Sematophyllaceae que tienen estructuras morfológicas que les permiten desarrollarse en distintos sustratos (Figuras 7, 9-11) y se adaptan a diversas condiciones ambientales (Cámara & Kellogg, 2010). Del mismo modo, Fissidentaceae, junto a otras familias, se asocian a diferentes sustratos y a los cuerpos de agua; no obstante, la presencia de dichas plantas está condicionada a variaciones climáticas, ya que, su mayor o menor exuberancia depende de la disponibilidad de agua en

el ambiente y sus diferentes estrategias morfológicas en respuesta a tales condiciones (Cámara & Kellogg, 2010; Oliveira & Bastos, 2010).

Respecto a las briófitas epífitas y no existe una diferencia significativa entre las áreas de muestreo (El Triunfo y El Englobe) en número de especies; dichos ambientes arbolados, lentamente han propiciado en crecimiento de estas plantas; sin embargo, por las estrategias en sus formas de crecimiento, las pleurocárpicas son las dominantes sobre las acrocárpicas (43.12% vs. 13.75% respectivamente) (Cámara, & Kellogg, 2010; Gilmer 2017a); así mismo, las hepáticas, presentan un mayor dominio por los grupos foliosos que pueden soportar más las condiciones de estrés como pérdida de agua y cambios en las condiciones ambientales debido a sus estrategias morfológicas como lo presentan muchos grupos de los registrados en el área de estudio, en sus formas de crecimiento: por ejemplo, *Frullania* con sus formas en tapiz liso, además de coloración parda que las protege del intenso sol y la presencia de sacos que les permite almacenar agua, así la suma de estas estrategias permiten los procesos de colonización de ambientes diversos y adversos (Gradstein, 2016; Gradstein, R. & Uribe, J., 2011; Gradstein, et al., 2001).

Los hábitos de crecimiento se relacionan con las condiciones de microhábitats, la heterogeneidad de los hábitats y la disponibilidad de sustrato (Benavides, Idárraga y Álvarez, 2004); de tal modo, que las formas de crecimiento colgantes o pendulares son predominantes en zonas nubladas, porque tienen la facilidad de captar la humedad del ambiental.

Benavides et al. (2004), menciona que las formas colgantes o pendulares, predominan en los bosques nublados, puesto que, tienen la capacidad de capturar la humedad del ambiente. Las tramas, cojines y matas son más complejos, siendo grandes acumuladores de agua (Frahm et al., 2003), y los cojines y céspedes se vuelven más dominantes a mayor altura (Avendaño & Aguirre, 2007).

Dentro de los sustratos de mayor preferencia están los troncos de los árboles, donde crecen tanto hepáticas como musgos, por lo que Holz (2003), establece que la arquitectura de la corteza es de vital importancia para la radicación de los diferentes briófitos, pues si la corteza es muy lisa no permite acumulación de nutrientes, a diferencia de presentar cortezas con hendiduras permitiendo un mejor anclaje y mayor acumulación de nutrientes (Linares, 1999). De igual manera las hepáticas dominan sobre los troncos en descomposición; no obstante, la dominancia otros sustratos es mayor por los musgos mas no por las hepáticas, ellos logran mantenerse en mayor medida sobre sustratos como rocas, donde las condiciones son mucho más agresivas y la materia orgánica es mínima o nula, y las condiciones de protección al medio ambiente o de exposición alta, encontrando especies pequeñas y de vida corta, influenciadas principalmente por la disponibilidad de agua (Hallingbäck & Hodgetts, 2000), y así también, sucede con el suelo, puesto que son sustratos con poca presencia de briófitos dado al hecho que la cantidad de luz que llega a los estratos bajos es muy poca, producto de la interferencia copas de los doseles (Frahm & Gradstein., 1991). Mientras que las hepáticas disminuyen sus procesos de colonización y por supuesto, de dominancia en los sustratos de roca, suelo, y demás, siempre su frecuencia y estabilidad se da en ambiente más protegidos y donde existen microhábitats más protegidos con disponibilidad de agua ambiental (Goffinet, Buck, & Shaw, 2009).

## CONCLUSIONES

Las hepáticas registran una mayor riqueza de especies sobre los musgos, debido a que se ha adaptado de una mejor manera a las condiciones ambientales propias de estos bosques.

Las formas de crecimiento pleurocárpicas dominaron sobre las otras formas, puesto que presentan adaptaciones morfológicas sencillas y evolutivamente recientes.

Los sustratos dominantes en los bosques del área de estudio son los troncos de árboles y madera en descomposición; no obstante, aunque se presentaron más especies de hepáticas que musgos, la diversidad de las especies por más sustratos en musgos que en hepáticas.

Pese a que los bosques del área de estudio son intervenidos, los briófitos se han venido adaptando a estas condiciones difíciles, por ejemplo, escases de humedad y exceso de luz, lo que les han permitido diversificarse.

Debido a que estos son los primeros trabajos que inician un proceso de profundización en briófitos, se propone continuar con esta labor, a partir de este insumo base.

Los resultados de este trabajo, reflejan la necesidad de continuar con los inventarios de briófitos en las zonas bajas, aumento en el conocimiento de estas plantas en dichas zonas y así, contribuir con los nuevos registros y hacer una aproximación a la diversidad de estas plantas para la zona y el departamento.

# BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, J. (2008). Diversidad y riqueza de musgos en el sistema cordillerano. En: Rangel, O. & O. (Eds.). Colombia, diversidad biótica VI: Riqueza y diversidad de los musgos y líquenes en Colombia (19-54 pp.). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales.
- Aguirre, J. & Ruiz, C.A. (2001). Composición florística de la brioflora de la Serranía del Perijá (Cesar - Colombia): distribución y ecología. *Caldasia*, 23(1): 181-201.
- Aguirre, J. & Rangel, O. (2007). Amenazas a la conservación de las especies de musgos y líquenes en Colombia –una aproximación inicial. *Caldasia*, 29(2): 235-262.
- Avendaño, K. & Aguirre, J. (2007). Los musgos (Bryophyta) de la región de Santa María-Boyacá (Colombia). *Caldasia*, 29(1): 59-71.
- Bateman, R.M., Crane, P.R., DiMichele W.A., Kenrick, P.R., Rowe, N.P., Speck, T. & Stein, E.W. (1998). Early evolution of land plant: Phylogeny, physiology and ecology of the primary terrestrial radiation. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 29: 263-292.
- Benavides, J. C., Idarraga, A. & Álvarez, E. (2004). Bryophyte diversity patterns in flooded and tierra firme forests in the Araracuara región, colombian Amazonia. *Tropical Bryology*, 25: 117-126.
- Bernal, R., Gradstein, S.R. & Celis, M. (2015). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. En: Bernal, R.G. (Ed.). Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Obtenido de: [www.catalogoplantascolumbia.unal.edu.co](http://www.catalogoplantascolumbia.unal.edu.co)
- Buck, W.R., Cox, C.J., Shaw, A.J. & Goffinet, B. (2004). Ordinal relationships of pleurocarpous mosses, with special emphasis on the Hookeriales. *Systematics and Biodiversity (Botany)*, 2: 121-145.
- Câmara, P.E.A.S. & Kellogg, E.A. (2010). Morphology and development of leaf papillae in Sematophyllaceae. *The Bryologist* 113(1): 22-33.
- Calzadilla, E. & Churchill, S.P. (2014). Glosario ilustrado para musgos neotropicales, Santa Cruz, Bolivia: Missouri Botanical Garden & Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado.

- Churchil, S. & Linares, E. (1995). *Prodomus Bryologiae Novo-Granatensis*. Introducción a la Flora de musgos de Colombia (Vol. I y II). Bogotá, D.C., Colombia: Guadalupe Ltda.
- Cox, C.J., Goffinet, B., Wickett, N.J., Boles, S.B. & Shaw, A.J. (2010). Moss diversity: A molecular phylogenetic analysis of genera. *Phytotaxa*, 9: 175-195.
- Crandall-Stotler, B., Stotler, R.E. & Long, D.G. (2009). Phylogeny and classification of the Marchantiophyta. *Edinburgh Journal of Botany*, (66): 155-198.
- De Luna, E., Newton, A.E., Withey, A., González, D. & Mishler, B.D. (1999). The transition to pleurocarpy: a phylogenetic analysis of the main diplolepidous lineages based on *rbcL* sequences and morphology. *The Bryologist*, 102(4): 634-650.
- Estébanez, P.B., Draper, I., Díaz, de A. & Burjalance, M.R. (2011). Briófitos: una aproximación a las plantas terrestres más sencillas Bryophytes: An approximation to the simplest land plants. *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 9: 19-73.
- Frahm, J.P., Pócs, T., O'shea, B., Koponen, T., Piippo, S., Enroth, J. & Fang, Y. (2003). *Manual of tropical bryology*. *Tropical Bryology*, 23: 1-196.
- García, S., Basilio, H., Herazo, F., Mercado, J. & Morales, M. (2016). Diversidad de briófitos en los Montes de María, Colosó (Sucre, Colombia). *Colombia Forestal*, (19): 41-52.
- García, M.S., & Mercado, J. (2017). Diversidad de briófitos en fragmentos de bosque seco tropical, Montes de María, Sucre, Colombia. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88(4): 824-885.
- Gimingham, C.H. & Birse, A.M. (1957). Ecological studies on growth-form in bryophytes: I Correlations between Growth-form and habitat. *Journal of Ecology*, 45(2): 533-545.
- Giraldo-Cañas, D. (2000). Variación de la diversidad florística de un mosaico sucesional en la cordillera Central Andina (Antioquia, Colombia). *Darwiniana*, 38(1-2): 33-42.
- Glime, J.M. (2017). Ecophysiology of development: Hormones. Chapt. 5-1. In: Glime, J.M. *Bryophyte Ecology*. Volume 1. *Physiological Ecology*. Ebook sponsored by Michigan Technological University and the International Association of Bryologists. Last updated 2 April 2017 and available at <<http://digitalcommons.mtu.edu/bryophyte-ecology/>>.
- Glime, J.M. 2017a. Adaptive strategies: Phenology, What does it mean? Chapt. 4-1. In: Glime, J.M. *Bryophyte ecology*. Volume 1. 4-1-1 *Physiological ecology*. Ebook sponsored by Michigan Technological University and the International Association of Bryologists. Last updated 6 March 2017 and available at <<http://digitalcommons.mtu.edu/bryophyte-ecology/>>.
- Goffinet, B., Buck, R. & Shaw, J. (2008). Morphology, anatomy, and classification of the Bryophyta. En G.B. Shaw. *Bryophyte Biology* (55-98 p.). Cambridge University Press.
- Goffinet, B., Buck, W.R. & Shaw, A.J. (2009). Morphology, anatomy, and classification of the Bryophyta. In: Goffinet, B. & Shaw, A.J. (Eds.), *Bryophyte biology* (second edition). Cambridge University Press, Cambridge, 53-138 p.
- Gradstein, S.R. (2018). Key to hornworts (Anthocerotophyta) of Colombia. *Caldasia*, 40(2):262-270.

- Gradstein, S.R. (2016). The genus *Plagiochila* (Marchantiophyta) in Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales*, 40(154): 104-136.
- Gradstein, S.R., & Uribe, J. (2011). A synopsis of the Frullaniaceae (Marchantiophyta) from Colombia. *Caldasia*, 33(2): 367-396.
- Gradstein, S.R., Churchil, S. & Salazar-Allen, S. (2001). Guide to the bryophytes of Tropical America. *Memoirs of the New York Botanical Garden*.
- Hallingbäck, T. & Hodgetts, N. (2000). Mosses, liverworts, and hornworts. Status survey and conservation action plan for bryophytes. Switzerland and Cambridge: IUCN/SSC Bryophyte Specialist Group. IUCN.
- Holz, I., Gradstein, S.R., Heinrichs, J. & Kappelle, M. (2002). Bryophyte diversity, microhabitat differentiation, and distribution of life forms in Costa Rican upper montane *Quercus* forest. *The Bryologist*, 105(3): 334-348.
- Holz, I. (2003). Diversity and ecology of bryophytes and macrolichens in primary and secondary montane *Quercus* forests, cordillera de Talamanca, Costa Rica (Tesis doctoral).
- Linares, E.L. (1999). Diversidad y distribución de las epífitas vasculares en un gradiente altitudinal en San Francisco, Cundinamarca. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*, 23: 133-139.
- Oliveira, O.H. & Bastos C.D.P. (2010). Fissidentaceae (Bryophyta) da Chapada da Ibiapaba, Ceará, Brasil. *Revista Brasil. Bot.*, 33(3): 393-405.
- Puttick, M.N., Morris, J.L., Williams, T.A., Cox, J.C., Edwards, D., Kenrick, P., Pressel, S., Wellman, C.H., Schneider, H., Pisani, D. & Donoghue, P.C.J. (2018). The Interrelationships of Land Plants and the Nature of the Ancestral Embryophyte. *Current Biology*, 28: 733-745.
- Rowntree, J.K. (2006). Development of novel methods for the initiation of *in vitro* bryophyte cultures for conservation. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 87: 191-201.
- Rowntree, J.K., Pressel, S., Ramsay, M., Sabovljevic, A. & Sabovljevic, M. (2011). *In vitro* conservation of European bryophytes. *In vitro Cellular & Developmental Biology - Plant*. 47(1): 55-64.
- Ruiz, C. & Aguirre, J. (2003). Las comunidades de briófitos y su relación con la estructura de la vegetación fanerogámica, en el gradiente altitudinal de la Serranía del Perijá (Cesar- Colombia). *Tropical Bryology*, 24(1): 101-113.
- Santos, G. & Aguirre, J. (2010). Los musgos de la región de las quinchas (Magdalena Medio, Colombia). *Caldasia*, 32(2): 257-273.
- Sarasan, V., Cripps, R., Ramsay, M., Atherton, C., McMichen, M., Prendergast, G. & Rowntree, J.K. (2006). Conservation *in vitro* of threatened plants - progress in the past decade. *In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant*, 42: 206-214.
- Shaw, A.J., Cox, C.J., Goffinet, B., Buck, W.R. & Boles, S.B. (2004). Phylogenetic evidence of a rapid radiation of pleurocarpous moss (Bryophyta). *Evolution*, 57(10): 2226-2241.
- Schuster, R.M. (1984). Evolution, phylogeny and classification of the Hepaticae. Schuster, R.M. (eds.). *New manual of bryology*. Hattori Botanical Laboratory Nichinan. 2: 892-1070.
- SiB Colombia. (octubre de 2018). Sistema de información sobre biodiversidad de Colombia. Obtenido de <https://sibcolombia.net/actualidad/biodiversidad-en-cifras/>

- Tuba, Z., Slack, N.G. & Stark, L.R. (2011). Bryophyte ecology and climate change (Vol. 506). Cambridge University Press.
- UICN. (2010). Guidelines for using the UICN Red List categories and criteria, Version 8.1. Commission on Standards and Petitions - UICN, Switzerland.
- Vanderpoorten, A. & Goffnet, B. (2009). Introduction to bryophyte. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Villareal, J.C., Cargill, D.Ch. Hagborg, A., Söderstrom L. & Renzaglia Sue, K. (2010). A synthesis of hornwort diversity: Patterns, causes and future work. *Phytotaxa*, 9: 150-166.
- Von Korat, M., Söderstrom, L., Renner, M.A., Hadborg, A., Briscoe, L. & Engel, J.J. (2010). Early land plants today (ELPT): How many liverwort species are there? *Phytotaxa*, 9: 22-40.
- Wolf, J.H.D. (2003). Diversidad y ecología de comunidades epífitas en la cordillera Central, Colombia. *Studies on Tropical Andean Ecosystems*, 5: 453-502.

# **CAPÍTULO 7**

# **LOS MUSGOS Y HEPÁTICAS**

# **QUE CRECEN EN DOS BOSQUES**

# **DEL MUNICIPIO DE AGUAZUL,**

# **CASANARE**



**DIEGO ANDRÉS MORENO-GAONA<sup>1</sup>, JORGE ENRIQUE GIL-NOVOA<sup>1,2</sup>,  
MARÍA EUGENIA MORALES-PUENTES<sup>1,2</sup>, PABLO ANDRÉS GIL-LEGUIZAMÓN<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Grupo Sistemática Biológica (SisBio), Herbario UPTC, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

<sup>2</sup>Grupo Sistemática Biológica (SisBio), Herbario UPTC, Maestría en Ciencias Biológicas, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.



# INTRODUCCIÓN

El término **briófitos** tiene origen griego y significa plantas que se hinchan con la hidratación (Vanderpoorten & Goffinet, 2009). Aparecieron en la Tierra hace aproximadamente 470 millones de años, durante el periodo Medio Ordovícico (Cox, Goffinet, Wickett, Boles & Shaw, 2010; Bateman *et al.*, 1998; Goffinet, Buck & Shaw, 2008).

Dentro de este grupo se incluyen los musgos con cerca de 12.500 especies en el mundo (Cox *et al.*, 2010), las hepáticas con alrededor de 8.500 especies (von Korat, Söderstrom, Renner, Hadborg, Briscoe & Engel, 2010) y 250 antoceros (Villareal, Cargill, Hagborg, Söderstrom & Renzaglia, 2010).

Los briófitos son organismos de tamaño reducido, generalmente de colores verdes, amarillos, dorados, hasta verde-azules, pardos o negros oscuros; también, con una gran variedad de formas en sus hojas, células, márgenes, accesorios internos como, papilas, forma del nervio central, entre otros. Presentan diversas formas de crecimientos, son colonizadores de nuevos hábitats gracias a su facultad de adaptación (Estébanez, Draper, Díaz & Burjalance, 2011; Churchil & Linares, 1995) y cumplen un papel importante en los ecosistemas en procesos funcionales, es el caso del reciclaje de materia orgánica, la regulación de la humedad, renovación de las copas de los árboles, entre otros (Hallingbäck & Hodgetts, 2000; Tuba, Slack & Stark, 2011; Aguirre & Rangel, 2007).

Los trabajos en la flora no vascular de las tierras bajas colombianas son muy pocos, algunas contribuciones son las realizadas por Avendaño y Aguirre (2007), Aguirre y Ruiz (2001), Ruíz y Aguirre (2003), Santos y Aguirre (2010), García, Basilio, Herazo, Mercado y Morales (2016), García y Mercado (2017) para la zona norte o centro del país. Para el departamento de Casanare se conocen 113 especies de briófitos, distribuidas en 64 hepáticas y 49 musgos (Bernal *et al.*, 2015), lo que puede significar un bajo número de especies, posiblemente debido a la escasés de levantamiento florísticos de plantas no vasculares. Por esta razón, en la presente contribución se muestra un catálogo de especies de musgos y hepáticas, registrados en dos bosques del municipio de Aguazul, Casanare.

# RESULTADOS

Se encontraron 96 especies, agrupadas en 57 géneros y 25 familias en los bosques de El Triunfo y El Englobe en el municipio de Aguazul, Casanare. Las hepáticas son las más abundantes con ocho familias, 24 géneros y 45 especies; mientras que, los musgos, están distribuidos en 17 familias, 33 géneros y 43 especies.

Las familias más ricas fueron, Lejeuneaceae con 27 especies y Plagiochilaceae, Sematophyllaceae e Hypnaceae con seis especies cada una, mientras que algunas familias como, Dicranaceae, Entodontaceae, Racopilaceae, Pterobryaceae, Pallaviciniaceae, Riccardiaceae, Porellaceae, Calypogeiaceae y Pottiaceae. Por su parte, que géneros como, *Plagiochila* son más diversos, con seis especies, seguido de *Frullania* y *Lejeunea* con cinco especies cada uno. Las especies más comunes para la zona son *Sematophyllum subsimplex* con 19 registros, seguidos de *Lejeunea laetevirens* (18), *Neckeropsis undulata* (18), *Sematophyllum subpinnatum* (14) y *Rauarella praelonga* (13). Entre las especies con un solo registro están, *Frullania gibbosa*, *Frullania riojaneirensis*, *Drepanolejeunea bidens*, *Zelometeorium patens*, *Plagiochila diversifolia*, *Frullania bogotensis*, *Fissidens cripus*, *Cyclodictyon albicans*, *Porella swartziana* y *Isopterigium tenerifolium*.

A partir de las especies encontradas se realizó un catálogo comentado de los taxones más representativos de la zona y se organizaron alfabéticamente. Cada especie incluye su clasificación taxonómica (familia, género y especie), breve descripción de los caracteres taxonómicos más relevantes y fotografías de campo o laboratorio, con información en imágenes fotográficas de las células tomadas en microscopio, junto con la distribución para el país, departamento de Casanare y el municipio: así como, el número de registro y los hábitats en los cuales fueron encontrados.

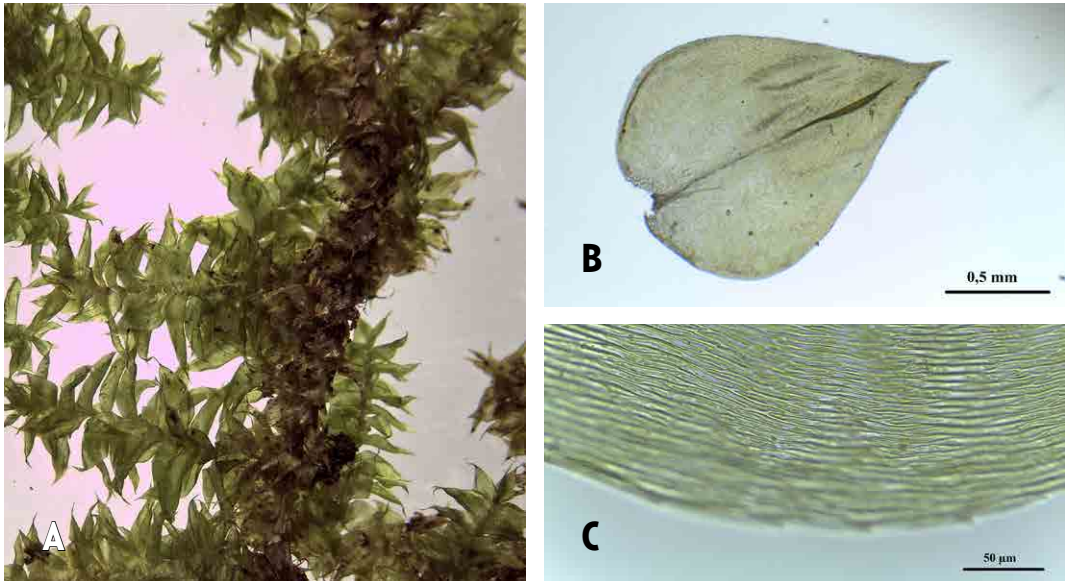
# MUSGOS

**Familia:** Brachytheciaceae

**Género:** *Meteoridium*

**Especie:** *Meteoridium remotifolium* (Müll. Hal.) Manuel

**Descripción:** musgo pleurocárpico en trama, verde-amarillento a pardo oscuro; hojas ovadas, ovado-lanceoladas, serruladas, costa simple, ápice corto a largo-acuminado; lumen celular liso, células mediales lineales a lineo-vermiculares, células basales oblongas infladas. Estructuras reproductivas no se observaron (Figura 1).



**Figura 1.** *Meteoridium remotifolium*. **A.** Hábito en vista superior; **B.** Hoja en vista en un aumento 10X; **C.** Células mediales hacia el margen de la hoja (en aumento 40X).

**Distribución y hábitat:** Colombia, en Antioquia, Boyacá, Caldas, Caquetá, Cauca, Chocó, Cundinamarca, Huila, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Risaralda, Santander, Tolima y Valle, entre 460–2.980 m (Bernal, Gradstein & Celis, 2015), Casanare, Aguazul. Cupiagua. Bosque El Englobe, parcela 2, y bosque El Triunfo, parcelas 2, 3 y 4; sobre corteza de árboles como *Clusia lineata*, *Henriettea goudotiana* y *Cordia bicolor*.

**Material examinado:** Ruiz OA 22, 31a, 54 y Gil JE 3605, 3599, 3605 (UPTC).

**Familia:** Brachytheciaceae

**Género:** *Squamidium*

**Especie:** *Squamidium diversicoma* (Hampe.) Broth.

**Descripción:** musgo pleurocárpico péndulo, verde pálido, verde amarillento a verde-dorado; hojas profundamente cóncavas, ovadas, débilmente auriculadas,

entera, costa simple, ápice corto a largo-acuminado o pilífero; lumen celular liso a papiloso, células mediales lineales a flexuosas apicales corto romboidales, células basales ovales a cuadradas. Estructuras reproductivas no se observaron (Figura 2).



**Figura 2.** *Squamidium diversicomum*. **A.** Hoja en vista superior en aumento de 10X; **B.** Hoja en aumento de 10X con células alares diferenciadas; **C.** Detalle de las células alares (en aumento 40X).

**Distribución y hábitat:** Colombia, en Magdalena (Bernal *et al.*, 2015); Primer registro para Casanare en Aguazul, bosque El Triunfo, parcela 4, bosque El Englobe, parcela 4; sobre corteza, forófitos hospederos: *Guatteria scytophylla*, *Erythrina poeppigiana*, *Chiococca alba*, *Cupania americana* y *Erythroxylum panamense*.

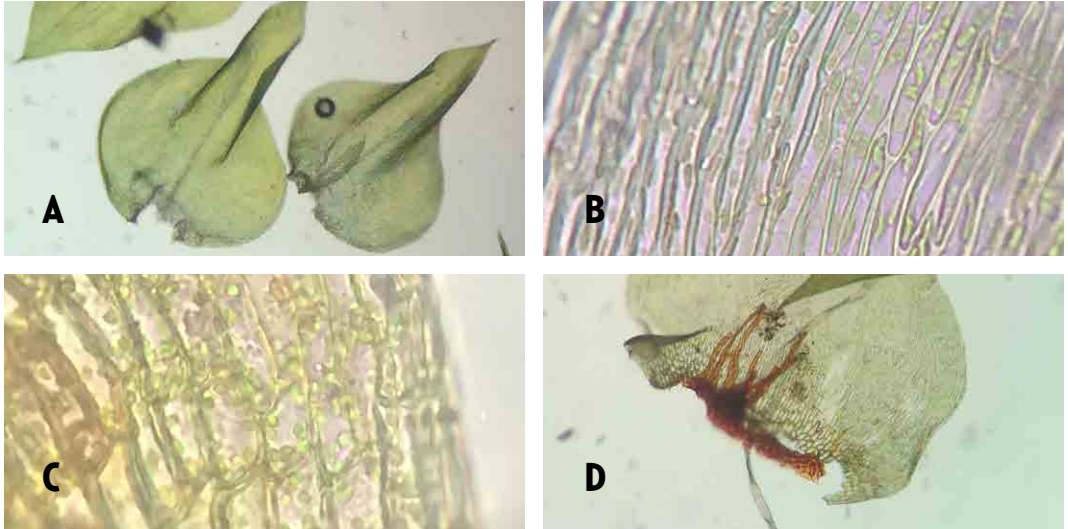
**Material examinado:** Ruiz OA 75, 143, 151 y Gil JE 3621 (UPTC).

**Familia:** Brachytheciaceae

**Género:** *Zelometeorium*

**Especie:** *Zelometeorium patens* (Hook.) Manuel

**Descripción:** musgo pleurocárpico en matas, verde claro a verde-amarillentos, ovados, serruladas, costa simple, ápice agudo a obtuso; lumen celular liso, células mediales lineales a lineo-vermiculares, células basales oblongas infladas. Estructuras reproductivas no se observaron (Figura 3).



**Figura 3.** *Zelometeorium patens*. **A.** Hojas en aumento de 10X; **B.** Células de la lámina en aumento de 20X; **C.** Células mediales de la hoja (en aumento de 40X); **D.** Base de la hoja, margen auriculado (en aumento de 10X).

**Distribución y hábitat:** Colombia, en Caquetá, Cauca, Chocó, Cundinamarca, Meta y Risaralda, entre 490-2.770 m (Bernal et al., 2015), Casanare, Aguazul. Cupiagua. Bosque El Englobe, parcelas 1 y 4; bosque El Triunfo, parcela 2; sobre roca.

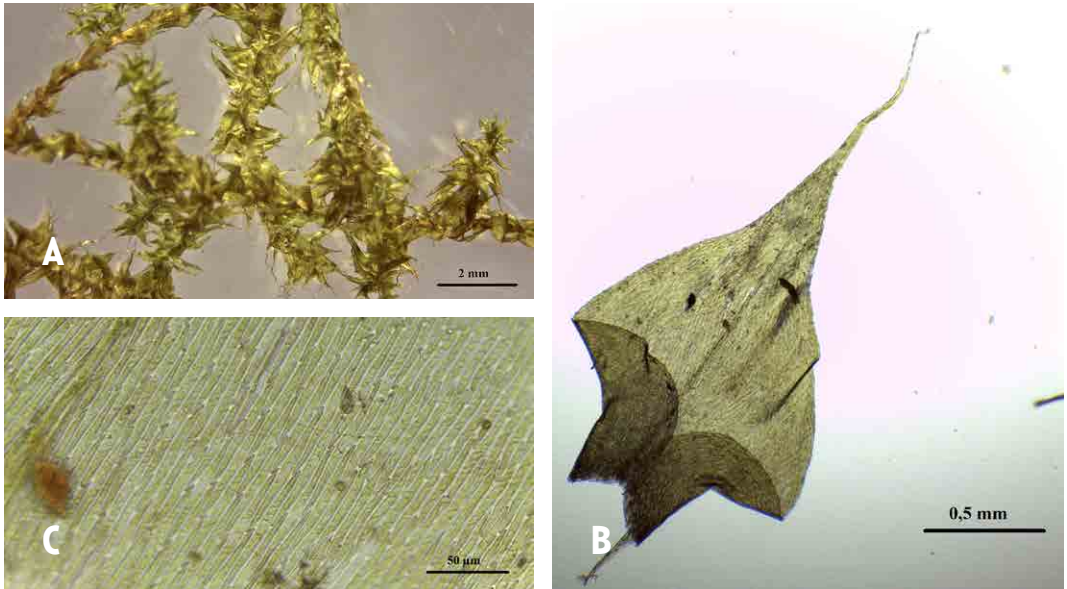
**Material examinado:** Gil JE 3707 (UPTC).

**Familia:** Brachytheciaceae

**Género:** *Zelometeorium*

**Especie:** *Zelometeorium patulum* (Hedw.) Manuel

**Descripción:** musgo pleurocárpico péndulo, verde claro a verde-amarillento; hojas ovadas, ovado-lanceoladas, serruladas, costa simple, ápice corto a largo-acuminado; lumen celular liso, células mediales lineales a lineo-vermiculares, células basales oblongas infladas. Estructuras reproductivas no se observaron (Figura 4).



**Figura 4.** *Zelometeorium patulum*. **A.** Hábito en vista frontal en aumento de 4X; **B.** Hoja con grandes pliegues en la parte basal (en aumento de 10X); **C.** Células mediales de la hoja (en aumento de 40X).

**Distribución y hábitat:** Colombia en Amazonas, Antioquia, Boyacá, Caquetá, Cauca, Chocó, Cundinamarca, Guainía, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Risaralda, Santander y Valle, entre 20-2.740 m (Bernal et al., 2015), Casanare, Aguazul. Cupiagua. Bosque El Englobe, parcelas 1 y 4, bosque El Triunfo, parcela 2, sobre roca y corteza, forófitos hospederos: *Spondias mombin*, *Margaritaria nobilis* y *Siparuna guianensis*.

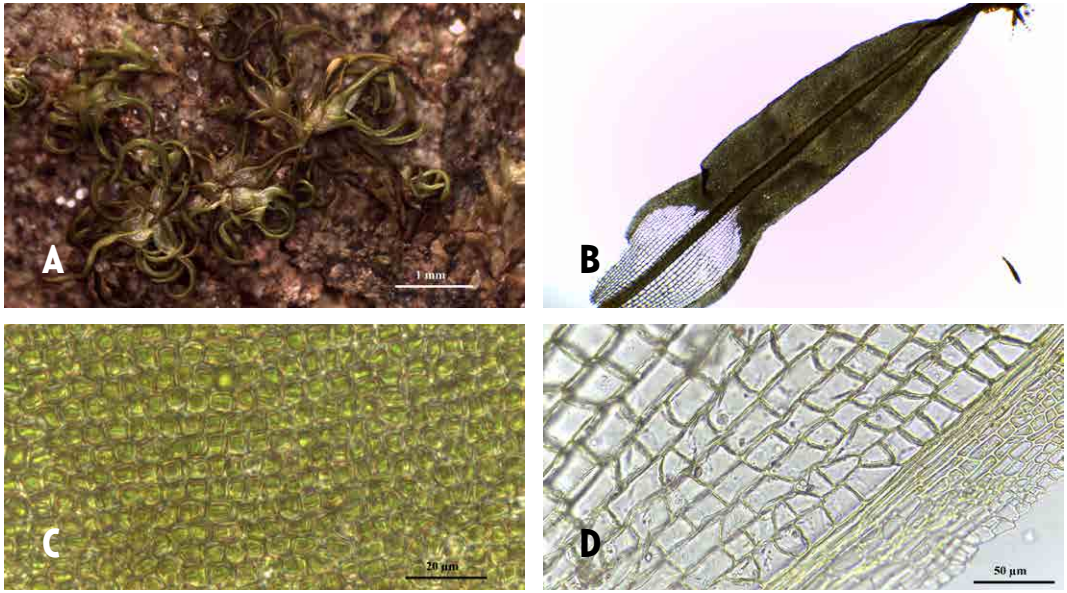
**Material examinado:** Ruiz OA 32, 129 y Gil JE 3623 (UPTC).

**Familia:** Calymperaceae

**Género:** *Calymperes*

**Especie:** *Calymperes afzelii* Sw.

**Descripción:** musgo acrocárpico en mata, verde pálido; hojas oblongas a obovadas, base amplexante lanceolada a lineal, margen entera a serrada, crenulada a serrulada, encima de los hombros, costa simple subpercurrente, ápice agudo; lumen celular papiloso o pluri-papiloso sobre el lumen, células mediales isodiamétricas a cuadrado-redondeadas, células basales cancelinas corto-rectangulares. Estructuras reproductivas no se observaron (Figura 5).



**Figura 5.** *Calymperes afzelii*. **A.** Hábito adherido al sustrato en aumento de 4X; **B.** Hoja con propágulos en la parte apical; **C.** Células mediales de la hoja (en aumento de 40X); **D.** Células cancelinas de la parte baja (en aumento de 40X).

**Distribución y hábitat:** Colombia en Antioquia, Chocó, Magdalena, Nariño y Risaralda, entre 35-1.500 m (Bernal *et al.*, 2015), Casanare, Aguazul. Cupiagua. Bosque El Englobe, parcela 4, sobre corteza, forófito hospedero *Rinorea* sp.

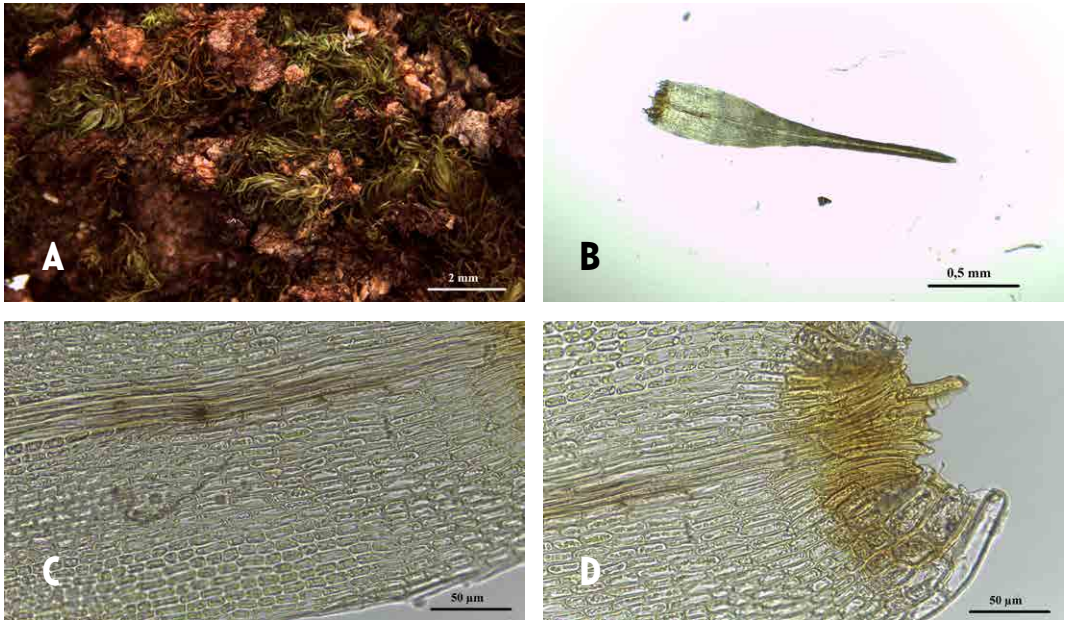
**Material examinado:** Ruiz OA 134 (UPTC).

**Familia:** Dicranaceae

**Género:** *Leucoloma*

**Especie:** *Leucoloma tortellum* (Mitt.) A. Jaeger

**Descripción:** musgo acrocárpico en mata, verde claro a verde amarillenta; hojas sub-tubulosas hacia el ápice mientras son cóncavas hacia la base, lineo-lanceoladas a subuladas, enteras a serruladas distalmente, costa simple angosta, ápice dentado agudo a acuminado; lumen celular pluri-papilosos, papilas por el envés, células mediales oblongas-ovales a cuadradas, células basales lineales a rectangulares, región alar diferenciada, células cuadradas a corto-rectangulares. Estructuras reproductivas no se observaron (Figura 6).



**Figura 6.** *Leucoloma tortellum*. **A.** Hábito adherido al sustrato en vista superior; **B.** Hoja en aumento de 4X; **C.** Células de la parte media de la hoja (en aumento de 10X); **D.** Células alares (en aumento de 40X).

**Distribución y hábitat:** Colombia en Antioquia, Cundinamarca, Magdalena y Vichada, entre 200-1.800 m (Bernal *et al.*, 2015), Casanare, Aguazul. Cupiagua. Bosque El Englobe, parcela 4, y bosque El Triunfo, parcela 4, sobre corteza, roca y raíz aflorante, forófito hospedero: *Hirtella americana*.

**Material examinado:** Ruiz OA 83, 99, 145, 146 y Gil JE 3608 (UPTC).

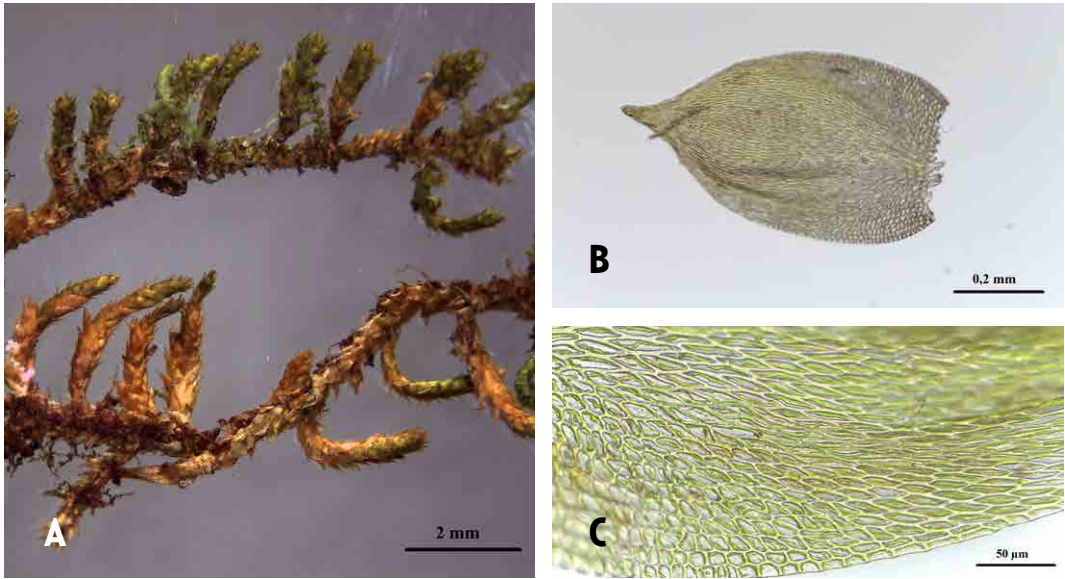
**Familia:** Entodontaceae

**Género:** *Erythrodontium*

**Especie:** *Erythrodontium squarrosus* (Hampe) París

**Descripción:** musgo pleurocárpico en mata, verde brillante; hojas pardo doradas, ovado-ovales a orbiculares, cóncavas, enteras a serruladas en la parte distal, ecostada a costa corta y bifurcada; ápice corto-acuminado; lumen celular liso, células mediales lineales a romboidales, células alares cuadradas. Estructuras reproductivas con peristomas dobles, los dientes amarillos (Figura 7).





**Figura 7.** *Erythrodontium squarrosus*. **A.** Vista superior del hábito; **B.** Hoja en aumento de 10X con las células basales y mediales; **C.** Células basales cuadradas en la parte inferior y mediales romboidales de la hoja (en aumento de 40X).

**Distribución y hábitat:** Colombia en Antioquia, Cundinamarca, Huila, Nariño, Santander y Valle, entre 680-2.400 m (Bernal *et al.*, 2015), Casanare, Aguazul. Cupiagua. Bosque El Triunfo, parcelas 1, 2 y 3, sobre corteza, roca y tronco en descomposición, forófito hospedero: *Clusia lineata*.

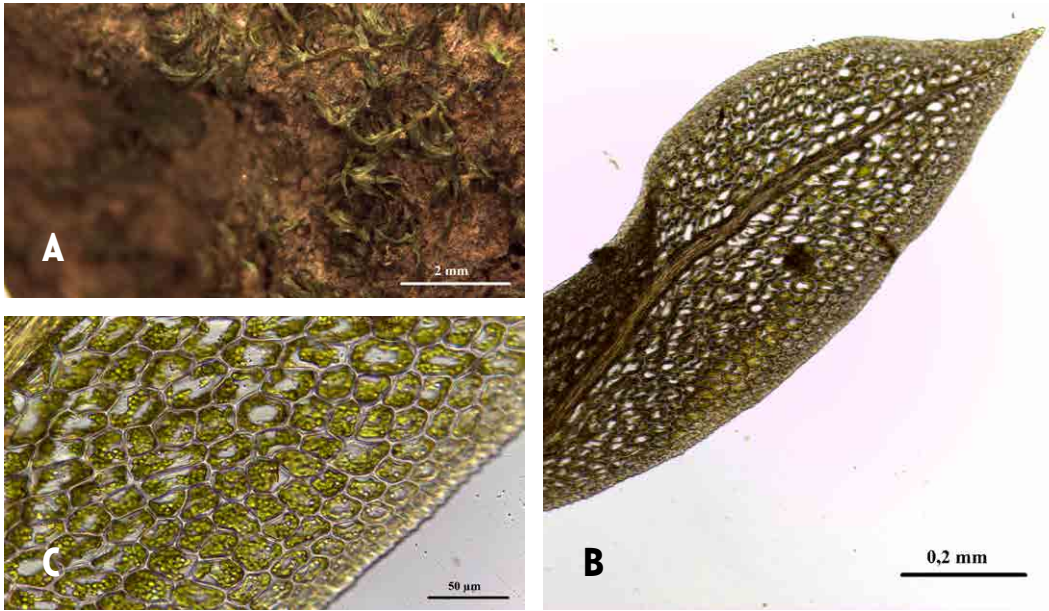
**Material examinado:** Ruiz OA 26, 42, Gil JE 3561, 3593 (UPTC).

**Familia:** Fissidentaceae

**Género:** *Fissidens*

**Especie:** *Fissidens cripus* Mont.

**Descripción:** musgo acrocárpico en mata, verde opaco a verde-oscuro; hojas dísticas oblongas, oblongo-lanceoladas a liguladas con un pliegue en la parte hacia la base de la hoja con un borde uni o biestratificado, crenulada, dentadas a serruladas distalmente, costa simple subexcurrente, ápice acuminado; lumen celular mamiloso, células mediales y basales isodiamétricas, ovales a oblongo-ovados. Estructuras reproductivas no se observaron (Figura 8).



**Figura 8.** *Fissidens crispus*. **A.** Hábito en sustrato tierra, en aumento de 4X; **B.** Hoja con pliegue, en aumento de 10X; **C.** Células de la parte media de la hoja (en aumento de 40X).

**Distribución y hábitat:** Colombia en Antioquia, Boyacá, Caldas, Cauca, Cundinamarca, Huila, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Quindío, Santander, Tolima y Valle, entre 410-1.000 m (Bernal et al., 2015), Casanare, Aguazul. Cupiagua. Bosque El Englobe, parcela 1, crece sobre suelo.

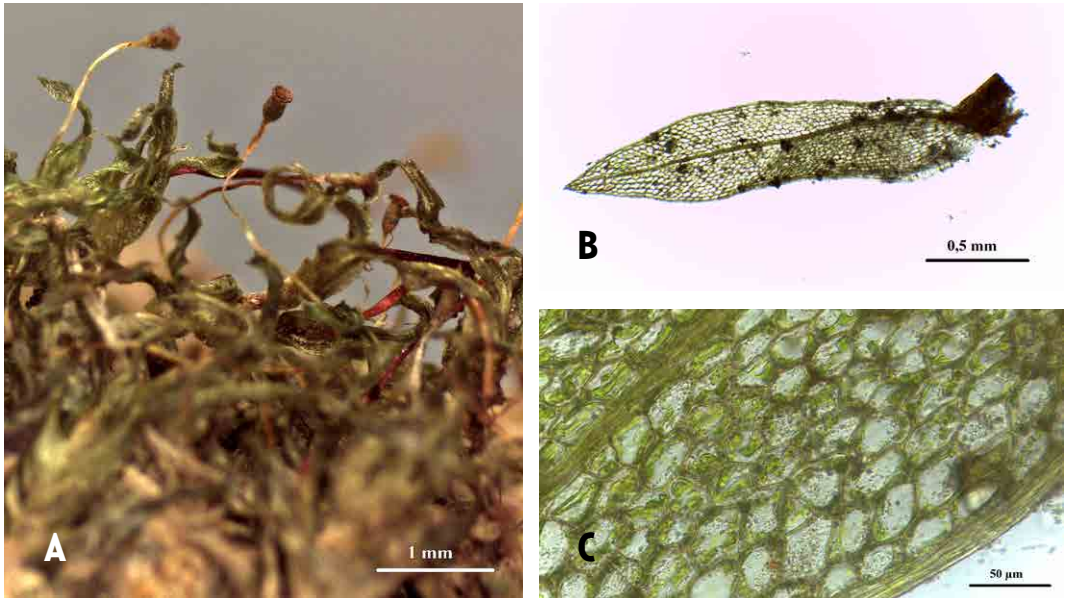
**Material examinado:** Ruiz OA 123 (UPTC).

**Familia:** Fissidentaceae

**Género:** *Fissidens*

**Especie:** *Fissidens flaccidus* Mitt.

**Descripción:** musgo acrocárpico en mata, verde opaco a verde-oscuro; hojas dísticas oblongo, oblongo-lanceolado a liguladas con un pliegue hacia la base de hoja, crenuladas, dentadas a serruladas distalmente, costa simple, ápice acuminado; lumen celular mamiloso, células mediales y basales isodiamétricas, ovales a oblongo-ovadas (Figura 9).



**Figura 9.** *Fissidens flaccidus*. **A.** Hábito visto de frente con esporofito; **B.** Hoja con un pliegue (en aumento de 10X); **C.** Células mediales y marginales de la hoja (en aumento 40X).

**Distribución y hábitat:** Colombia en Antioquia, Caldas, Caquetá, Cauca, Chocó, Cundinamarca, Huila, Meta, Nariño, Risaralda, Tolima, Valle y Vaupés, entre 10–2.080 m (Bernal *et al.*, 2015), Casanare, Aguazul. Cupiagua bosque El Triunfo, parcelas 1 y 2, crece sobre suelo.

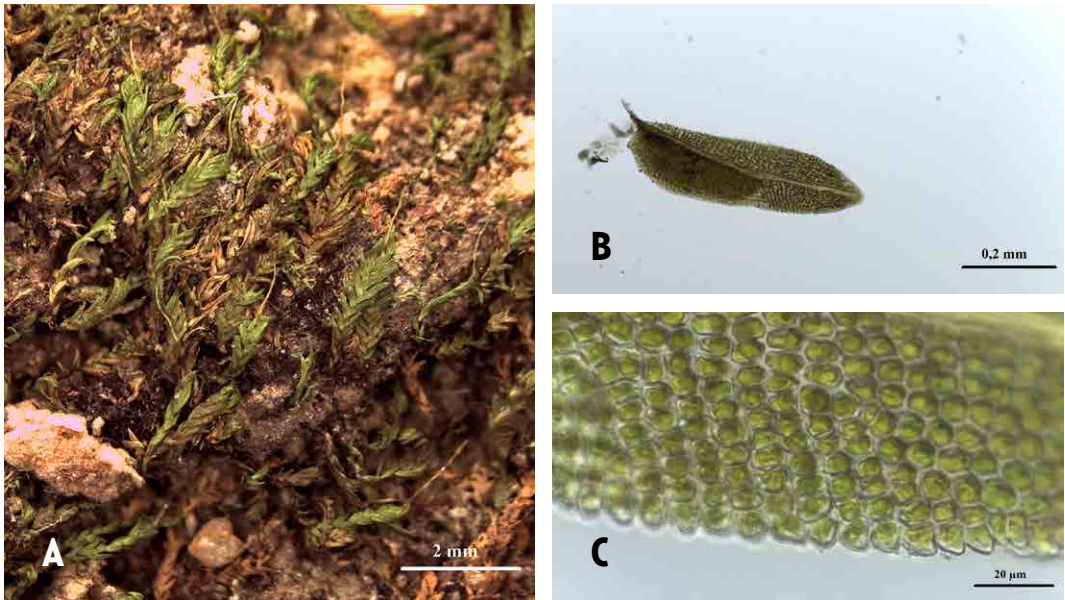
**Material examinado:** Ruiz OA 35 y Gil JE 3551 (UPTC).

**Familia:** Fissidentaceae

**Género:** *Fissidens*

**Especie:** *Fissidens serratus* Müll. Hal.

**Descripción:** musgo acrocárpico en mata, verde opaco a verde-oscuro; hojas dísticas oblongas, oblongo-lanceoladas a liguladas con un pliegue hacia la base de la hoja, crenulada, dentada a serrulada distalmente, costa simple subexcurrente, ápice acuminado; agudo lumen celular mamiloso, células mediales y basales isodiamétricas, ovals a oblongo-ovados. Estructuras reproductivas no se observaron (Figura 10).



**Figura 10.** *Fissidens serratus*. **A.** Hábito vista lateral; **B.** Hoja con un pliego ventral (en aumento 10X); **C.** Células mediales redondas y mamilosas la hoja (en aumento 40X).

**Distribución y hábitat:** Colombia en Antioquia, Magdalena, Nariño y Tolima, entre 2.020–2.910 m (Bernal *et al.*, 2015). Casanare, Aguazul. Cupiagua. Bosque El Englobe, parcela 4, bosque El Triunfo, parcelas 2 y 4, crecen sobre corteza y roca, forófito hospedero: *Henriettea goudotiana*; este es el primer registro para el departamento y la ampliación del rango altitudinal.

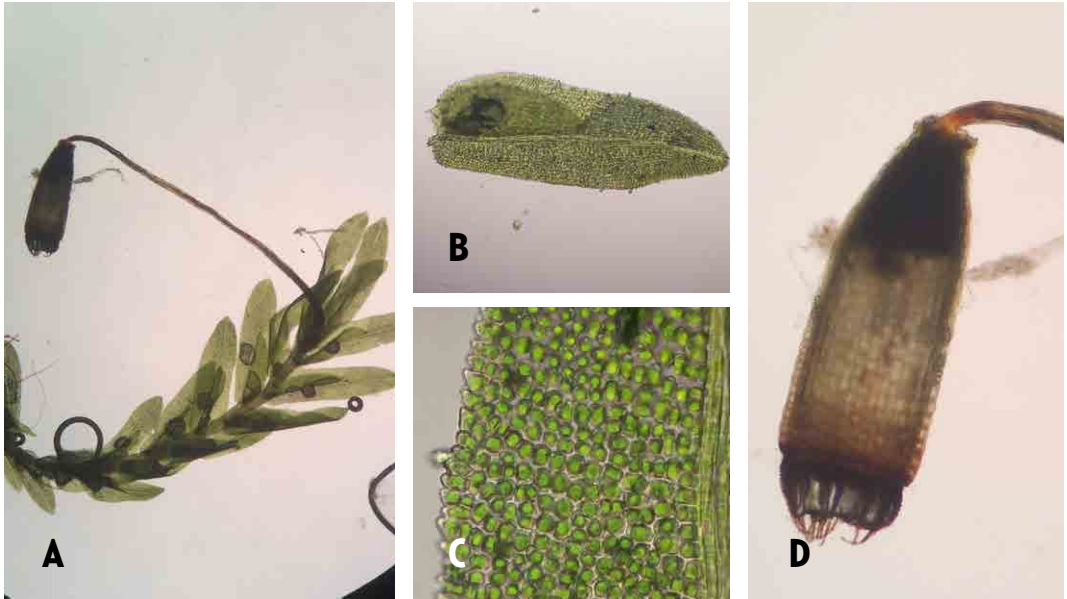
**Material examinado:** Ruiz OA 41a, 82, 122, 150 y Gil JE 3601 (UPTC).

**Familia:** Fissidentaceae

**Género:** *Fissidens*

**Especie:** *Fissidens steerei* Grout.

**Descripción:** musgo acrocárpico en mata, verde opaco a verde-oscuro; hojas dísticas oblongas, ovado-lanceoladas con un pliegue en la base de la hoja, crenulada, costa simple largo-excurrente, ápice acuminado; lumen celular mamiloso, células mediales y basales isodiamétricas, ovales a oblongo-ovados. Esporofito con cápsula elongada y péndula, con un peristoma formado con dos anillos de dientes (Figura 11).



**Figura 11.** *Fissidens steerei*. **A.** Hábito con esporofito, en aumento de 10X; **B.** Hoja un pliegue, en aumento de 10X; **C.** Células superiores marginales de la hoja (en aumento de 40X); **D.** Cápsula y dientes del exostoma del esporofito (en aumento 10X).

**Distribución y hábitat:** Colombia en Huila y Magdalena, entre 150–680 m (Bernal *et al.*, 2015), Casanare, Aguazul. Cupiagua. Bosque El Englobe, parcelas 2 y 4, bosque El Triunfo, parcela 4, crece sobre corteza y tronco en descomposición, forófito hospedero *Henriettea goudotiana*.

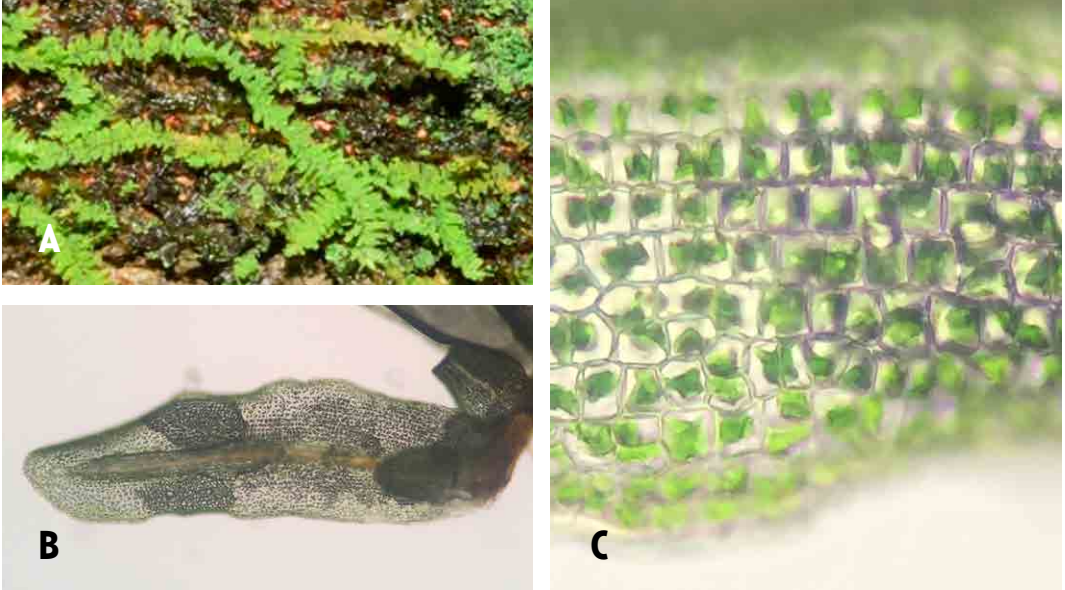
**Material examinado:** *Gil JE 3655, 3612, 3606, 3619* (UPTC).

**Familia:** Helicophyllaceae

**Género:** *Helicophyllum*

**Especie:** *Helicophyllum torquatum* (Hook.) Brid.

**Descripción:** musgo pleurocárpico en mata, verde pálido, verde amarillento a pardo-amarillento; hojas oblongo-liguladas, bordeadas aparentemente crenuladas, costa simple, ápice obtuso-redondeados; lumen celular con papilas, células mediales isodiamétricas, células basales rectangulares, lisas a débilmente papilosas. Estructuras reproductivas no se observaron (Figura 12).



**Figura 12.** *Helicophyllum torquatum*. **A.** Vista frontal del hábito; **B.** Hoja vista en 10X; **C.** Células de la parte media de la hoja (en aumento 40X).

**Distribución y hábitat:** Colombia en Antioquia, Caldas, Magdalena y Meta, entre 150-770 m (Bernal *et al.*, 2015), Casanare, Aguazul. Cupiagua. Bosque El Triunfo, parcelas 2 y 3, sobre corteza de árbol.

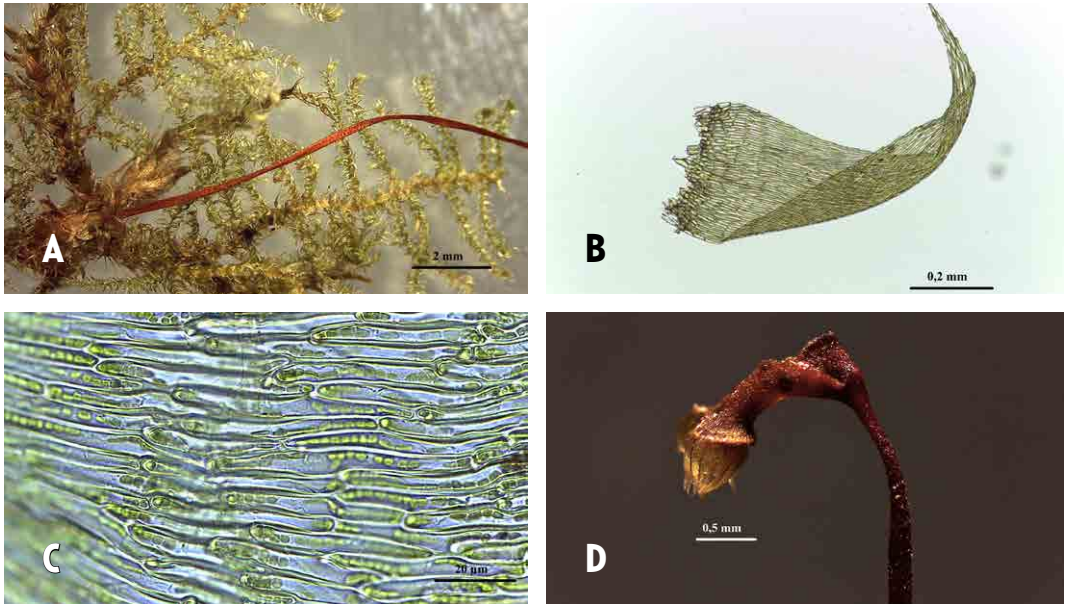
**Material examinado:** Ruiz OA 25, 38 (UPTC).

**Familia:** Hypnaceae

**Género:** *Ctenidium*

**Especie:** *Ctenidium malacodes* Mitt.

**Descripción:** musgo pleurocárpico en mata, verde pálido a verde amarillento; hojas ovadas a ovado-lanceoladas, plegadas hacia la base, onduladas a serradas, costa corta y bifurcada, ápice largo-acuminada; lumen celular papiloso, papilas proyectadas en los ángulos de las células, células mediales lineales, células basales cuadradas a corto-rectangulares (Figura 13).



**Figura 13.** *Ctenidium malacodes*. **A.** Hábito general en vista 4X; **B.** Hoja de la rama, en aumento de 10X; **C.** Papilas en los ángulos de las células mediales; **D.** Cápsula del esporofito con los dientes del exostoma (en aumento 40X).

**Distribución y hábitat:** Colombia en Antioquia, Boyacá, Caldas, Caquetá, Cauca, Chocó, Cundinamarca, Meta, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Quindío, Risaralda, Santander, Tolima y Valle, entre 490–2.770 m (Bernal *et al.*, 2015), Casanare, Aguazul. Cupiagua. Bosque El Triunfo, parcelas 1 y 4, sobre raíz aflorante y roca.

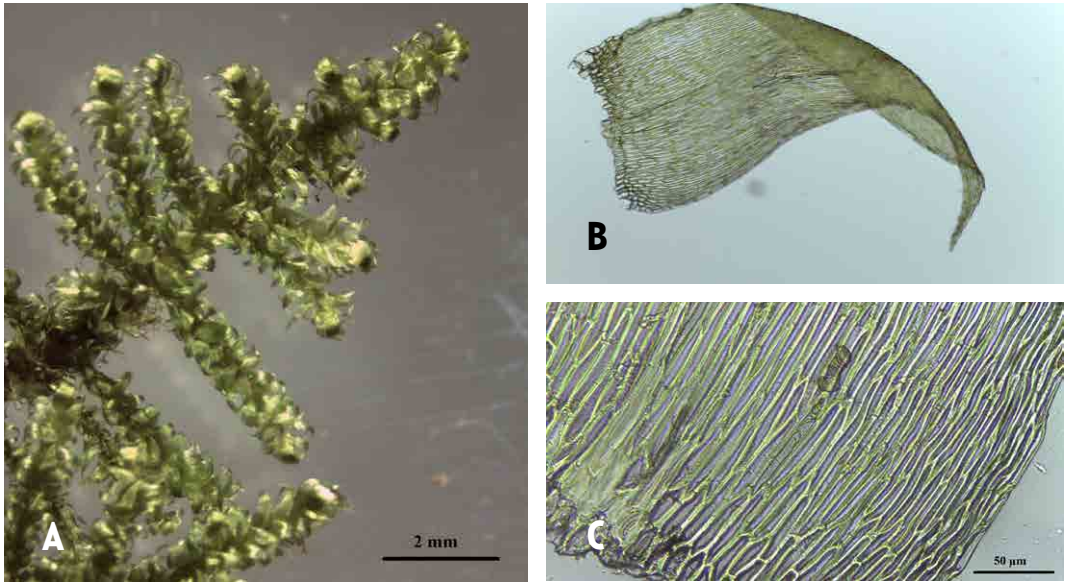
**Material examinado:** Gil JE 3559, 3609 (UPTC).

**Familia:** Hypnaceae

**Género:** *Ectropothecium*

**Especie:** *Ectropothecium leptochaeton* (Schawägr.) W.R. Buck

**Descripción:** musgo pleurocárpico en trama, verde pálido a verde amarillento; hojas estrechas a anchamente ovado-lanceoladas, serruladas, costa ausente a corta y bifurcada, ápice corto a largo-acuminado; lumen celular liso, células mediales lineales, células basales oblongas porosas marginales cuadradas a corto rectangulares. Estructuras reproductivas no se observaron (Figura 14).



**Figura 14.** *Ectropothecium leptochaeton*. **A.** Hábito en vista general; **B.** Vista de la hoja en 10X con detalles de la costa corta y doble; **C.** Células mediales de la hoja (en aumento 40X).

**Distribución y hábitat:** Colombia en Antioquia, Caquetá, Cauca, Chocó, Cundinamarca, Magdalena, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Risaralda y Valle, entre 310–2.800 m (Bernal *et al.*, 2015), Casanare, Aguazul. Cupiagua. Bosque El Triunfo, parcela 1, en corteza y roca, forófito hospedero *Handroanthus guayacan*.

**Material examinado:** Ruiz OA 10 y Gil JE 3560 (UPTC).

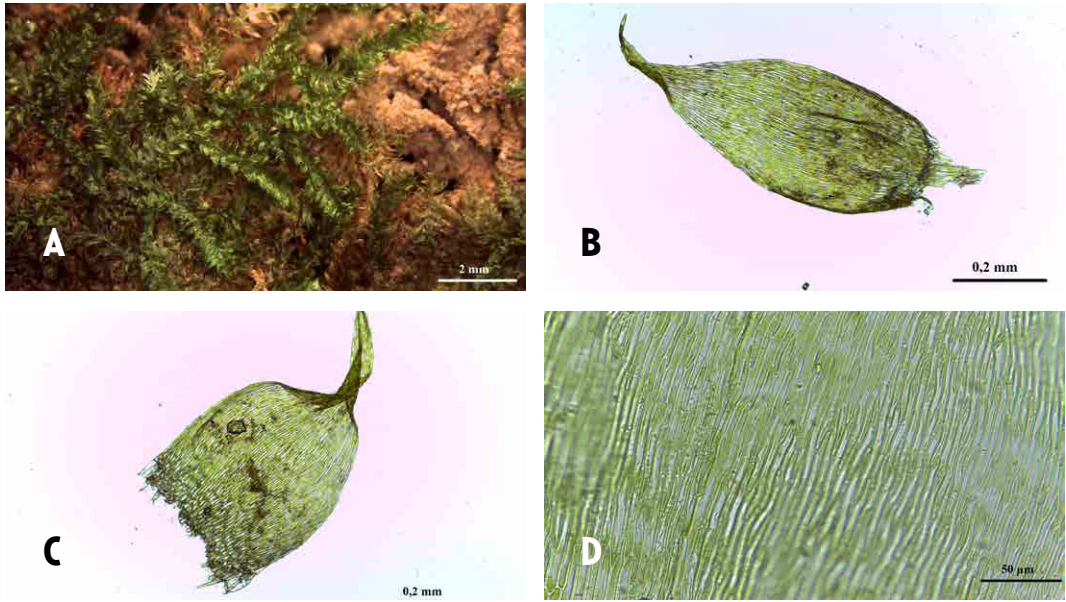
**Familia:** Hypnaceae

**Género:** *Isopterigium*

**Especie:** *Isopterigium tenerifolium* Mitt.

**Descripción:** musgo pleurocárpico en matas, verde pálido a verde amarillentos; hojas complanadas, ovadas a ovado-lanceoladas, enteras a serruladas en la parte distal, costa doble y bifurcada, ápice acuminado; lumen celular liso a papiloso, células mediales lineales a vermiculares, células basales cuadradas a subcuadradas algo porosas. Estructuras reproductivas no se observaron (Figura 15).





**Figura 15.** *Isopterigium tenerifolium*. **A.** Vista superior del hábito adherido al sustrato; **B.** Vista de la hoja de las ramas, en aumento de 10X; **C.** Vista de la hoja del tallo; **D.** Células de la parte media de la hoja (en aumento 40X).

**Distribución y hábitat:** Colombia en Arauca, Santander y Valle, entre 485-3.000 m (Bernal *et al.*, 2015), Casanare, Aguazul. Cupiagua. Bosque El Triunfo, parcela 3, sobre suelo.

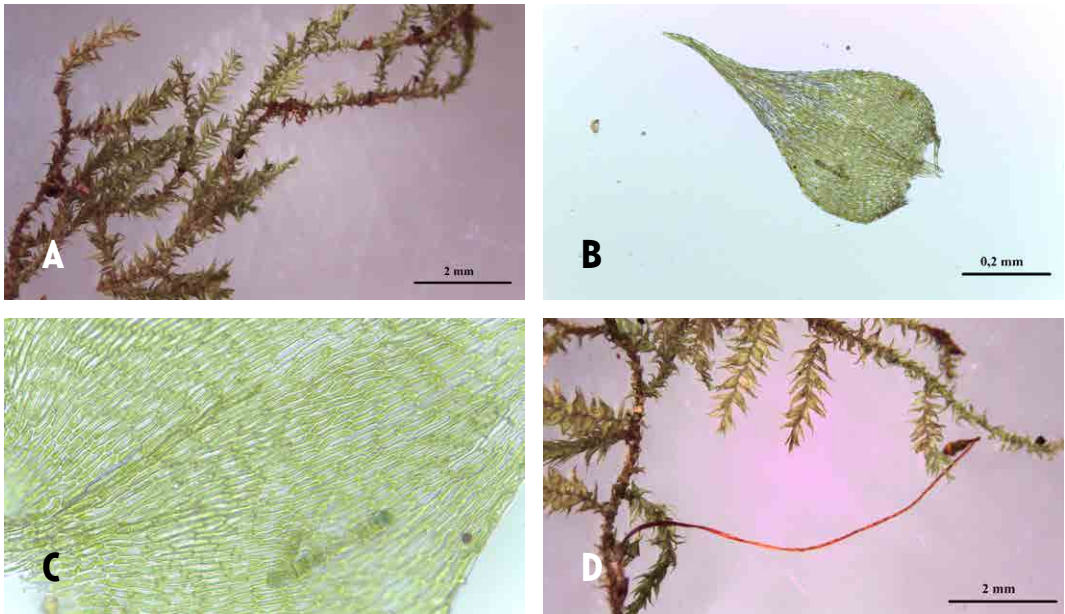
**Material examinado:** Ruiz OA 14 (UPTC).

**Familia:** Hypnaceae

**Género:** *Mittenothamnium*

**Especie:** *Mittenothamnium reptans* (Hedw.) Cardot.

**Descripción:** musgo pleurocárpico en mata, verde pálido, verde oscuro a pardo amarillento; hojas ovado-lanceoladas a triángulo-lanceoladas, serruladas, costa corta y doble, ápice acuminado; lumen celular lisa o papilas y se proyecta en los ángulos de las células, células mediales lineales, células basales oblongo-lanceoladas. Estructuras reproductivas cápsula ovada, opérculo cónico-mamilado (Figura 16).



**Figura 16.** *Mittenothamnium reptans*. **A.** Hábito en vista superior; **B.** Hoja vista general, en aumento de 10X; **C.** Vista en 40X de la costa y células basales de la hoja; **D.** Esporofito (en aumento de 10X).

**Distribución y hábitat:** Colombia en Antioquia, Boyacá, Caldas, Cauca, Chocó, Cundinamarca, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Risaralda, Santander, Tolima y Valle, entre 800-3.400 m (Bernal *et al.*, 2015), Casanare, Aguazul. Cupiagua. Bosque El Triunfo, parcela 2, sobre corteza, tronco en descomposición y raíz aflorante, en forófito hospedero como *Casearia sylvestris*, *Pseudobombax septenatum* y *Spondias mombin*.

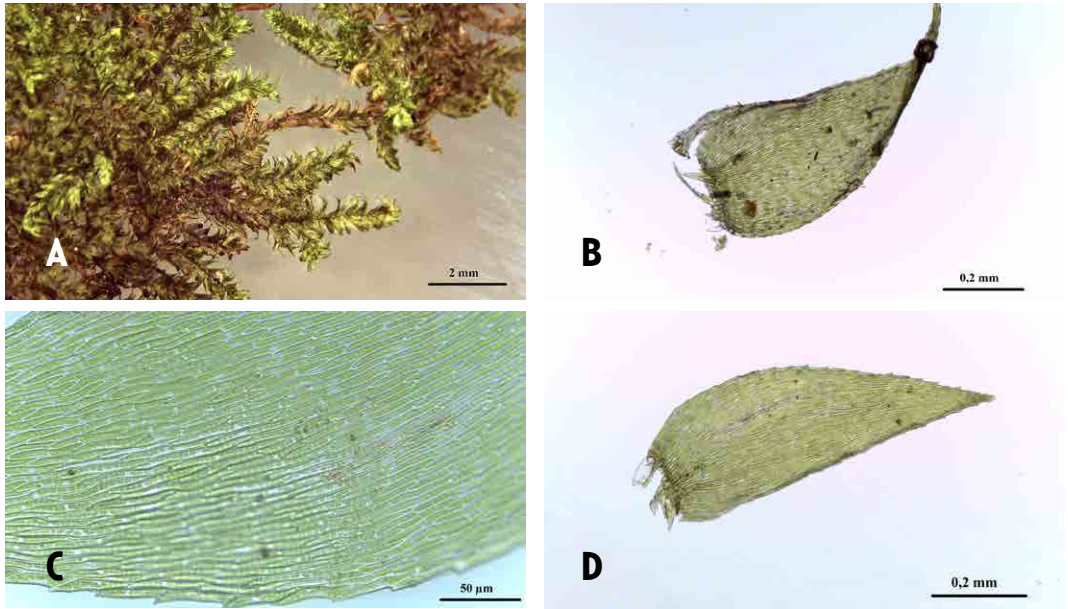
**Material examinado:** Ruiz OA 12, 65, 90, 101, 127, 139 y Gil JE 3625, 3689, 3637, 3637, 3689, 3625 (UPTC).

**Familia:** Hypnaceae

**Género:** *Rhacopilopsis*

**Especie:** *Rhacopilopsis trinitensis* (Müll. Hal.) E. Britton & Dixon

**Descripción:** musgo pleurocárpico en mata, verde pálido, verde amarillento a pardo amarillento; hojas ovadas subuladas a lanceolado-subuladas, entera a finamente serruladas, costa ausente a corta y bifurcada, ápice corto-acuminado; lumen celular liso a papiloso, células mediales lineo-vermiculares, células basales cuadradas a corto-rectangulares. Estructuras reproductivas no observadas (Figura 17).



**Figura 17.** *Rhacopilopsis trinitensis*. **A.** Vista frontal del hábito; **B.** Hoja del tallo en vista superior, en aumento de 10X; **C.** Células mediales de la hoja de la rama, en aumento de 40X; **D.** Hoja de las ramas (en aumento 40X).

**Distribución y hábitat:** Colombia en Antioquia, Arauca, Boyacá, Caquetá, Chocó, Meta, Putumayo y Santander, entre 300-1.350 m (Bernal *et al.*, 2015). Casanare, Aguazul. Cupiagua. Bosque El Englobe, parcelas 2, 3 y 4, bosque El Triunfo, parcelas 1, 2 y 3, sobre corteza, raíz aflorante, roca y tronco en descomposición, sobre forófitos como *Citharexylum macrochlamys*, *Cordia bicolor* y *Syzygium malaccense*.

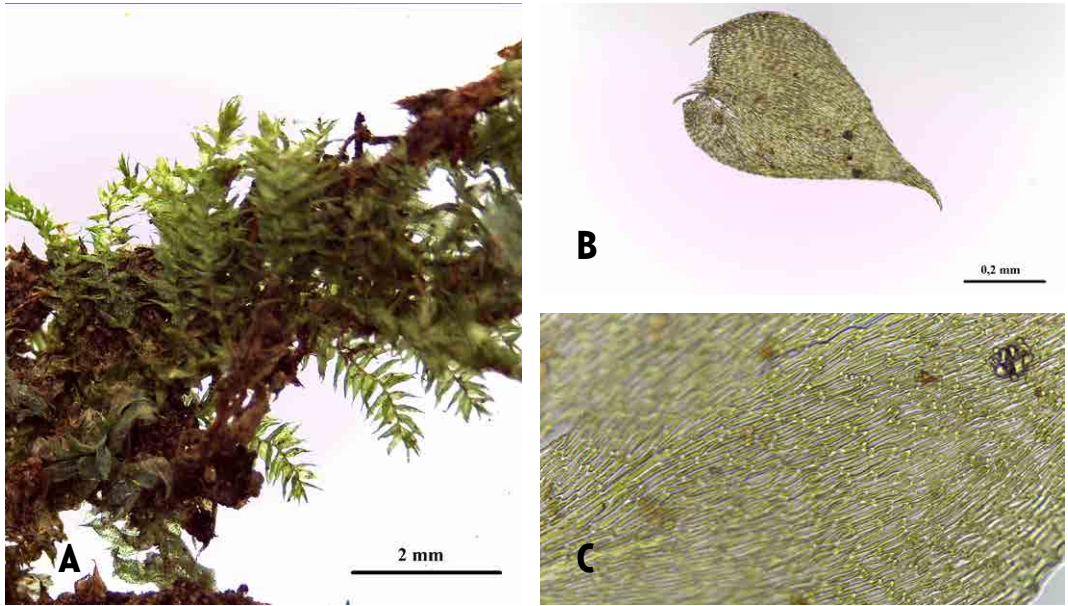
**Material examinado:** Ruiz OA 24 y Gil JE 3587, 3674, 3547, 3699, 3667, 3583, 3665 (UPTC).

**Familia:** Hypnaceae

**Género:** *Vesicularia*

**Especie:** *Vesicularia vesicularis* (Schawägr.) Broth.

**Descripción:** musgo pleurocárpico en mata, verde pálido a verde oscuro; hojas ovadas a ovado-lanceoladas, enteras a serruladas en la parte distal, ecostada a costa corta y bifurcada, ápice corto-acuminado; lumen celular liso a papiloso, células mediales y basales fusiforme romboidales a hexagonales. Cápsulas verdes erguidas, exsertas (Figura 18).



**Figura 18.** *Vesicularia vesicularis*. **A.** Hábito visto, en aumento de 10X; **B.** Hoja vista, en aumento de 10X; **C.** Células mediales con papilas en los ángulos de la célula (en aumento 40X); **D.** Cápsula del esporofito (en aumento 40X).

**Distribución y hábitat:** Colombia en Amazonas, Antioquia, Caldas, Caquetá, Chocó, Guainía, La Guajira, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Risaralda, Tolima y Valle, entre 50–2.080 m (Bernal *et al.*, 2015). Casanare, Aguazul. Cupiagua, bosque El Englobe, parcela 1, y bosque El Triunfo, parcelas 1 y 3, sobre roca, raíz aflorante y suelo.

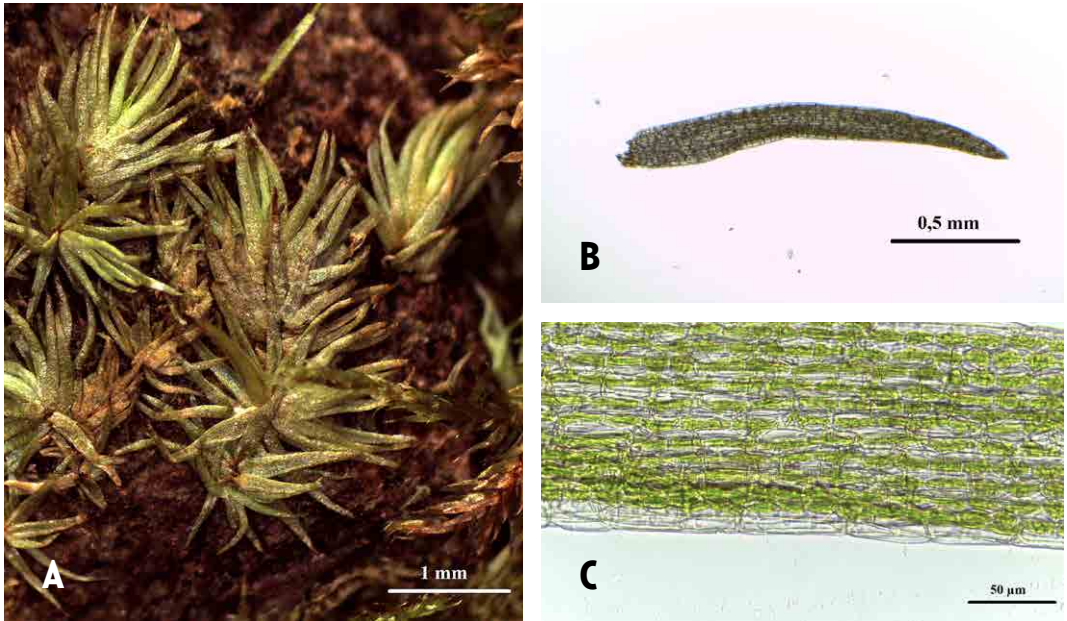
**Material examinado:** Ruiz OA 1,117 y Gil JE 3588, 3598 (UPTC).

**Familia:** Leucobryaceae

**Género:** *Leucobryum*

**Especie:** *Leucobryum martianum* (Hornsch.) Müll. Hal.

**Descripción:** musgo acrocárpico en cojín, verde pálido, verde-blanquecino; hojas lanceoladas a subuladas base ovado-oblonga, entera, bordeadas por células lineales, costa inconspicua a todo el ancho de la hoja, ápice agudo acuminado; lumen celular liso, células mediales y basales cuadradas a corto-rectangulares, dos capas de leucocistos por encima y por debajo de capa de cloricistos. Estructuras reproductivas no se observaron (Figura 19).



**Figura 19.** *Leucobryum martianum*. **A.** Hábito arrosetado, en aumento de 4X; **B.** Hoja, en aumento de 10X; **C.** Células mediales de la hoja (en aumento 40X).

**Distribución y hábitat:** Colombia en Amazonas, Antioquia, Boyacá, Caquetá, Cauca, Chocó, Guainía, Guaviare, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Risaralda, Santander, Tolima y Valle, entre 5-2.100 m (Bernal *et al.*, 2015), Casanare, Aguazul. Cupiagua. Bosque El Triunfo, parcela 3 sobre corteza de *Inga marginata*.

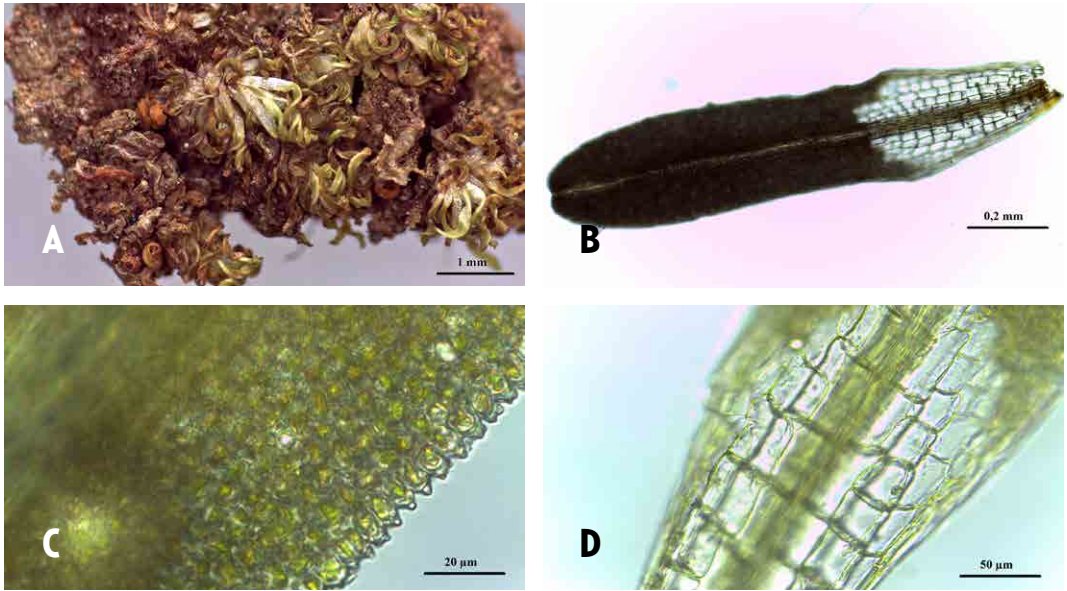
**Material examinado:** Gil JE 3589 (UPTC).

**Familia:** Octoblepharaceae

**Género:** *Octoblepharum*

**Especie:** *Octoblepharum albidum* Hedw.

**Descripción:** musgo acrocárpico en mata, verde pálido, verde-blanquecino; hojas cóncavas ovadas u oblongas, enteras a serruladas en la parte distal, ecostada, ápice redondo a apiculado; lumen celular liso, células mediales y basales cuadradas a corto-rectangulares, cuatro capas de leucocistos, dos encima y dos por debajo de la capa de cloricistos. Estructuras reproductivas no se observaron (Figura 20).



**Figura 20.** *Octoblepharum albidum*. **A.** Hábito en vista superior, en aumento de 4X; **B.** Vista de la hoja con la diferenciación de las células; **C.** Células marginales de la hoja (en aumento de 10X); **D.** Células cancelinas (en aumento 40X).

**Distribución y hábitat:** Colombia en Amazonas, Antioquia, Bolívar, Boyacá, Cauca, Chocó, Cundinamarca, Guainía, Guaviare, Magdalena, Meta, Nariño, Putumayo, Santander, Tolima, Valle y Vaupés; entre 20-1.675 m (Bernal *et al.*, 2015), Casanare, Aguazul. Cupiagua. Bosque El Englobe, parcelas 1 y 3, bosque El Triunfo, parcelas 3 y 4, sobre corteza y tronco en descomposición, en forófito hospedero como *Sapium laurifolium*, *Eugenia florida*, *Piptocoma discolor*, *Spondias mombin* y *Enterolobium cyclocarpum*.

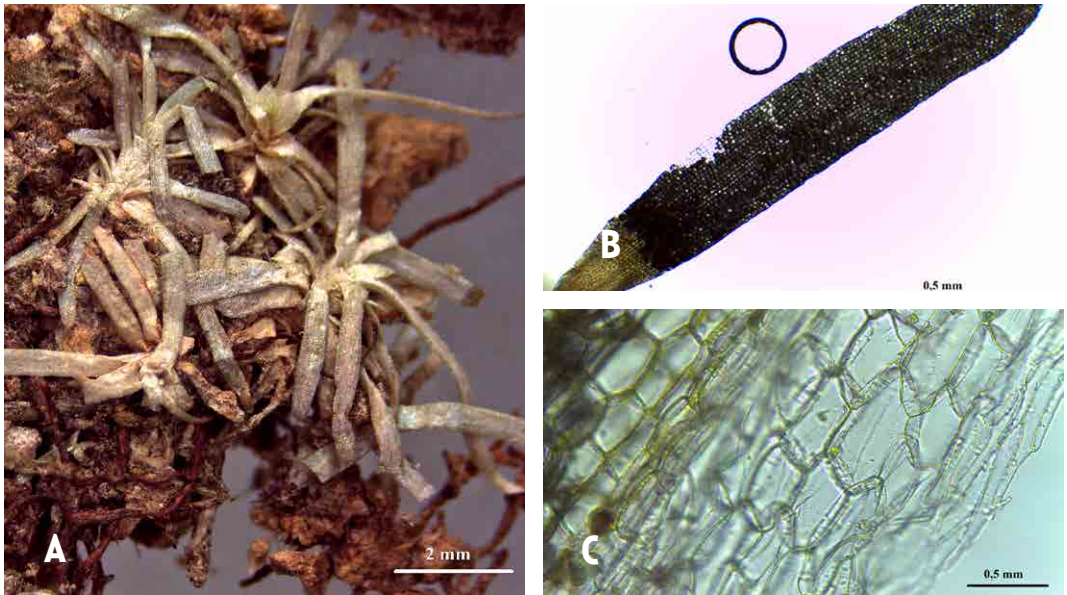
**Material examinado:** Ruiz OA 21, 86, 87, 95, 102, 110 y Gil JE 3604, 3629 (UPTC).

**Familia:** Octoblepharaceae

**Género:** *Octoblepharum*

**Especie:** *Octoblepharum cocuiense* Mitt.

**Descripción:** musgo acrocárpico en mata, verde pálido, verde-blanquecino; hojas cóncavas ovadas u oblongas, enteras a serruladas en la parte distal, ecostada, ápice redondo a apiculado; lumen celular liso, células mediales cuadradas a corto-rectangulares, células basales iguales a las mediales, dos capas de leucocistos por encima y por debajo de los clorocistos. Estructuras reproductivas no se observaron (Figura 21).



**Figura 21.** *Octoblepharum cocuiense*. **A.** Hábito en vista superior; **B.** Vista de la hoja (en aumento 10X); **C.** Células basales de la hoja (en aumento 10X).

**Distribución y hábitat:** Colombia en Antioquia, Caquetá, Chocó, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander y Valle, entre 50-1970 m (Bernal *et al.*, 2015), Casanare, Aguazul. Cupiagua. Bosque El Englobe, parcelas 2, 3 y 4 y bosque El Triunfo, parcelas 1 y 3, sobre corteza y tronco en descomposición, en forófito hospedero como *Inga marginata*, *Miconia gracilis*, *Eugenia egensis* y *Cupania americana*.

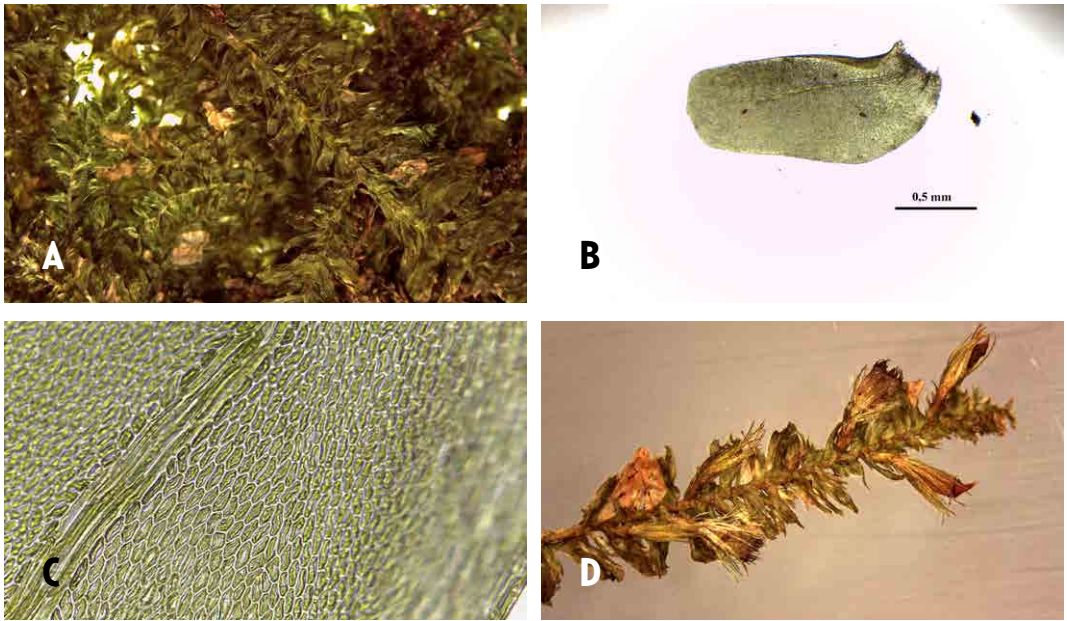
**Material examinado:** Ruiz OA 66, 138 y Gil JE 3656, 3675, 3590, 3564 (UPTC).

**Familia:** Neckeraceae

**Género:** *Neckeropsis*

**Especie:** *Neckeropsis disticha* (Hedw.) Kindb.

**Descripción:** musgo pleurocárpico en mata, verde pálido, verde oscuro a pardo oscuro; hojas lisas, oblongas a liguladas, enteras a crenuladas en la parte distal, costa simple, ápice truncado a obtuso; lumen celular liso, células mediales y basales romboidales (Figura 22).



**Figura 22.** *Neckeropsis disticha*. **A.** Hábito en vista superior; **B.** Hoja vista en 10X con detalle de la costa; **C.** Células de la parte media de la hoja (en aumento 40X); **D.** Cápsulas inmersas (en aumento 10X).

**Distribución y hábitat:** Colombia en Amazonas, Antioquia, Boyacá, Caquetá, Chocó, Cundinamarca, Magdalena, Meta, Nariño, Putumayo, Risaralda, Santander, Valle, Vaupés y Vichada, entre 20-940 m (Bernal *et al.*, 2015), Casanare, Aguazul. Cupiagua. Bosque El Englobe, parcelas 2 y 3, sobre corteza, forófitos hospederos: *Syzygium malaccense* y *Cupania americana*.

**Material examinado:** Ruiz OA 68 y Gil JE 3666 (UPTC).

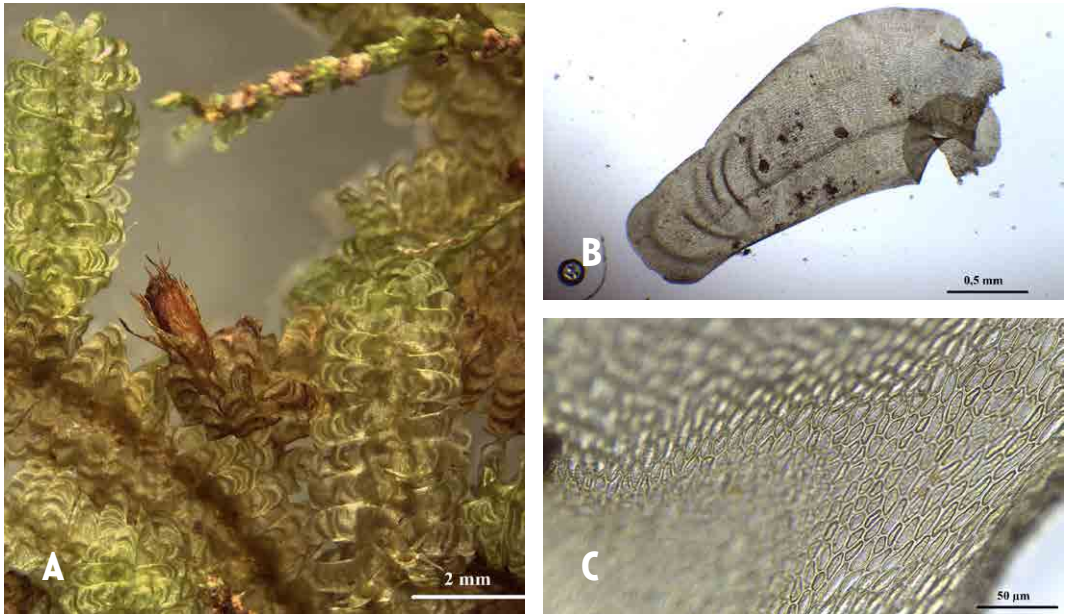
**Familia:** Neckeraceae

**Género:** *Neckeropsis*

**Especie:** *Neckeropsis undulata* (Hedw.) Reichardt

**Descripción:** musgo pleurocárpico en mata, verde pálido, verde oscuro a pardo oscuro; hojas onduladas, oblongas a liguladas, enteras a crenuladas en la parte distal, costa simple, ápice obtuso a truncado; lumen celular liso, células mediales y basales romboidales. Esporofito inmerso en el gametofito (Figura 23).





**Figura 23.** *Neckeropsis undulata*. **A.** Hábito con cápsulas inmersa en vista superior; **B.** Hoja con ondulaciones (en aumento 10X); **C.** Células de la parte media de la hoja (en aumento 40X).

**Distribución y hábitat:** Colombia en Amazonas, Antioquia, Boyacá, Caldas, Caquetá, Cauca, Chocó, Cundinamarca, Guainía, Magdalena, Meta, Norte de Santander, Putumayo, Risaralda, Tolima, Valle y Vichada, entre 490–2.770 m (Bernal *et al.*, 2015), Casanare, Aguazul. Cupiagua. Bosque El Englobe, parcelas 1, 2, 3 y 4, y bosque El Triunfo, parcelas 1, 2, 3 y 4, sobre corteza, tronco en descomposición, suelo y raíz aflorante, forófitos hospederos: *Phyllanthus attenuatus*, *Henriettea goudotiana*, *Aiphanes horrida*, *Ficus cuatrecasiana*, *Eugenia* sp., y *Siparuna guianensis*.

**Material examinado:** Ruiz OA 22a, 61a, 76, 118 y Gil JE 3616, 3595, 3633, 3562, 3684, 3670 (UPTC).

**Familia:** Pilotrichaceae

**Género:** *Cyclodictyon*

**Especie:** *Cyclodictyon albicans* (Hedw.) Kuntze

**Descripción:** musgo acrocárpico en mata, verde pálido a verde-blanquecino; hojas ovadas a oblongo-ovadas, entera a frecuentemente serruladas formando un borde de células, costa doble y divergente, ápice corto-acuminado; lumen celular liso, células mediales hexagonales a romboidales, células basales grandes y laxas. Estructuras reproductivas no se observaron (Figura 24).



**Figura 24.** *Cyclodictyon albicans*. **A.** Hábito en vista superior; **B.** Hoja, en aumento de 10X; **C.** Disposición de las hojas, en aumento de 10X; **D.** Borde de las células (en aumento 40X); **E.** Células mediales de la hoja (en aumento 40X).

**Distribución y hábitat:** Colombia en Antioquia, Caldas, Caquetá, Cauca, Chocó, Cundinamarca, Huila, Magdalena, Nariño, Risaralda, Santander y Tolima, entre 30-2.800 m (Bernal et al., 2015), Casanare, Aguazul. Cupiagua. Bosque El Triunfo, parcela 2, crecen sobre suelo y en forófito.

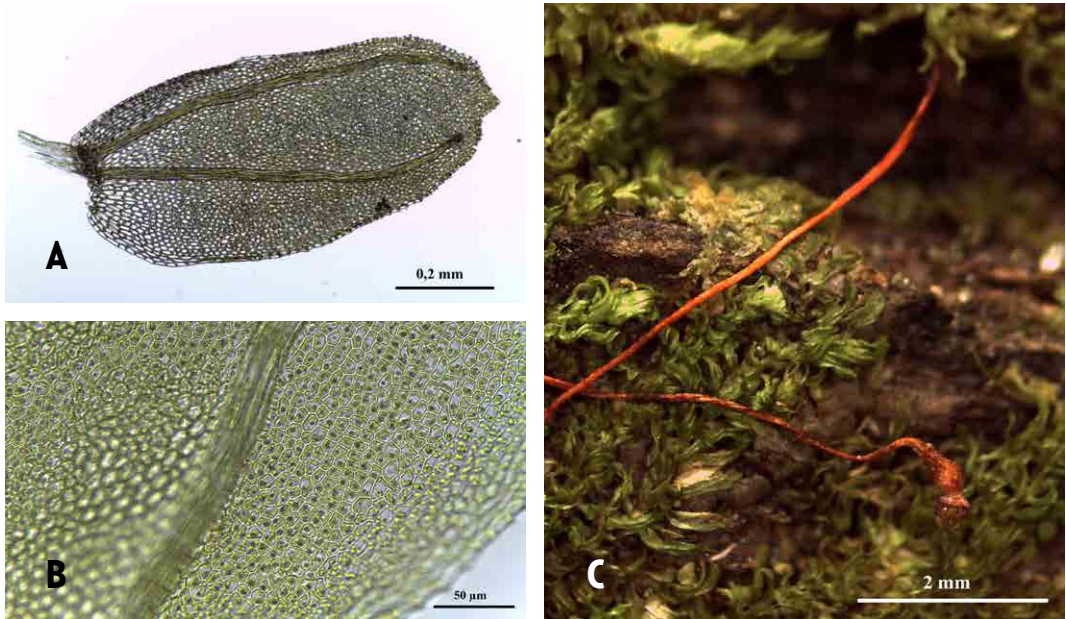
**Material examinado:** Ruiz OA 28 (UPTC).

**Familia:** Pilotrichaceae

**Género:** *Pilotrichidium*

**Especie:** *Pilotrichidium callicostatum* (Müll. Hal.) A. Jaeger

**Descripción:** musgo pleurocárpico en mata, verde-pálido; hojas contortas en seco, oblongo-ovadas a oblongo-liguladas, crenuladas, costa doble convergente en el ápice, terminando con proyección de unos dientes, ápice obtuso a truncado; lumen celular papiloso, pluripapiloso, las células mediales son isodiamétricas, células basales subrectangulares (Figura 25).



**Figura 25.** *Pilotrichidium callicostatum*. **A.** Hoja con costa doble, en aumento de 10X; **B.** Células de la parte media con papilas (en aumento 40X); **C.** Hábito con esporofitos vista superior.

**Distribución y hábitat:** Colombia en Antioquia, Chocó, Magdalena, Nariño y Risaralda, entre 760-2.080 m (Bernal *et al.*, 2015), Casanare, Aguazul. Cupiagua. Bosque El Englobe, parcelas 1, 2 y 4, bosque El Triunfo, parcelas 3 y 4, sobre raíz a florante, suelo, roca corteza de *Clusia lineata*.

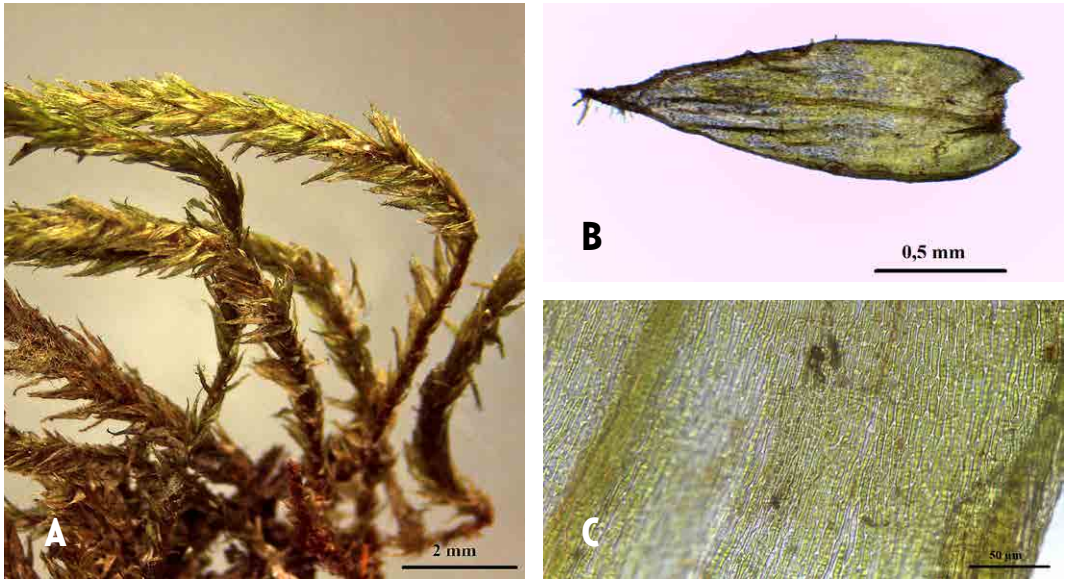
**Material examinado:** Gil JE 3644, 3641, 3575, 3669, 3610, 3541 (UPTC).

**Familia:** Pterobryaceae

**Género:** *Henicodium*

**Especie:** *Henicodium geniculatum* (Mitt.) W.R. Buck

**Descripción:** musgo pleurocárpico en mata, verde pálido a verde amarillento; hojas cóncavas, oblongo-lanceoladas a ovado-lanceoladas, recurvada a serruladas, costa simple larga, ápice acuminado a agudo; lumen celular papiloso, 1-2 papilas sobre el lumen, células mediales lineales a lineo-fusiforme, células yuxtacostales basales rectangulares, región alar obladas a cuadradas extendiéndose al borde de la hoja. Estructuras reproductivas no se observaron (Figura 26).



**Figura 26.** *Henicodium geniculatum*. **A.** Vista del hábito, en aumento de 10X; **B.** Hoja (en aumento 10X); **C.** Células mediales de la hoja (en aumento 40X).

**Distribución y hábitat:** Colombia en Amazonas, Antioquia, Caldas, Cauca, Meta, Putumayo y Risaralda, entre 60–2.150 m (Bernal *et al.*, 2015), Casanare, Aguazul. Cupiagua. Bosque El Englobe, parcela 1, sobre corteza en forófito hospedero *Bathysa* sp. y *Protium* sp.

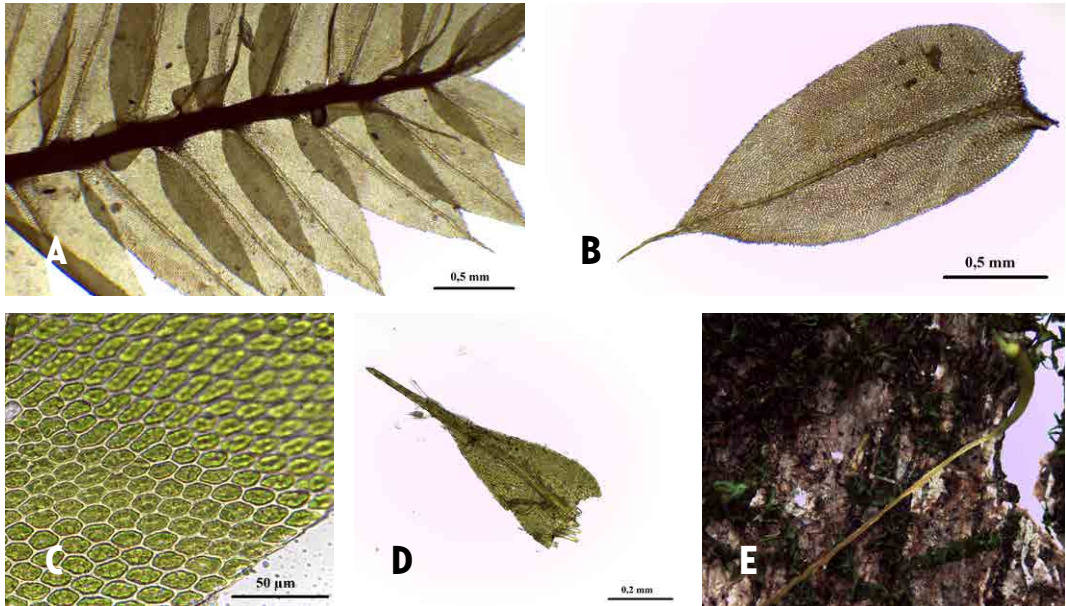
**Material examinado:** Ruiz OA 111 y Gil JE 3646 (UPTC).

**Familia:** Racopilaceae

**Género:** *Racopilum*

**Especie:** *Racopilum tomentosum* (Hedw.) Brid.

**Descripción:** musgo pleurocárpico en mata, verde oscuro; hojas ovado-lanceoladas a oblongo-lanceoladas, entera a serruladas en la parte distal, ecostada a costa corta y bifurcada, ápice agudo a anchamente acuminado; lumen celular liso a debilmente papiloso, células mediales isodiamétricas romboidales a hexagonales, células basales fusiformes a hexagonales (Figura 27).



**Figura 27.** *Racopilum tomentosum*. **A.** Hábito y disposición de las hojas, en aumento de 10X; **B.** Hoja lateral, en aumento de 10X; **C.** Células mediales de la hoja, en aumento de 40X; **D.** Hoja del tallo (en aumento 40X); **E.** Cápsula alargada, opérculo cónico (en aumento 10X).

**Distribución y hábitat:** Colombia en Antioquia, Boyacá, Caldas, Caquetá, Cauca, Chocó, Cundinamarca, La Guajira, Huila, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Risaralda, Santander, Tolima, Valle, Vaupés y Vichada, entre 340–3.400 m (Bernal *et al.*, 2015), Casanare, Aguazul. Cupiagua. Bosque El Triunfo, parcela 3 sobre roca, corteza, en forófito hospedero: *Eugenia biflora*.

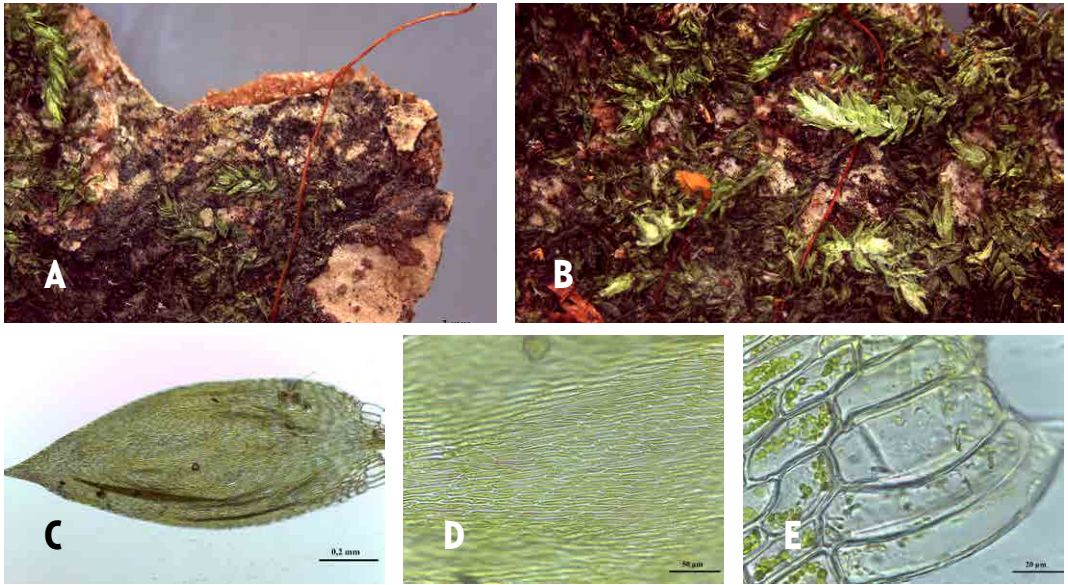
**Material examinado:** Ruiz OA 23 y Gil JE 3581 (UPTC).

**Familia:** Sematophyllaceae

**Género:** *Acroporium*

**Especie:** *Acroporium pungens* (Hedw.) Broth.

**Descripción:** musgo pleurocárpico en mata, verde a verde-amarillento a opaco; hojas ovadas a ovado-lanceoladas, enteras a levementemente serruladas, ecostada, ápice largo acuminado; lumen celular liso, a raramente papiloso, células mediales lineales, células basales más cortas oblongo-rectangulares en un ángulo de 45° (Figura 28).



**Figura 28.** *Acroporium pungens*. **A.** Esporofito; **B.** Hábito con esporofito adherido al sustrato; **C.** Hoja, en aumento de 10X; **D.** Células de la parte media de la hoja (en aumento 40X); **E.** Células alares de la hoja (en aumento 40X).

**Distribución y hábitat:** Colombia en Amazonas, Antioquia, Caldas, Caquetá, Cauca, Chocó, Cundinamarca, Huila, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Risaralda, Santander, Tolima, Valle y Vaupés, entre 490–2.770 m (Bernal *et al.*, 2015), Casanare, Aguazul. Cupiagua. Bosque El Triunfo, parcelas 2 y 4, sobre roca, tronco en descomposición y corteza.

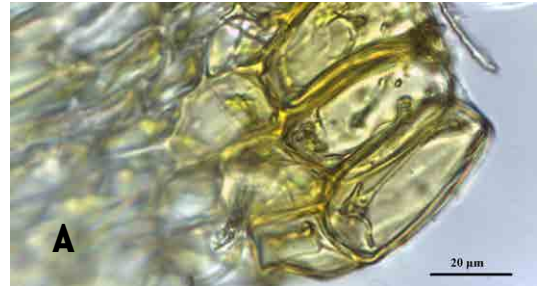
**Material examinado:** Ruiz OA 31, 73, 40a (UPTC).

**Familia:** Sematophyllaceae

**Género:** *Sematophyllum*

**Especie:** *Sematophyllum adnatum* (Michx.) E. Britton

**Descripción:** musgo pleurocárpico en tapiz, verde a verde-amarillento a opaco; hojas ovadas, ovado-lanceoladas a lanceoladas, enteras a serruladas distalmente, ecostada, ápice agudo a estrechamente acuminado; lumen celular liso, células mediales fusiforme a lineales, células basales ovales a oblongas infladas (Figura 29).



**Figura 29.** *Sematophyllum adnatum*. **A.** Hábito en vista superior, en aumento de 4X; **B.** Hoja, en aumento de 10X; **C.** Células alares (en aumento 40X).

**Distribución y hábitat:** Colombia en Amazonas a 250-280 m (Bernal *et al.*, 2015); Casanare, Aguazul. Cupiagua. Bosque El Englobe, parcelas 3 y 4, sobre suelo, madera en descomposición y corteza de *Cordia bicolor*.

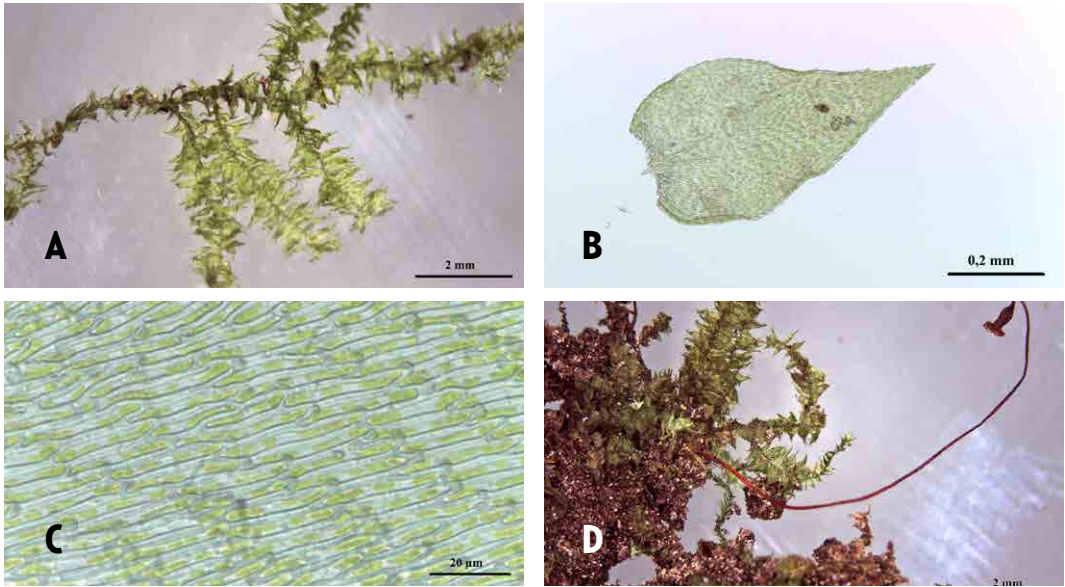
**Material examinado:** Ruiz OA 11, 3683, 3690 (UPTC).

**Familia:** Sematophyllaceae

**Género:** *Sematophyllum*

**Especie:** *Sematophyllum subpinnatum* (Brid.) E. Britton

**Descripción:** musgo pleurocárpico en tapiz, verde pálido, verde-amarillento a pardo oscuro; hojas ovadas, ovado-lanceoladas a lanceoladas, entera a serruladas distalmente, ecostada, ápice agudo; lumen celular liso, células mediales romboidales, fusiforme a lineales, células basales ovales a oblongas infladas (Figura 30).



**Figura 30.** *Sematophyllum subpinnatum*. **A.** Hábito en vista superior, en aumento de 4X; **B.** Hoja en vista superior con detalle de la costa corta y doble; **C.** Papilas en los ángulos de las células mediales (en aumento de 40X); **D.** Vista general de esporofito.

**Distribución y hábitat:** Colombia en Antioquia, Arauca, Boyacá, Caldas, Cauca, Chocó, Cundinamarca, Huila, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Risaralda, Santander, Tolima y Valle, entre 490-2.770 m (Bernal et al., 2015); Casanare, Aguazul. Cupiagua. Bosque El Triunfo, parcelas 1, 2, 3 y 4, bosque El Englobe, parcelas 1, 3 y 4, sobre corteza, tronco en descomposición y roca, en forófito hospedero como *Inga marginata*, *Clusia lineata*, *Chomelia spinosa*, *Guarea guidonia* y *Psychotria anceps*.

**Material examinado:** Ruiz OA 17, 38a y Gil JE 3591, 2558, 3548, 3611, 3640, 3647, 3554, 3591 (UPTC).

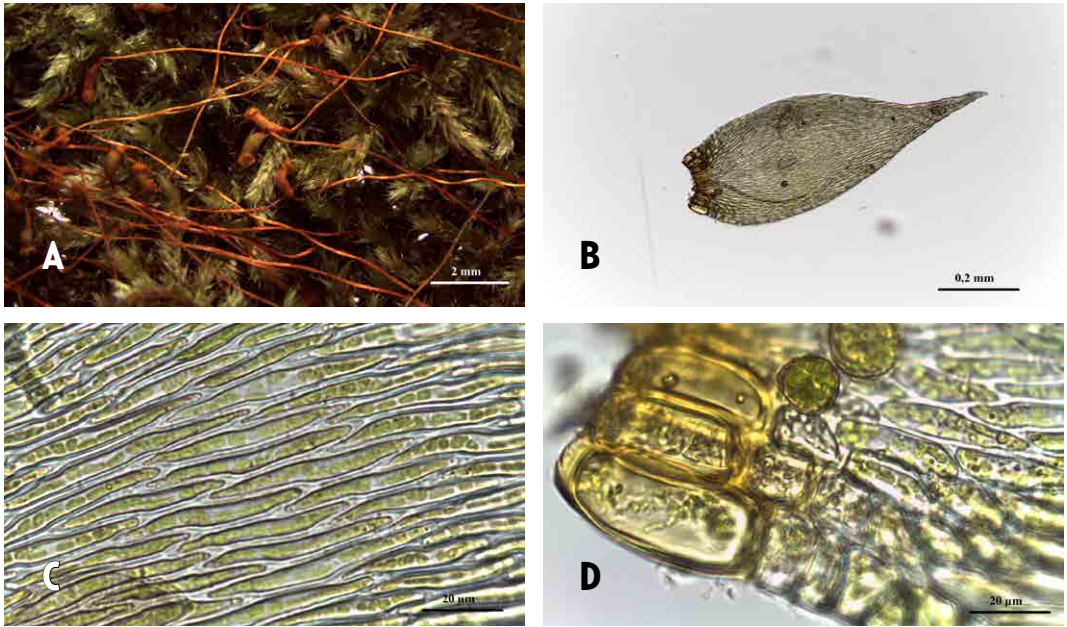
**Familia:** Sematophyllaceae

**Género:** *Sematophyllum*

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

**Descripción:** musgo pleurocárpico en tapiz, verde a verde-amarillento y opaco; hojas ovadas, ovado-lanceoladas a lanceoladas, enteras a serruladas distalmente, ecostada, ápice agudo; lumen celular liso, células mediales fusiforme a lineales, células basales ovales a oblongas e infladas (Figura 31).





**Figura 31.** *Sematophyllum subsimplex*. **A.** Hábito en vista superior con esporofitos; **B.** Hoja, en aumento de 10X; **C.** Células mediales de la hoja (en aumento 40X); **D.** Células alares (en aumento 40X).

**Distribución y hábitat:** Colombia en Amazonas, Antioquia, Arauca, Bolívar, Caquetá, Cauca, Chocó, Guainía, Magdalena, Meta, Nariño, Putumayo, Santander, Valle y Vaupés, entre 20-1.400 m (Bernal *et al.*, 2015), Casanare, Aguazul. Cupiagua. Bosque El Triunfo, parcelas 2 y 4, bosque El Englobe, parcelas 1, 2, 3 y 4, sobre roca, tronco en descomposición y corteza, en forófitos hospederos como *Piptocoma discolor*, *Spondias mombin*, *Chomelia spinosa* y *Cupania americana*.

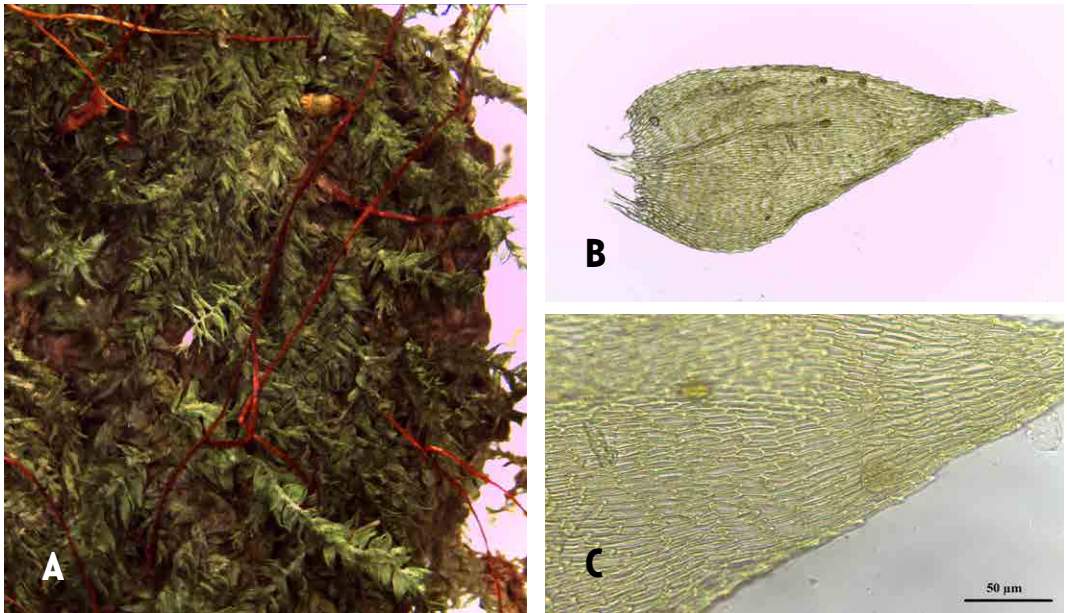
**Material examinado:** Ruiz OA 2, 80, 109 y Gil JE 3630, 3668, 3682, 3694, 3662, 3659, 3570, 3679, 3650, 3668, 3630 (UPTC).

**Familia:** Sematophyllaceae

**Género:** *Taxithelium*

**Especie:** *Taxithelium planum* (Brid.) Mitt.

**Descripción:** musgo pleurocárpico en mata, verde pálido a verde-amarillento; hojas complanadas, ovado-oblongas, serruladas, ecostada, ápice anchamente y agudo; lumen celular papiloso, papilas en fila de 5 a 7 sobre el lumen, células mediales lineales, células basales cuadradas a corto-rectangulares (Figura 32).



**Figura 32.** *Taxithelium planum*. **A.** Hábito con esporofitos en vista general; **B.** Hoja con detalles de la costa (en aumento 10X); **C.** Células mediales marginales de la hoja (en aumento 40X).

**Distribución y hábitat:** Colombia, en Amazonas, Antioquia, Cauca, Chocó, Guainía, Magdalena, Meta, Nariño, Putumayo, Santander, Valle, Vaupés y Vichada, entre 5-1.100 m (Bernal *et al.*, 2015), Casanare, Aguazul. Cupiagua. Bosque El Triunfo, parcela 3, bosque El Englobe, parcela 2, sobre tronco en descomposición y raíz aflorante.

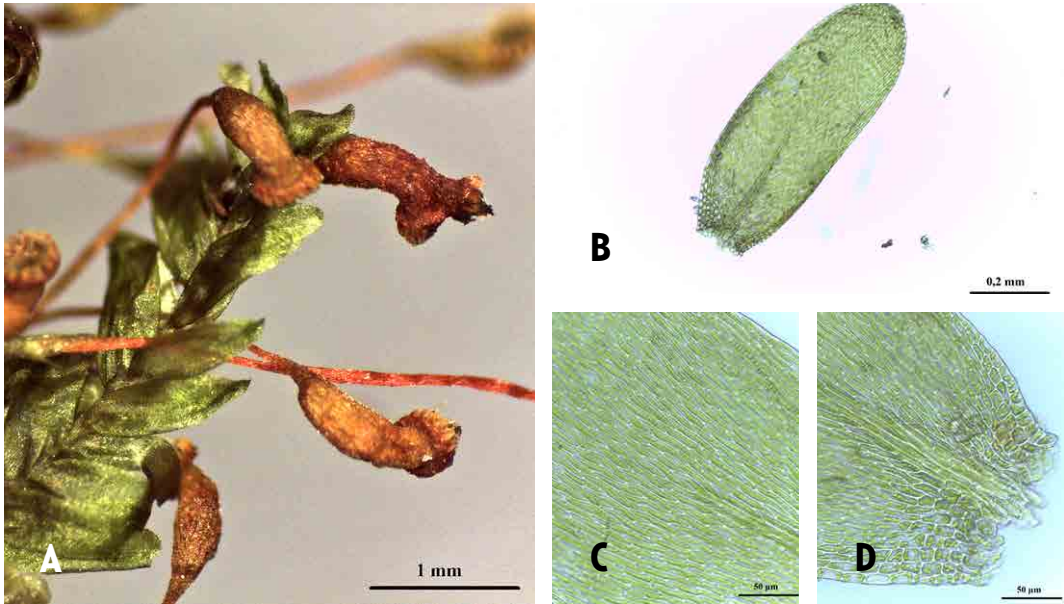
**Material examinado:** Ruiz OA 47 y Gil JE 3580 (UPTC).

**Familia:** Stereophyllaceae

**Género:** *Entodontopsis*

**Especie:** *Entodontopsis nitens* (Mitt.) W.R. Buck & R.R. Ireland

**Descripción:** musgo pleurocárpico en mata, verde claro a verde pálido; hojas obtusas hasta anchamente agudas, entera, costa simple hasta la mitad de la hoja, ápice corto-acuminado; lumen celular liso, células mediales lineales, células basales cuadradas más a un lado de la hoja. Esporofitos con cápsulas cilíndricas con un doble peristoma amplio (Figura 33).



**Figura 33.** *Entodontopsis nitens*. **A.** Hábito con esporofitos vista frontal; **B.** Hoja con el detalle de la costa, en aumento de 10X; **C.** Células mediales de la hoja (en aumento 40X); **D.** Células alares de la hoja (en aumento 10X).

**Distribución y hábitat:** Colombia, en el departamento del Valle, a los 1.000 m (Bernal *et al.*, 2015); Casanare, Aguazul. Cupiagua. Bosque El Triunfo, parcelas 1, 2 y 4, bosque El Englobe, parcela 4 en corteza, tronco en descomposición y raíz aflorante, en forófito hospedero como *Cupania americana*, *Eugenia egensis* e *Hirtella americana*.

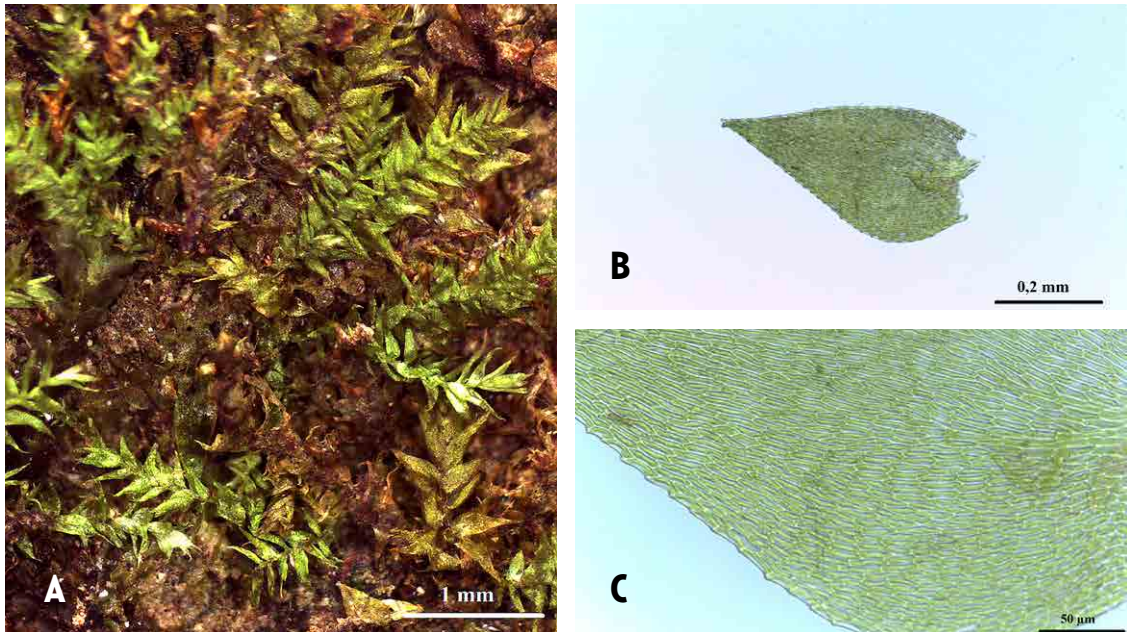
**Material examinado:** Ruiz OA 3, 18a, 69, 142, 144, 3553, 3600 (UPTC).

**Familia:** Stereophyllaceae

**Género:** *Entodontopsis*

**Especie:** *Entodontopsis leucostega* (Brid.) W.R. Buck & R.R. Ireland

**Descripción:** musgo pleurocárpico en mata, verde claro a verde pálido; hojas estrechamente agudas a acuminadas, enteras, costa simple hasta la mitad de la hoja, ápice corto-acuminado; lumen celular liso, células mediales lineales, células basales cuadradas más a un lado de la hoja. Estructuras reproductivas no se observaron (Figura 34).



**Figura 34.** *Entodontopsis leucostega*. **A.** Vista superior del hábito de la planta; **B.** Hoja (en aumento 10X); **C.** Células basales de la hoja (en aumento 40X).

**Distribución y hábitat:** Colombia en Antioquia, Caquetá, Cundinamarca, Huila y Magdalena, entre 125-1.030 m (Bernal *et al.*, 2015), Casanare, Aguazul. Cupiagua. Bosque El Triunfo, parcela 4, bosque El Englobe, parcela 4, sobre tronco en descomposición y corteza.

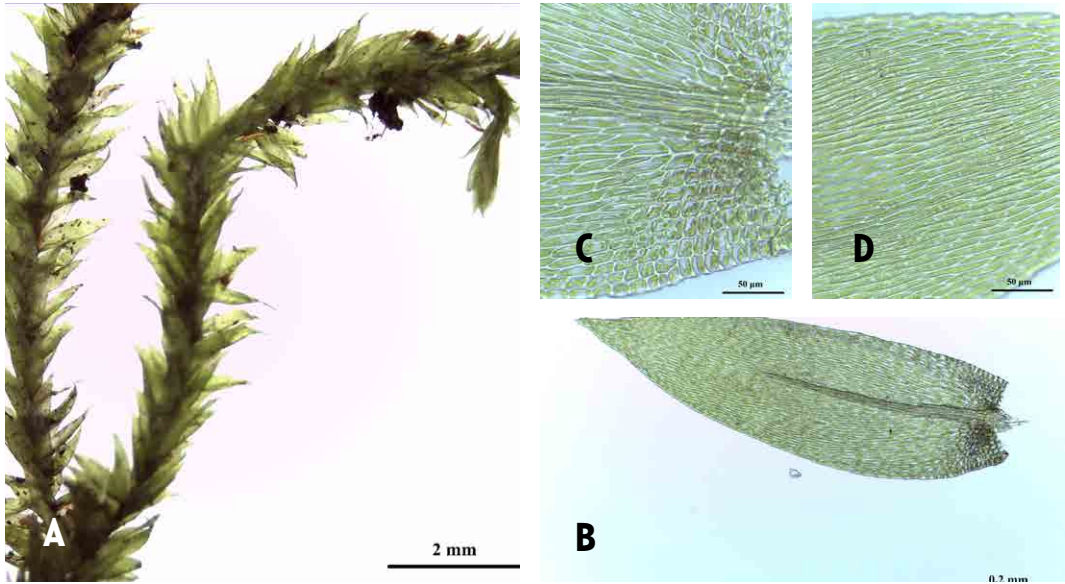
**Material examinado:** Ruiz OA 155 y Gil JE 3724 (UPTC).

**Familia:** Stereophyllaceae

**Género:** *Pilosium*

**Especie:** *Pilosium chlorophyllum* (Hornsch.) Müll. Hal.

**Descripción:** musgo pleurocárpico en mata, verde pálido a verde amarillento; hojas ovadas a ovado-lanceoladas, enteras a serruladas en la parte distal, ecostada a costa corta y bifurcada, ápice agudo a acuminado; lumen celular liso a papiloso, células mediales lineales, células basales numerosas en un lado, cuadradas a corto-rectangulares. Estructuras reproductivas no se observaron (Figura 35).



**Figura 35.** *Pilosium chlorophyllum* **A.** Hábito en vista general, en aumento de 4X; **B.** Hoja con detalle de la costa y células alares, en aumento de 10X; **C.** Células basal de la hoja (en aumento 40X); **D.** Células de la parte media de la hoja (en aumento 40X).

**Distribución y hábitat:** Colombia en Amazonas, Antioquia, Arauca, Boyacá, Caquetá, Guainía, Guaviare, Meta, Putumayo, Santander y Vaupés, entre 70-1.100 m (Bernal *et al.*, 2015), Casanare, Aguazul. Cupiagua. Bosque El Triunfo, parcela 4, bosque El Englobe, parcelas 2 y 3, en corteza, roca y tronco en descomposición, sobre forófito hospedero como *Spondias mombin* y *Cupania americana*.

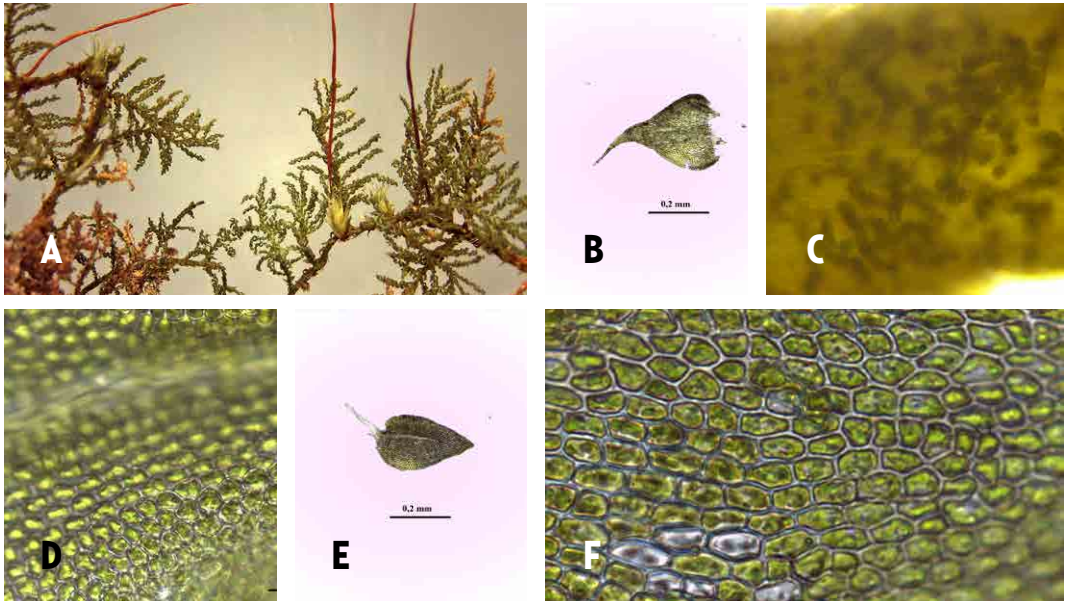
**Material examinado:** Ruiz OA 63, 77 y Gil JE 3677, 3688 (UPTC).

**Familia:** Thuidiaceae

**Género:** *Raiella*

**Especie:** *Raiella praelonga* (Besch.) Wijk & Margad.

**Descripción:** musgo pleurocárpico en mata, verde-amarillento a pardo oscuro; hojas ovadas, ovado-lanceoladas, serruladas, costa simple, ápice corto a largo-acuminado; lumen celular liso, células mediales lineales a lineo-vermiculares, células basales oblongas e infladas (Figura 36).



**Figura 36.** *Rauveliella praelonga*. **A.** Hábito con esporofitos vista frontal; **B.** Hoja de la rama, en aumento de 10X; **C.** Parafilos; **D.** Células de las hojas de la rama, en aumento de 40X; **E:** Hoja del tallo (en aumento 10X); **F.** Células mediales de las hojas del tallo (en aumento 40X).

**Distribución y hábitat:** Colombia en Nariño y Norte de Santander, en 1.549–2.200 m (Bernal *et al.*, 2015), Casanare, Aguazul. Cupiagua. Bosque El Triunfo, parcelas 1, 2 y 3, bosque El Englobe, parcelas 1, 2 y 3, sobre tronco en descomposición, roca, corteza y raíz aflorante, en forófito hospedero como *Spondias mombin* y *Batocarpus costaricensis*.

**Material examinado:** Ruiz OA 34, 56, 91, 108, 126 y Gil JE 3556, 3701, 3586, 3638, 3695, 3556, 3638, 3586, 3701 (UPTC).

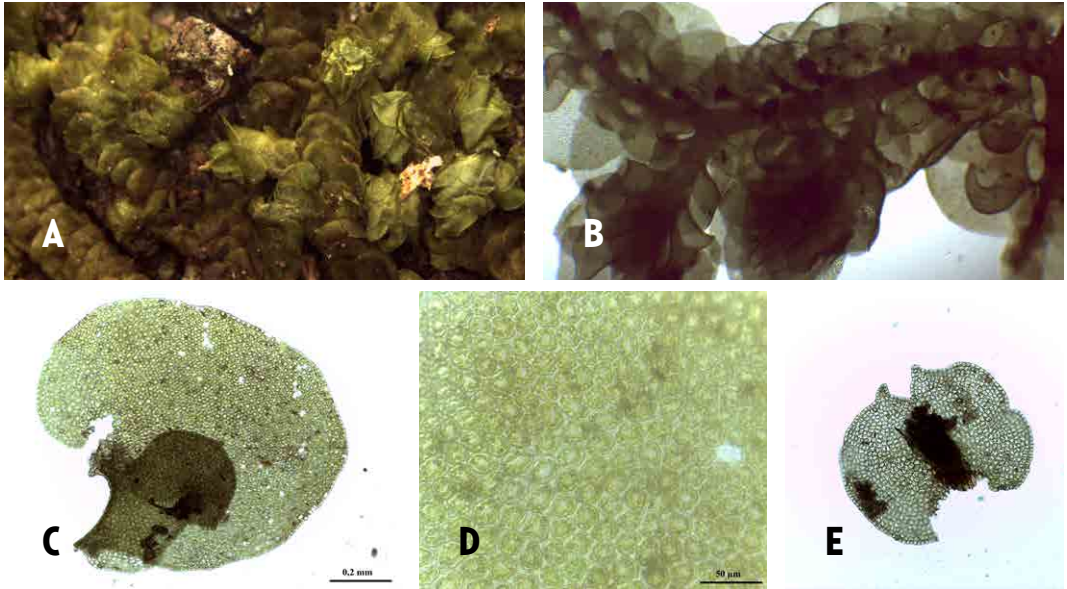
## HEPÁTICAS

**Familia:** Frullaniaceae

**Género:** *Frullania*

**Especie:** *Frullania bogotensis* Steph.

**Descripción:** hepática foliosa en tapiz liso, bilobulada y escuarrosa, verde amarillento; hojas ovadas a ovada-orbiculares, lóbulo grande con una pequeña porción laminar, estilo pequeño filiforme, entera a crenulada, ápice redondo agudo a acuminado; anfigastro imbricado, bifido, trígonos pequeños confluyentes; células mediales isodiamétricas a ovadas. Estructuras reproductivas no se observaron (Figura 37).



**Figura 37.** *Frullania bogotensis*. **A.** Hábito de crecimiento en vista superior; **B.** Disposición de los lobos y lóbulos vista en 10X; **C.** Lobo y lóbulo visto en 40X; **D.** Células mediales de la hoja visto en 40X; **E.** Anfigastro visto en 40X.

**Distribución y hábitat:** Colombia en Boyacá, Cundinamarca, y Santander, entre 700-1.500 m (Bernal *et al.*, 2015), Casanare, Aguazul. Cupiagua. Bosque El Englobe, parcela 1 en tronco en descomposición.

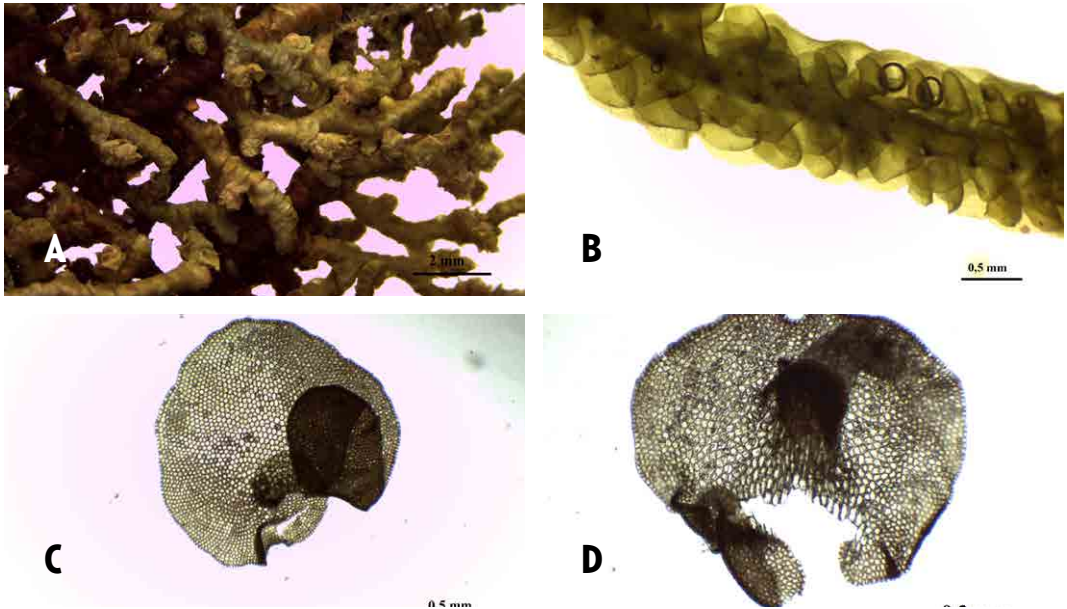
**Material examinado:** Ruiz OA 125 (UPTC).

**Familia:** Frullaniaceae

**Género:** *Frullania*

**Especie:** *Frullania gibbosa* Ness

**Descripción:** hepática foliosa en tapiz liso, verde claro a verde amarillenta; hojas bilobuladas, escuarrosas, ovadas a ovada-orbiculares, lóbulo grande, libre del tallo, globoso a lineal, estilo folioso lineal alargado, entera a crenulada, ápice redondo agudo a acuminado; anfigastro bifido, trígonos pequeños confluyentes; células mediales isodiamétricas a ovadas. Estructuras reproductivas no se observaron (Figura 38).



**Figura 38.** *Frullania gibbosa*. **A.** Hábito en vista superior; **B.** Disposición de las hojas y anfigastro, en aumento de 10X; **C.** Hoja y lóbulo, en aumento de 10X; **D.** Anfigastro, visto en 40X

**Distribución y hábitat:** Colombia, en Antioquia, Boyacá, Caldas, Cauca, Cesar, Cundinamarca, Magdalena, Santander y Tolima, entre 500–3.200 m (Bernal et al., 2015), Casanare, Aguazul. Cupiagua. Bosque El Triunfo, parcela 2, tronco en descomposición y raíz aflorante.

**Material examinado:** Gil JE 36 (UPTC).

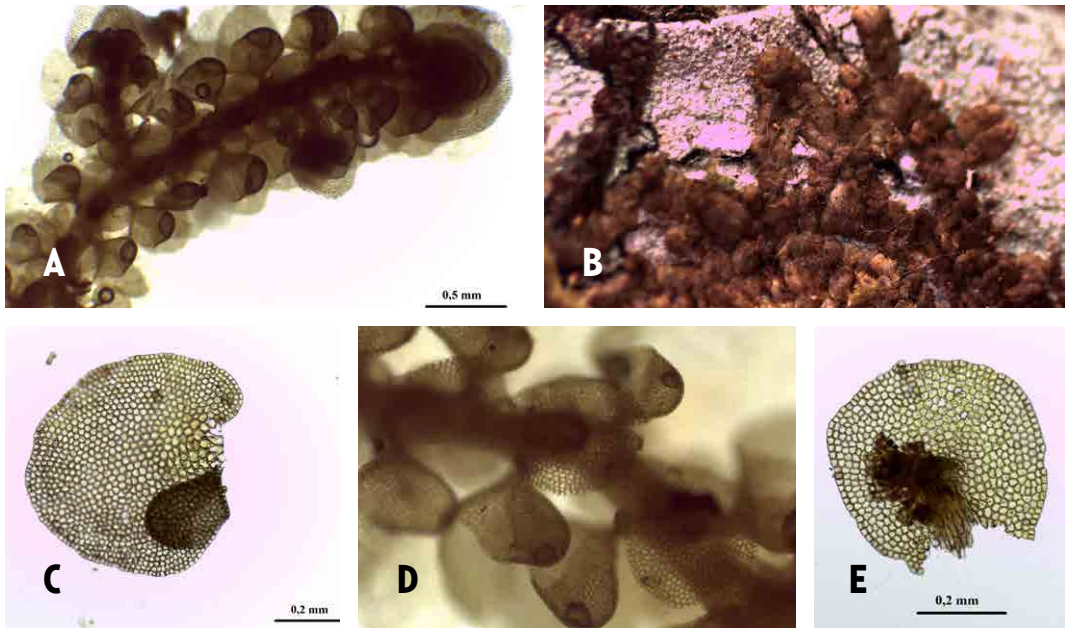
**Familia:** Frullaniaceae

**Género:** *Frullania*

**Especie:** *Frullania riojaneirensis* (Raddi) Spruce

**Descripción:** hepática foliosa, tapiz liso, verde amarillenta; hojas bilobuladas, recurvadas, ovada a obovada, lóbulo grande con una pequeña porción laminar, libre del tallo, estilo largo, entera a crenulada, ápice redondo, agudo a acuminado; anfigastro bifido, recurvado, trígonos pequeños confluyentes, células mediales isodiamétricas a ovadas, estructuras reproductivas no se observaron (Figura 39).





**Figura 39.** *Frullania riojaneirensis*. **A.** Distribución de los lobos y lóbulos, en aumento de 10X; **B.** Hábito en vista superior; **C.** Lobo y lóbulo, en aumento de 10X; **D.** Detalle de los lóbulos, en aumento de 10X; **E.** Anfigastro, visto en 40X.

**Distribución y hábitat:** Colombia en Antioquia, Boyacá, Caldas, Cauca, Cesar, Chocó, Cundinamarca, Huila, Magdalena, Quindío, Risaralda, Santander y Tolima, entre 100–3.800 m (Bernal *et al.*, 2015), Casanare, Aguazul. Cupiagua. Bosque El Triunfo, parcela 4, bosque El Englobe, parcela 3, en corteza y tronco en descomposición.

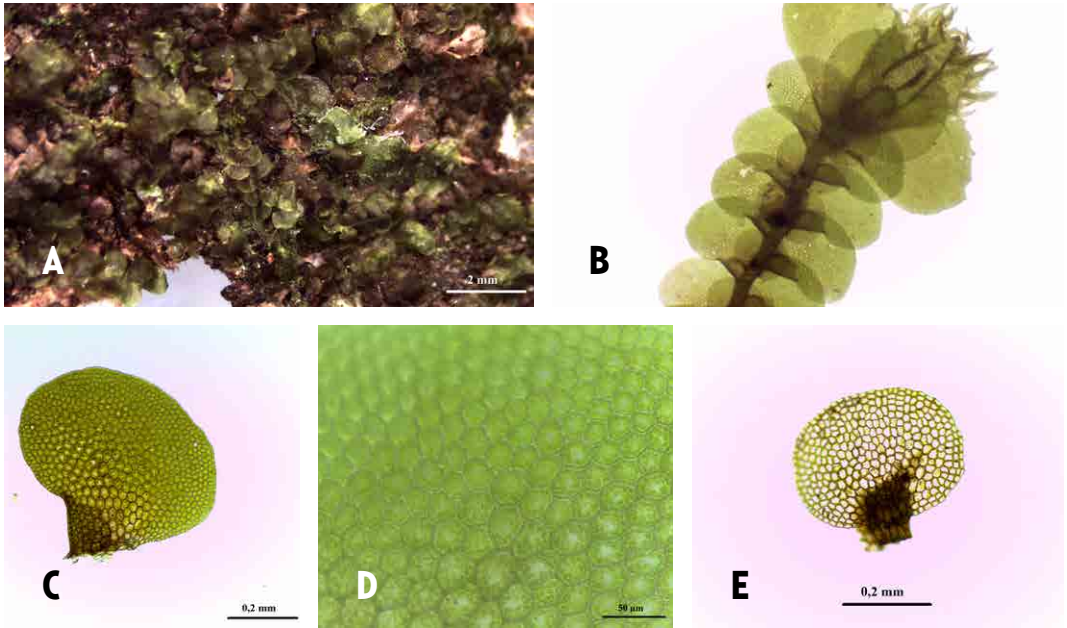
**Material examinado:** Ruiz OA 159 y Gil JE 3614 (UPTC).

**Familia:** Lejeuneaceae

**Género:** *Archilejeunea*

**Especie:** *Archilejeunea parviflora* (Ness) Steph.

**Descripción:** hepática foliosa, tapiz liso, verde opaca a verde oscura o negra; hojas bilobuladas, convolutas, ovadas a oblongas, lóbulo pequeño rectangular con 1–2 dientes, entera, ápice redondo a obtuso; anfigastro entero, trígonos triangulares a radiados, células mediales isodiamétricas a oblongas (Figura 40).



**Figura 40.** *Archilejeunea parviflora*. **A.** Hábito vista superior; **B.** Perianto dentado en la parte superior de la rama, en aumento de 10X; **C.** Lóbulo, en aumento de 10X; **D.** Células mediales del lóbulo; **E.** Anfigastro, visto en 40X.

**Distribución y hábitat:** Colombia en Cauca, Cesar, Chocó, Meta, Norte de Santander, Quindío y Risaralda, entre 30-1.500 m (Bernal *et al.*, 2015), Casanare, Aguazul. Cupiagua. Bosque El Triunfo, parcelas 2, 3 y 4, bosque El Englobe, parcela 3, sobre corteza y en forófito hospedero como *Chomelia spinosa* y *Cupania americana*.

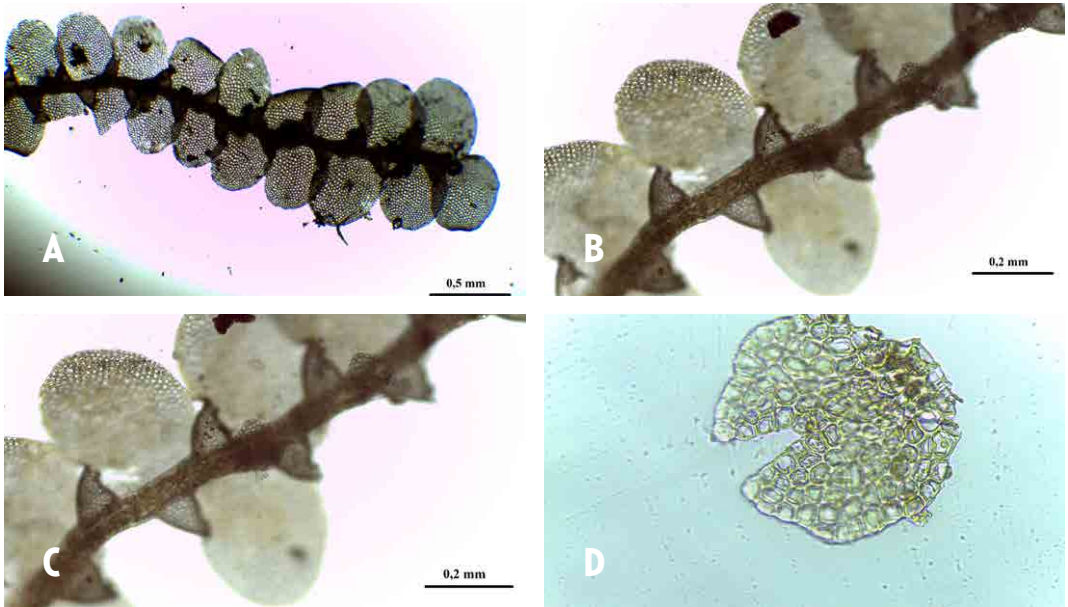
**Material examinado:** Ruiz OA 26a. 77, 106 y Gil JE 3579 (UPTC).

**Familia:** Lejeuneaceae

**Género:** *Cheilolejeunea*

**Especie:** *Cheilolejeunea rigidula* (Mont.) R.M. Schust.

**Descripción:** hepática foliosa en tapiz liso, verde pálido a verde oliva; hojas bilobuladas, ovadas a oblongas, lóbulos pequeños cortos y obtusos con un diente apical, entera, ápice plano a recurvado, redondo a obtuso; anfigastro bifido, trígonos pequeños, papila hialina proximal; células mediales isodiamétricas a ovado oblongas (Figura 41).



**Figura 41.** *Cheilolejeunea rigidula*. **A.** Hábito vista dorsal; **B.** Lóbulo en el tallo, en aumento de 10X; **C.** Lobo, en aumento de 10X; **D.** Anfigastro, visto en 40X.

**Distribución y hábitat:** Colombia en Amazonas, Caquetá, Cesar, Chocó, Huila, Magdalena, Nariño, Putumayo, Quindío, Risaralda, Tolima y Vaupés, entre 30-2.800 m (Bernal et al., 2015), Casanare, Aguazul. Cupiagua. Bosque El Englobe, parcela 3 sobre corteza en forófito hospedero como *Clusia lineata*, *Spondias mombin*, *Ficus cuatrecasiana* y *Cupania americana*.

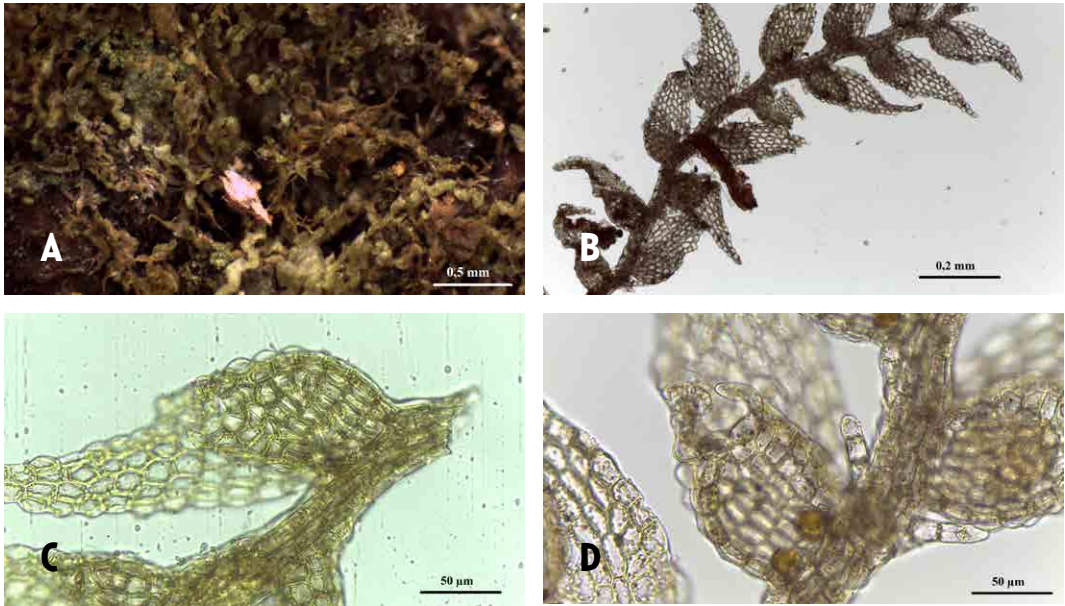
**Material examinado:** Gil JE 3697 (UPTC).

**Familia:** Lejeuneaceae

**Género:** *Drepanolejeunea*

**Especie:** *Drepanolejeunea bidens* Steph.

**Descripción:** hepática foliosa en tapiz liso, verde claro a verde amarillenta; hojas bilobuladas, suberectas a falcadas, ovada-triangulares a lanceoladas, lóbulo largo con un diente crenulada, dentada o entera, ápice aguda-apiculada; anfigastro bifido divergente, con 4 células de alto, trígonos pequeños, ocelos presentes, células mediales isodiamétricas a ovada oblonga (Figura 42).



**Figura 42.** *Drepanolejeunea bidens*. **A.** Hábito adherido al sustrato; **B.** Disposición de las hojas, en aumento de 10X; **C.** Hoja, en aumento de 10X; **D.** Detalle del anfigastro y lóbulo, vistos en 40X.

**Distribución y hábitat:** Colombia en Chocó, Cundinamarca y Huila, entre 100-2.100 m (Bernal et al., 2015), Casanare, Aguazul. Cupiagua. Bosque El Triunfo, parcela 4 en raíz aflorante.

**Material examinado:** *Gil JE 3615* (UPTC).

**Familia:** Lejeuneaceae

**Género:** *Lejeunea*

**Especie:** *Lejeunea flava* (Sw.) Ness

**Descripción:** hepática foliosa en tapiz liso, verde claro a verde amarillenta; hojas bilobuladas, ovadas a oblongas, lóbulo pequeño entero, ápice redondo a obtuso; anfigastro bifido, trígonos pequeños, papila hialina proximal, células mediales ovada a oblonga cutícula finamente papilosa (Figura 43).



**Figura 43.** *Lejeunea flava*. **A.** Hábito en vista superior; **B.** Lobo y lóbulo, en aumento de 10X; **C.** Células del lobo, en aumento de 40X; **D.** Anfigastro, en aumento de 40X; **E.** Perianto, visto en 40X.

**Distribución y hábitat:** Colombia en Antioquia, Boyacá, Caldas, Caquetá, Cauca, Chocó, Cundinamarca, Meta, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Quindío, Risaralda, Santander, Tolima y Valle, entre 490-2.770 m (Bernal *et al.*, 2015), Casanare, Aguazul. Cupiagua. Bosque El Triunfo, parcelas 3 y 4, bosque El Englobe, parcelas 1, 2, 3 y 4, sobre tronco en descomposición, corteza y roca, en forófito hospedero de *Tapirira guianensis*, *Miconia gracilis* y *Cupania americana*.

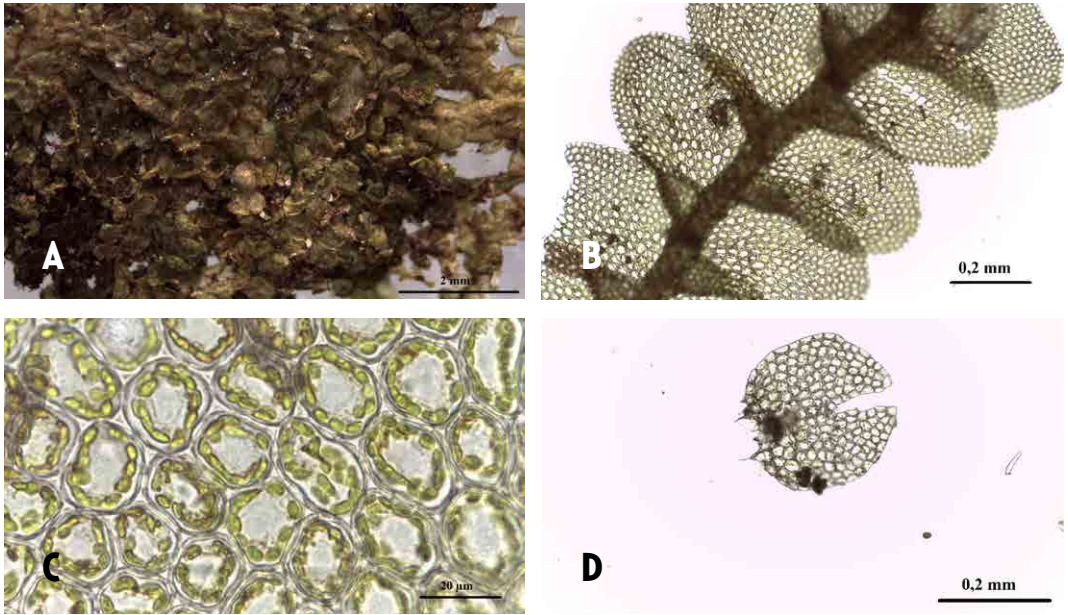
**Material examinado:** Ruiz OA 93, 114, 156 y Gil JE 3617, 3576, 3673, 3698, 3654 (UPTC).

**Familia:** Lejeuneaceae

**Género:** *Lejeunea*

**Especie:** *Lejeunea laetevirens* Ness & Mont.

**Descripción:** hepática foliosa en tapiz liso, verde claro a verde amarillenta; hojas bilobuladas, ovadas a oblongas, lóbulo pequeño entero, ápice redondo a obtuso; anfigastro bifido, trígonos pequeños, papila proximal, células mediales isodiamétricas a ovadas oblongas (Figura 44).



**Figura 44.** *Lejeunea laetevirens*. **A.** Hábito en vista lateral; **B.** Lobo y lóbulos, en aumento de 10X; **C.** Células mediales del lobo; **D.** Anfigastro, visto en 40X.

**Distribución y hábitat:** Colombia en Amazonas, Cesar, Cundinamarca, Magdalena, Putumayo, Risaralda y Santander, entre 50-2.500 m (Bernal *et al.*, 2015), Casanare, Aguazul. Cupiagua. Bosque El Triunfo, parcelas 1, 2, 3 y 4, bosque El Englobe, parcelas 2, 3 y 4, sobre corteza, folícola, roca, tronco en descomposición y raíz aflorante, en forófito hospedero como *Myrcia dilucida*, *Clusia lineata*, *Henriettea goudotiana*, *Byrsonima crispa* y *Citharexylum macrochlamys*.

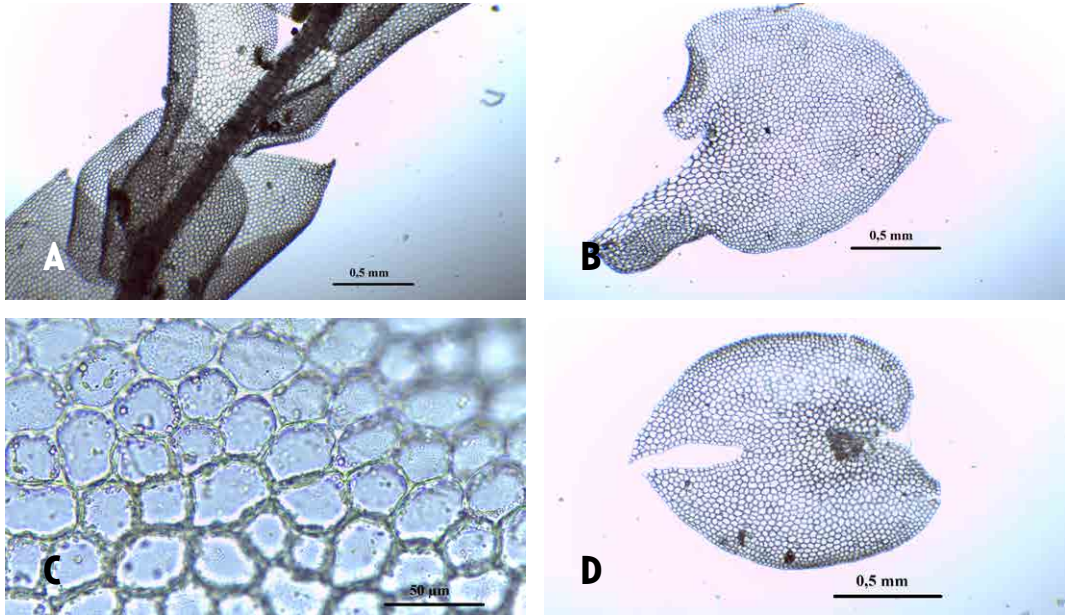
**Material examinado:** RUIZ OA 2a, 16a, 20a, 18, 72, 78, 135 y Gil JE 3680, 3603, 3572, 3607, 3546, 3550, 3543, 3584, 3485, 3574, 3661, 3572 (UPTC).

**Familia:** Lejeuneaceae

**Género:** *Lejeunea*

**Especie:** *Lejeunea pterogonia* (Lehm. & Lindenb.) Mont.

**Descripción:** hepática foliosa en tapiz liso, verde claro a verde-blanquecina; hojas bilobuladas, ovadas, oblongas a obovadas, lóbulos pequeños, ovados entero, ápice agudo-acuminado a apiculado; anfigastro bifido, base algo cordada, trígonos pequeños, papila hialina proximal, células mediales ovadas a oblongas (Figura 45).



**Figura 45.** *Lejeunea pterogonia*. **A.** Hábito vista general; **B.** Hoja, en aumento de 10X; **C.** Células mediales del lobo, en aumento de 40X; **D.** Anfigastro, visto en 40X.

**Distribución y hábitat:** Colombia en Boyacá, Caldas, Cundinamarca, Huila, Magdalena, Nariño, Quindío, Risaralda, Tolima y Valle, entre 490-2.770 m (Bernal *et al.*, 2015), Casanare, Aguazul. Cupiagua. Bosque El Triunfo, parcela 2, sobre corteza.

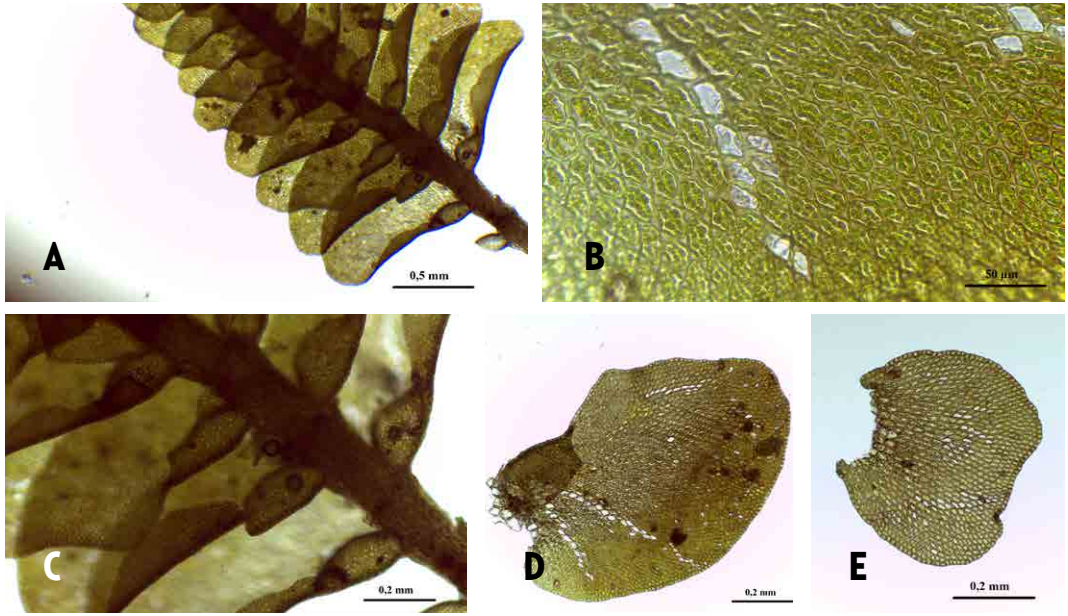
**Material examinado:** *Gil JE 3567* (UPTC).

**Familia:** Lejeuneaceae

**Género:** *Mastigolejeunea*

**Especie:** *Mastigolejeunea auriculata* (Wilson & Hook.) Schiffn.

**Descripción:** hepática foliosa en tapiz liso, verde amarillenta, verde oscuro a negras; hojas bilobuladas, ovadas a oblongas, lóbulo pequeño con 2-3 dientes, entera, ápice redondo; anfigastro entero, trígono cordado, células mediales isodiamétricas a oblongas (Figura 46).



**Figura 46.** *Mastigolejeunea auriculata*. **A.** Fragmento de una rama, en aumento de 10X; **B.** Células de la parte media del lobo, en aumento de 40X; **C.** Lóbulo en aumento de 10X; **D.** Lobo en aumento de 10X; **E.** Anfigastro visto en 40X.

**Distribución y hábitat:** Colombia en Antioquia, Cesar, Chocó, Huila, Meta, Putumayo, Quindío, Risaralda y Tolima, entre 490-2.770 m (Bernal *et al.*, 2015), Casanare, Aguazul. Cupiagua. Bosque El Triunfo, parcelas 2 y 4, bosque El Englobe, parcela 1, sobre corteza, en forófito hospedero *Siparuna gesnerioides*, *Annona neovelutina*, *Sapium laurifolium* y *Cordia bicolor*.

**Material examinado:** Ruiz OA 29, 43, 88, 89, 128 y Gil JE 3568 (UPTC).

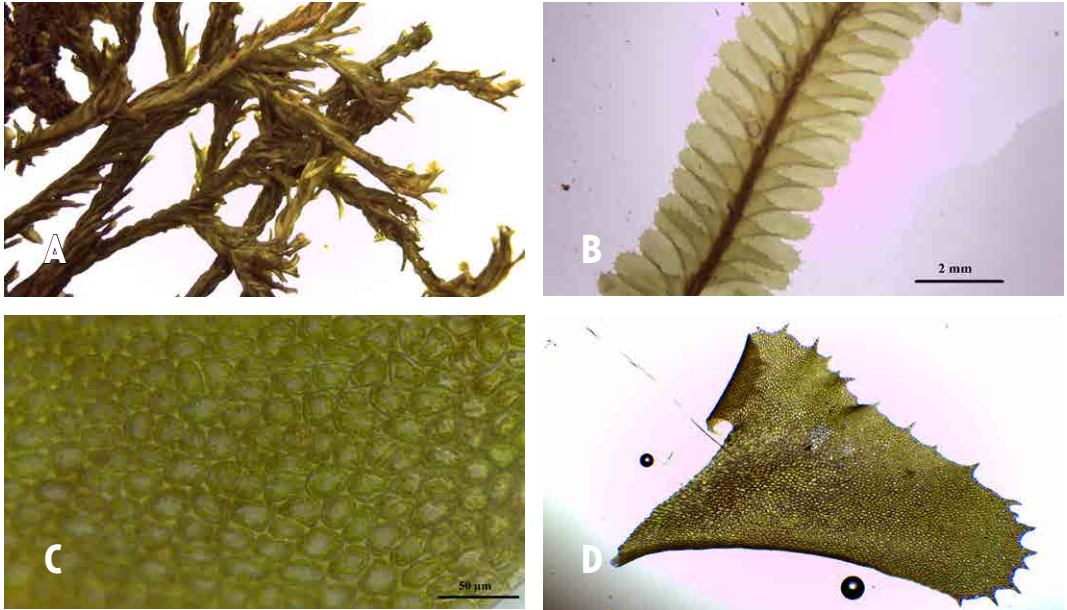
**Familia:** Plagiochilaceae

**Género:** *Plagiochila*

**Especie:** *Plagiochila disticha* (Lehm. & Lindenb.) Lehm & Lindenb.

**Descripción:** hepática foliosa en tapiz ascendente, verde amarillenta; hojas ovadas liguladas, base dorsalmente decurrente, dentada, dientes largos dorsalmente, ápice truncado a subtruncado; anfigastro ausente, trígonos triangulares, células mediales isodiamétricas a elongadas (Figura 47).





**Figura 47.** *Plagiochila disticha*. **A.** Hábito en vista frontal; **B.** Disposición de las hojas, en aumento de 10X; **C.** Células y trígonos de la parte media de la hoja, en aumento de 40X; **D.** Hoja en vista general, vista en 10X.

**Distribución y hábitat:** Colombia en Amazonas, Meta, Nariño, Putumayo, Risaralda y Valle, entre 500–2.100 m (Bernal *et al.*, 2015), Casanare, Aguazul. Cupiagua. Bosque El Triunfo, parcelas 1 y 2, bosque El Englobe, parcelas 1, 3 y 4, sobre corteza, raíz aflorante y tronco en descomposición, en forófito hospedero de *Guettarda crispiflora*, *Cupania americana* y *Guarea guidonia*.

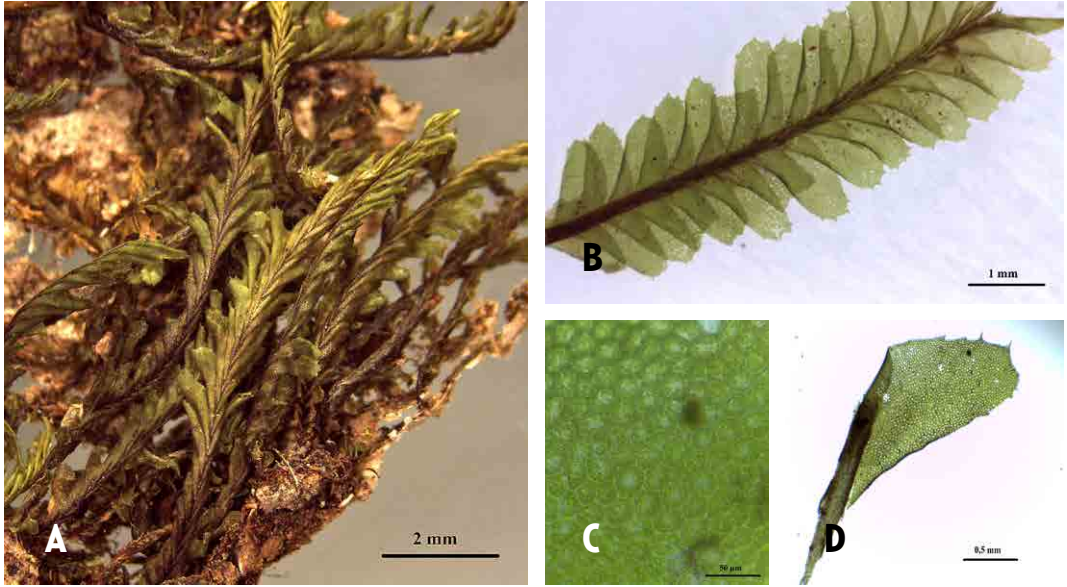
**Material examinado:** Ruiz OA 3a, 113, 115, 140,148, Gil JE 3565, 3693 (UPTC).

**Familia:** Plagiochilaceae

**Género:** *Plagiochila*

**Especie:** *Plagiochila diversifolia* Lindenb. & Gottsche

**Descripción:** hepática foliosa en tapiz ascendente, verde claro a verde opaca; hojas ovadas a oblongas, extendiéndose más abajo de la parte ventral dentada, dientes largos, ápice redondeado; anfigastro ausente, trígonos pequeños, células mediales isodiamétricas a elongadas (Figura 48).



**Figura 48.** *Plagiochila diversifolia*. **A.** Hábito en vista frontal; **B.** Disposición de las hojas, en aumento de 10X; **C.** Células de la parte media de la hoja, en aumento de 40X; **D.** Hoja, vista en 10X.

**Distribución y hábitat:** Colombia en Cundinamarca, Magdalena y Risaralda, entre 1.500–2.100 m (Bernal *et al.*, 2015), Casanare, Aguazul. Cupiagua. Bosque El Triunfo, parcela 3, sobre corteza, en forófito hospedero *Eugenia biflora*.

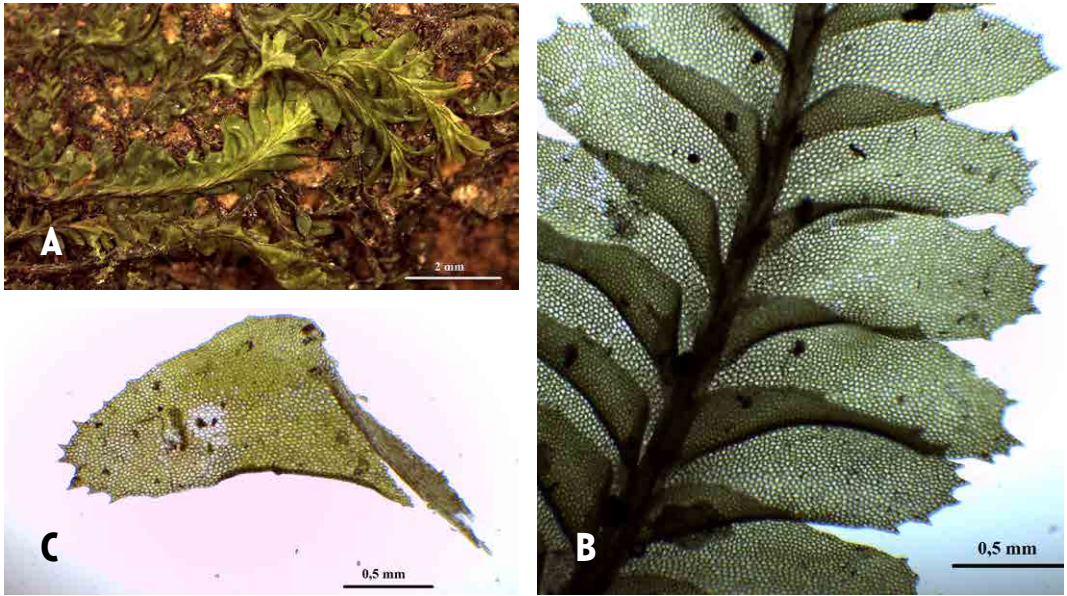
**Material examinado:** Gil JE 3582 (UPTC).

**Familia:** Plagiochilaceae

**Género:** *Plagiochila*

**Especie:** *Plagiochila superba* (Spreng.) Mont. & Ness

**Descripción:** hepática foliosa en tapiz ascendente, verde claro a verde oscura; hojas imbricadas, elongadas, ovada-triangularadas más o menos amplia en la parte ventral, base dorsal sin dientes, dentada (dientes largos ápice truncado); anfigastro ausente, trígonos conspicuos, células mediales isodiamétricas a elongadas (Figura 49).



**Figura 49.** *Plagiochila superba*. **A.** Hábito en vista frontal; **B.** Disposición de las hojas, en aumento de 10X; **C.** Hoja, vista en 10X.

**Distribución y hábitat:** Colombia en Antioquia, Cauca, Cesar, Chocó, Magdalena, Nariño, Putumayo, Risaralda y Valle, entre 490-2.770 m (Bernal *et al.*, 2015), Casanare, Aguazul. Cupiagua. Bosque El Triunfo, parcela 1, sobre corteza, en forófito hospedero *Clusia lineata*.

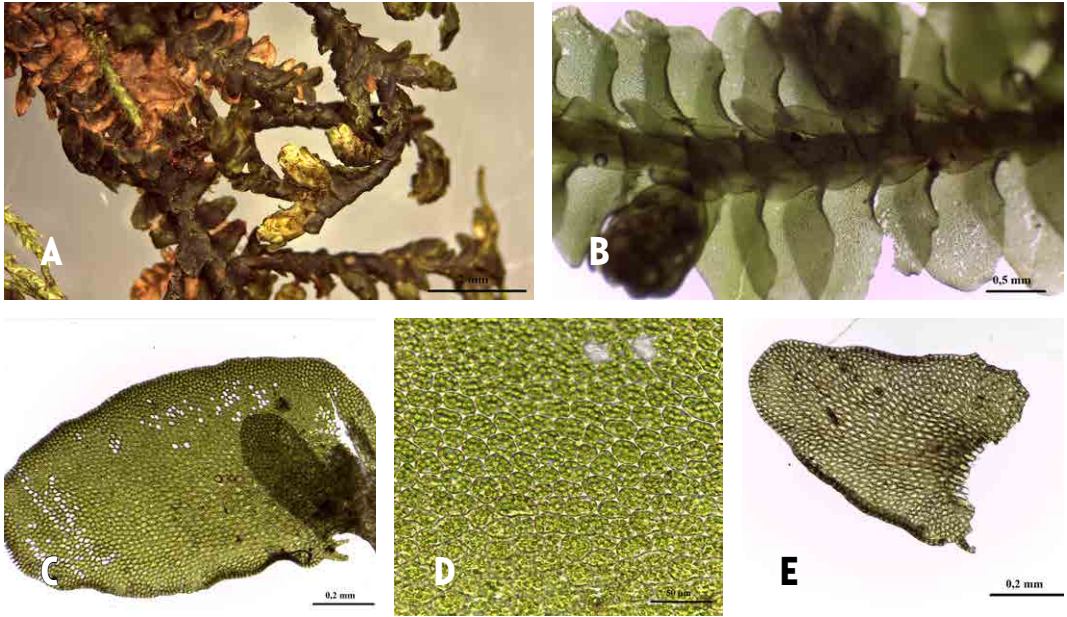
**Material examinado:** *Gil JE 3542* (UPTC).

**Familia:** Porellaceae

**Género:** *Porella*

**Especie:** *Porella swartziana* (F. Weber) Trevis

**Descripción:** hepática foliosa en tapiz reptante, verde claro, verde amarillento a marrón; hojas bilobuladas, cóncavas en la parte apical de la hoja, ovada a oblonga, base de la hoja con cilios, lóbulo tan grande como la hoja, enteras a dentadas, ápice redondo a mucronado; anfigastro grande, cóncavos, enteros con aurículas, bases pequeñas y cilios, trígonos grandes, cordados; células mediales isodiamétricas a ovadas (Figura 50).



**Figura 50.** *Porella swartziana*. **A.** Hábito en vista superior; **B.** Disposición de los lobos y lóbulos vista lateral, en aumento de 10X; **C.** Lobo y lóbulo, en aumento de 10X; **D.** Células de la parte media en vista superior, en aumento de 40X; **E.** Anfigastro en vista superior 10X.

**Distribución y hábitat:** Colombia en Cesar, Chocó, Cundinamarca, Nariño, Quindío, Risaralda, Santander y Tolima, entre 800-3.100 m (Bernal *et al.*, 2015). Casanare, Aguazul. Cupiagua. El Triunfo, parcela 3, sobre corteza, en forófito hospedero *Clusia lineata*.

**Material examinado:** Ruiz OA 27 (UPTC).

# BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, J. (2008). Diversidad y riqueza de musgos en el sistema cordillerano. En Rangel, O. (Ed.), *Colombia diversidad biótica VI: Riqueza y diversidad de los musgos y líquenes en Colombia* (págs. 19-54). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales.
- Aguirre, J. & Ruiz, C.A. (2001). Composición florística de la brioflora de la serranía del perijá (Cesar - Colombia): distribución y ecología. *Caldasia*, 23(1): 181-201.
- Aguirre, J. & Rangel, O. (2007). Amenazas a la conservación de las especies de musgos y líquenes en Colombia -una aproximación inicial. *Caldasia*, 29(2): 235-262.
- Avendaño, K. & Aguirre, J. (2007). Los musgos (Bryophyta) de la región de Santa María-Boyacá (Colombia). *Caldasia*, 29(1): 59-71.
- Bateman, R.M., Crane, P.R., DiMichele W.A., Kenrick, P.R., Rowe, N.P., Speck, T. & Stein, E. William. (1998). Early evolution of land plant: phylogeny, physiology and ecology of the primary terrestrial radiation. *Annual Re of Ecology, Evolution and Systematics*, 29: 263-292.
- Bernal, R., Gradstein, S.R. & Celis, M. (2015). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. (R.G. Bernal, Ed.) Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Obtenido de [www.catalogoplantascolombia.unal.edu.co](http://www.catalogoplantascolombia.unal.edu.co)
- Churchil, S. & Linares, E. (1995). *Prodomus Bryoloqiae Novo-Granatensis. Introducción a la flora de musgos de Colombia* (Vol. I y II). Bogotá D.C, Colombia: Guadalupe Ltda.
- Cox, C.J., Goffinet, B., Wickett, N.J., Boles, S.B. & Shaw, A.J. (2010). Moss diversity: a molecular phylogenetic analysis of genera. *Phytotaxa*, 9: 175-195.
- Estébanez, P.B., Draper, I., Díaz de A. & Burjalance. M.R. (2011). Briófitos: una aproximación a las plantas terrestres más sencillas bryophytes: An approximation to the simplest land plants. *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 9: 19-73.
- García, S., Basilio, H., Herazo, F., Mercado, J. & Morales, M. (2016). Diversidad de briófitos en los Montes de María, Colosó (Sucre, Colombia). *Colombia Forestal*, 19(1): 41-52.

- García, M.S. & Mercado, J. (2017). Diversidad de briófitos en fragmentos de bosque seco tropical, Montes de María, Sucre, Colombia. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88(4): 824-883.
- Giraldo-Cañas, D. (2000). Variación de la diversidad florística de un mosaico suseccional en la cordillera Central andina (Antioquia, Colombia). *Darwiniana*, 38(1-2): 33-42.
- Goffinet, B., Buck, W. & Shaw, A.J. (2008). Morphology, anatomy, and classification of the bryophyta. En: G.B. Shaw. *Bryophyte Biology* (55-98 pp.). Cambridge University Press.
- Gradstein, S.R., Churchil, S. & Salazar-Allen, S. (2001). Guide to the bryophytes of Tropical America. *Memoirs of the New York Botanical Garden*.
- Hallingbäck, T. & Hodgetts, N. (2000). Mosses, liverworts, and hornworts. Status survey and conservation action plan for bryophytes. Switzerland and Cambridge.: IUCN/SSC Bryophyte Specialist Group. IUCN.
- Ruiz, C. & Aguirre, J. (2003). Las comunidades de briófitos y su relación con la estructura de la vegetación fanerogámica, en el gradiente altitudinal de la Serranía del Perijá (Cesar - Colombia). *Tropical Bryology*, 24(1): 101-113.
- Santos, G. & Aguirre, J. (2010). Los musgos de la región de las quinchas (Magdalena medio, Colombia). *Caldasia*, 32(2): 257-273.
- Tuba, Z., Slack, N.G. & Stark, L.R. (2011). *Bryophyte ecology and climate change* (Vol. 506). Cambridge University Press.
- Vanderpoorten, A. & Goffinet, B. (2009). *Introduction to bryophyte*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Villareal, J.C., Cargill, D.Ch., Hagborg, A., Söderstrom, L. & Renzaglia, S.K. (2010). A synthesis of hornwort diversity: Patterns, causes and future work. *Phytotaxa*, 9: 150-166.
- Von Korat, M., Söderstrom, L., Renner, M.A., Hadborg, A., Briscoe, L. & Engel, J.J. (2010). Early land plants today (ELPT): How many liverwort species are there? *Phytotaxa*, 9: 22-40.



# CAPÍTULO 8

## PROPUESTA PLAN DE MANEJO DE BRIÓFITOS, MUNICIPIO DE AGUAZUL, CASANARE



**NOHORA ARDILA<sup>1</sup>, JORGE ENRIQUE GIL-NOVOA<sup>2</sup>, PABLO ANDRÉS GIL-LEGUIZAMÓN<sup>3</sup>,  
JESÚS EFRÉN FORERO BUSTAMANTE<sup>1</sup>, MARÍA EUGENIA MORALES-PUENTES<sup>2,3,4</sup>,  
PAULINA A. VERGARA BUITRAGO<sup>3</sup>, CARLOS NELSON DÍAZ-PÉREZ<sup>2,4</sup>**

<sup>1</sup>Investigadora independiente.

<sup>2</sup> Sistemática Biológica, Maestría en Ciencias Biológicas, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

<sup>3</sup> Sistemática Biológica, Herbario UPTC, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

<sup>4</sup> Sistemática Biológica, Doctorado en Ciencias Biológicas y Ambientales, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.



# INTRODUCCIÓN

La mayor diversidad de briófitos en Colombia se encuentra en los bosques altoandinos, subpáramo y páramo (Gil-Novoa, Cuta-Alarcón & Morales-Puentes, 2017); sin embargo, la necesidad del conocimiento general de estos organismos para Colombia y la demanda implica continuar con investigaciones desde la alta montaña hasta el piedemonte llanero y las sabanas, en estas últimas donde son poco conocidos estos grupos.

Los briófitos tienen una importancia fundamental en la dinámica del microclima y en procesos como la irrigación hídrica y detención de la erosión, en la capacidad de colonizar casi todos los sustratos disponibles, en capturar de una forma eficiente el agua en forma de niebla, y en obtener y procesar nutrientes esenciales para su crecimiento (Cornelissen & Ter Steege, 1989; Wolf, 1994; Churchill & Linares, 1995; Clark, Nadkarni, Schaefer & Gholz, 1998; Gradstein, Churchill & Salazar-Allen, 2001; Holz, Gradstein, Heinrichs & Kappelle, 2002; Acebey, Gradstein & Krömer, 2003; Burns, 2003; Chang, Yeh, Wu, Hsia & Wu, 2006; León-Vargas, Engwald & Proctor, 2006; Luo, Qin, Yang & Song, 2007; Romanski, Pharo & Kirkpatrick, 2011; Gil-Novoa & Morales-Puentes, 2014; Gil-Novoa *et al.*, 2017).

Como afirman Gil-Novoa *et al.* (2017) en Colombia, desde hace algunos años se han aumentado los estudios que amplían el conocimiento de musgos en regiones puntuales del país. Avendaño y Aguirre-C. (2007), estudian la diversidad existente en la región de Santa María en el departamento de Boyacá, mientras que Aguirre-C. y Avendaño (2008) desarrollaron un estudio de briófitas para el Caribe, igualmente Avendaño y Aguirre-C. (2008) en la misma línea de trabajo continúan con una investigación de la diversidad de los briófitos para la Serranía del Perijá (Cesar). Se destacan para la cordillera Oriental estudios que cubren aspectos de diversidad, riqueza, composición, entre otros, como los de Aguirre-C. (2008a; 2008b) y Gil-Novoa *et al.* (2017), mientras que, para las zonas bajas, como la Amazonia y el Chocó que son las regiones con más área boscosa y pluviosidad, se resaltan las investigaciones de Aguirre-C. y Rangel-Ch. (2007) y Ruiz, Aguirre-C. y Rangel-Ch. (2008). Pese a lo anterior, algunas regiones, especialmente en tierras bajas de los llanos, valles interandinos y el Caribe han sido poco estudiadas (García, Basilio, Herazo, Mercado & Morales, 2016).

Si bien, los estudios desarrollados sobre estos temas son escasos, en el piedemonte llanero aún son menores, lo cual ha llevado al desconocimiento de estos organismos, cuyas funciones son vitales en el ecosistema. Lo anterior, propicia a generar un planteamiento de estrategias de conocimiento y protección de estas plantas en estos ambientes, debido a que los impactos que han ido llevando a los procesos de fragmentación de los ecosistemas por actividades humanas afectan directamente la diversidad de los briófitos, y por supuesto la dinámica de los mismos en tales ecosistemas (Churchill, 1989; Aguirre-C. & Rangel-Ch., 2007; Medina, Macana-García & Sánchez, 2015; Gil-Novoa *et al.*, 2017).

Este Plan se convierte en una iniciativa que pretende fundamentalmente generar integralidad desde un estudio de tipo académico, desarrollado en dos bosques del municipio de Aguazul, Casanare, sobre los briófitos identificados en dichas áreas. Por esta razón, este planteamiento está en reunir información sobre avances en investigación, uso y estrategias de conservación de los briófitos en el área, para posteriormente generar un diagnóstico integral a partir de esta experiencia y proponer acciones futuras de trabajo. Por tal motivo, es vital identificar personal especializado en el tema, grupos taxonómicos a trabajar (familias o géneros), debido a la dificultad de identificar especies en este grupo, o contar con especialistas para tener un panorama más real, y la compilación de la información sobre la distribución en la zona para obtener datos de diversidad, biogeográficos, biología, ecología, para proponer estrategias de conservación, por ejemplo, Morales-Betancourt, Páez & Lasso (2015).

Esta propuesta también integrará metodología de trabajo para estos organismos desde la evaluación de caracteres morfológicos, debido a que son organismos en muchos de casos inconspicuos y requieren para su identificación laboratorio y asesoría de especialistas y literatura especializada, métodos de campo para su estudio historias de vida y demografía, entre otros, siendo este uno de los primeros trabajos en el país donde se ha hecho monitoreo de crecimiento de especies de briófitos durante un periodo de tiempo.

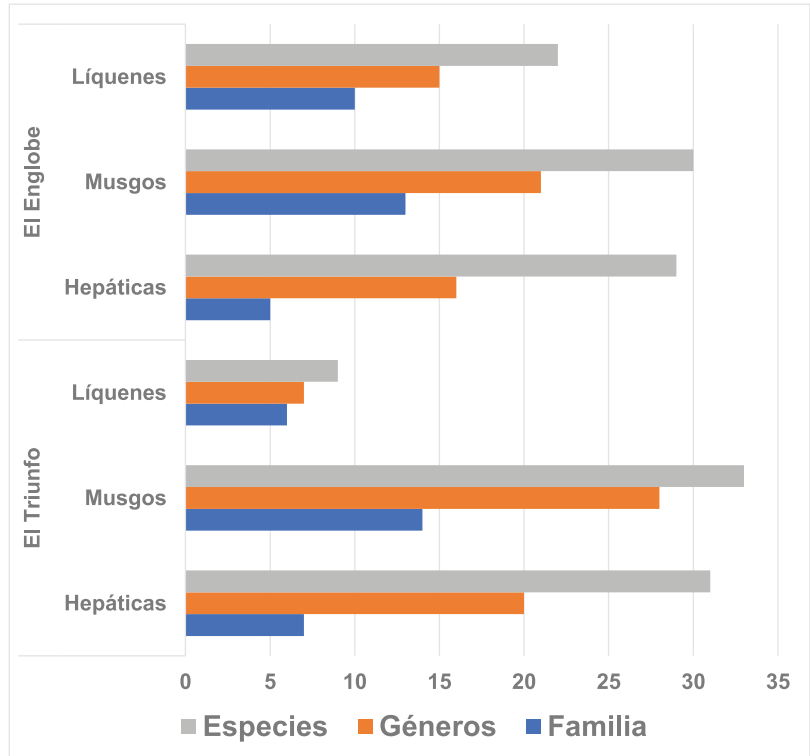
Pese a que en las obras de Linares & Uribe (2002), el libro rojo de especies amenazadas de Colombia y Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y la Resolución 1912 del 2017, no se encuentran las especies de briófitas aquí registradas como amenazadas; ello no significa, que no se encuentren para la región tales organismos, ya que este trabajo es una muestra que ha tenido diferentes grados de impacto.

La diversidad del área de estudio se estimó a partir de una recolecta de 429 muestras, de las cuales 224 fueron tomadas en el bosque El Englobe y 205 se encontraron en el bosque El Triunfo; a su vez, del total de estos levantamientos, 244 corresponden a musgos, 149 a hepáticas y 36 a líquenes (Tabla 1).

**Tabla 1.** Diversidad de briófitos (musgos y hepáticas) y líquenes en los bosques El Triunfo y El Englobe, Aguazul, Casanare.

| Bosques/Grupos de organismos | Hepáticas | Musgos    | Líquenes  |
|------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| El Englobe                   | 68        | 130       | 26        |
| El Triunfo                   | 81        | 114       | 10        |
| Familias                     | <b>8</b>  | <b>17</b> | <b>11</b> |
| Géneros                      | <b>24</b> | <b>33</b> | <b>17</b> |
| Especies                     | <b>45</b> | <b>43</b> | <b>28</b> |

Se registraron 36 familias, 74 géneros y 116 especies de briófitos y líquenes. El grupo de organismos que presenta la mayor diversidad son las hepáticas con 45 especies, agrupadas en ocho familias y 24 géneros, seguido por los musgos con 43 especies en 17 familias y 33 géneros, y finalmente, los líquenes presentan 28 especies, en 11 familias y 17 géneros (Figura 1).



**Figura 1.** Número de familias géneros y especies de musgos, hepáticas y líquenes recolectados en los bosques El Triunfo y El Englobe (Aguazul - Casanare).

Es importancia proteger los sustratos donde se encuentran los briófitos y líquenes, en este caso los forofitos como los soportes donde se desarrollan, y la estrecha relación de la flora vascular y avascular, ya que se presenta una coexistencia entre hospedero y huésped.

# MARCO NORMATIVO

Atendiendo a las orientaciones, lineamientos y normativa existente, y considerando que el Plan de Conservación de Plantas no vasculares de los bosques El Englobe y El Triunfo en el municipio de Aguazul, se enmarca en la participación y responsabilidad de los particulares en la conservación de la biodiversidad, este instrumento se soporta y estructura sobre la base de las siguientes disposiciones, según su orden cronológico.

## **Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente – CNRNR.**

Gran parte del direccionamiento normativo ambiental en Colombia, dado su amplio contenido, surge a partir del Decreto Ley 2811 de 1974 de Presidencia de La República, *por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente – CNRNR, con el texto del código nacional de recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente*. Desde este inicio normativo ambiental, y en el artículo 1 establece que "el ambiente es patrimonio común, donde el Estado y los particulares deben participar en su preservación y manejo, por ser considerado de utilidad pública e interés social (pág. 1)".

A partir de este código, se reconoce el derecho a disfrutar de un medio ambiente sano (Artículo 7) se determina que los recursos naturales renovables son propiedad de la Nación (Artículo 42) y se define cuáles son los "modos de adquirir el derecho de usarlos" (Artículos 50 y siguientes). En este sentido, se precisa que "el derecho de usar los recursos naturales renovables puede ser adquirido por ministerio de la Ley, permiso, concesión y asociación" (Artículo 51), y advierte que toda persona puede solicitar permiso para aprovechar un recurso natural renovable salvo las excepciones legales y, entre otras, cuando "se hubiere declarado que el recurso no puede ser objeto de nuevos aprovechamientos" (Artículo 52) (Sentencia T-760/07).

Del mismo modo, en el Artículo 196, se estableció que "se deberán tomar las medidas necesarias para conservar o evitar la desaparición de especies o individuos de la flora, que por razones de orden biológico, genético, estético, socioeconómico o cultural deben perdurar".



### **Resolución INDERENA No. 213 de 1977**

En concordancia y al amparo del CNRNR, en el año 1977 el *Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente, conocido como INDERENA*, a través de la Resolución No. 213 del 1 de febrero de 1977. "Por la cual se establece veda para algunas especies y productos de la flora silvestre" define en su art. 3. el concepto de plantas protegidas, así: "Todo individuo de flor silvestre o grupos de estos que por su escasa existencia o hace parte de la vegetación endémica del país requiere trato especial para su conservación, reproducción y fomento dentro del territorio nacional", y, estableció como protegidos varios grupos de especies de flora silvestre, identificadas allí de forma grupal por sus nombres vernáculos, dentro de los cuales se incluyeron plantas no vasculares y los sustratos leñosos que constituyen sus hábitats. Así mismo, la mencionada resolución determinó la veda nacional como medida de conservación para los grupos involucrados:

*"Artículo Primero: para los efectos de los arts. 3 y 43 del Acuerdo 38 de 1973, declárense (sic) plantas y productos protegidos, todas las especies conocidas en el territorio nacional con los nombres de musgos, líquenes, lamas, quiches, chites, parasitas, orquídeas, así como lama, capote y broza y demás especies y productos herbáceos leñosos como arbustos, arbolitos, cortezas y ramajes que constituyen parte de los hábitats de tales especies y que se explotan comúnmente como ornamentales o con fines similares."*

*Artículo Segundo: Establécese (sic) veda en todo el territorio nacional para el aprovechamiento, transporte y comercialización de las plantas y productos silvestres a que se refiere el artículo anterior."*

## **Decreto 1449 de 1977**

Donde la Presidencia de la República a través del Ministerio de Agricultura se Decreta el "Artículo 2º en relación con la conservación, protección y aprovechamiento de las aguas, los propietarios de predios que están obligados a" (Artículo 2.2.1.1.18.2. Decreto 1750 de 2015) definir las áreas forestales protectoras, como elementos identificables a escala local, estableciendo que los propietarios de los bosques que las incluyen están obligados a mantener su cobertura boscosa, aspecto que permitió el inicio del desarrollo de la planificación predial como responsabilidad de los particulares en la conservación y protección del medio ambiente.

## **Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, CITES (Washington, 3 de marzo de 1973).**

Enmendada en Bonn, el 22 de junio de 1979, luego en Gaborone, el 30 de abril de 1983: cuyo convenio está enfocado en *"reconociendo que la fauna y flora silvestres, en sus numerosas, bellas y variadas formas constituyen un elemento irremplazable de los sistemas naturales de la tierra, tienen que ser protegidas para esta generación y las venideras"*, así la protección de las especies silvestres, que por su amenaza de extinción en vida silvestre o por su vulnerabilidad a ello, puedan ser afectadas por el comercio. Con esta convención, las especies CITES, deberán estar supeditadas a una reglamentación exclusivamente exigente a fin de no incrementar el peligro de supervivencia y donde solo bajo condiciones excepcionales su comercio será autorizado.

## **Constitución Política de 1991**

Sin embargo, uno de los principales desarrollos normativos, sucede a partir de la expedición de la Constitución Política de 1991, donde el País enaltecó el manejo y la protección de los recursos naturales y el medio ambiente elevándolo a la categoría de norma constitucional, donde se reconoce en los artículos 79, 80 y 95.

Artículos a destacar de la Constitución Política de Colombia.

- *Artículo 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.*
- *Artículo 80. El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas.*
- *Artículo 95. (...) Son deberes de la persona y del ciudadano: Proteger los recursos culturales y naturales del país y velar por la conservación de un ambiente sano (...)*

"la obligación del Estado y de las personas de proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación y el derecho de los colombianos a tener un ambiente sano".

### **Ley 99 de 1993**

Ley General Ambiental de Colombia LEY 99 DE 1993 (diciembre 22). Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA). En consecuencia, con la expedición de la Política Nacional Ambiental, establece entre otros, que "todas aquellas acciones encaminadas a proteger, conservar y recuperar el medio ambiente son tarea conjunta entre el Estado, el sector privado, la comunidad y las organizaciones no gubernamentales" (Artículo 1).

### **Ley 165 de 1994 - Convenio sobre Diversidad Biológica – CDB**

Por otra parte, en atención a los compromisos internacionales, Colombia firma el Convenio sobre Diversidad Biológica - CDB aprobado mediante la Ley 165 de 1994, en el cual sobre conservación *in situ*, como en este caso, se señala en el artículo 8, literal k, p. 6. que "cada parte promoverá la recuperación de especies amenazadas y establecerá o mantendrá la legislación y reglamentación necesaria para la protección de especies y poblaciones amenazadas".

### **Plan de Acción en Biodiversidad de la Cuenca del Orinoco – Colombia**

El registro de Reservas Naturales de la Sociedad Civil como estrategia de conservación a escala predial y que corresponde a una de las categorías del Sistema Nacional de Áreas Protegidas – SINAP (Decreto 2372 de 2010), ha sido establecida como una de las estrategias para la conservación *in-situ* dentro del "Programa de áreas protegidas" del Plan de Acción en Biodiversidad de la Cuenca del Orinoco-Colombia 2005-2015 (Correa, Ruiz & Arévalo, 2005), con lo cual se busca aportar en la consolidación del sistema nacional, regional y local de áreas protegidas. En este sentido, la definición y registro de RNSC (Reservas Naturales de la Sociedad Civil) en el área de interés del presente plan de conservación, aportaría en la representatividad de la selva basal del flanco oriental de la cordillera Oriental, definido como uno de los refugios Pleistocénicos de gran importancia por su conexión con la selva subandina, andina y la zona alto andina de los Andes orientales.

### **Política de Gestión Integral de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos – PNGBISE 2012**

En concordancia con la Política de Gestión Integral de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos – PNGBISE de Colombia, el presente plan de conservación involucra una perspectiva más amplia respecto a la conservación de plantas no vasculares, en tanto que no solo le otorga la importancia o implica la permanencia de las especies que la componen, sino también la conservación y gestión sobre los servicios ecosistémicos, como las expresiones de los procesos ecológicos en los que participan y los beneficios que ellos implican para el humano (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012).



Es así como, el presente plan está enmarcado en la participación desde el contexto privado para la conservación de la biodiversidad de la flora no vascular local y consecuentemente de los servicios de regulación y soporte por su función en la formación de suelo, la regulación hídrica y el ciclado de nutrientes, que derivan de sus interacciones ecológicas.



## Resolución 1219 de 2017

Se establece la resolución 1219 de 2017 por la cual se anexa la lista de especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica continental y marino-costera de Colombia - expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con el registro de 46 especies de la división Bryophyta (musgos) y 55 especies de la división Marchantiophyta (hepáticas) (Resolución 1912 de 2017).

Dadas las características biológicas que hacen a estos grupos de plantas poco conspicuas, se requieren planes de conservación que, como este, pueden ser replicados e incluidos en otras escalas de gestión de la biodiversidad para la consolidación de acciones regionales. Esta propuesta busca conocer los briófitos en la región y establecer algunas estrategias de conservación de las mismas y sus ambientes.

# LÍNEA BASE

Los briófitos son aquellas plantas que aumentan su tamaño con la rehidratación (Vanderpoorten & Goffinet, 2009). Crum (2001) define a los briófitos como las únicas plantas en la Tierra que presentan, en su ciclo de vida alternancia de generaciones (haploide y diploide) con la fase gametofítica dominante.

Estudios filogenéticos muestran que el grupo de los musgos pleurocárpicos son más recientes, dejando como grupo más basal a los musgos acrocárpicos (De Luna, Newton, Withey, González & Mishler, 1999). Por otro lado, el ciclo de vida de las formas acrocárpicas es de tipo anual y efímero, lo que hace que su tiempo de vida sea muy corto, mientras que los pleurocárpicos presenta un ciclo perenne, condición que les permite mantenerse por más tiempo (Cox, Goffinet, Wickett, Boles & Shaw, 2010).

Los briófitos son colonizadores de nuevos hábitats, debido a capacidad de adaptarse a ambientes hostiles (Churchill & Linares, 1995), así como a diversos sustratos, además, desempeñan un papel importante en los procesos funcionales de los ecosistemas como es el reciclaje de materia orgánica y energía por parte de las especies del suelo, y la regulación de la humedad (Aguirre-C. & Rangel-Ch., 2007), ayudando así, al establecimiento de plantas epífitas vasculares como orquídeas, bromelias, helechos entre otras (Gradstein *et al.*, 2001). A su vez, son soporte de los servicios ecosistémicos de apoyo (hábitat para especies y de conservación de la diversidad genética), regulación (clima local, de la calidad de aire y de la conservación de la fertilidad del suelo) y cultura (turismo y apreciación estética-disfrute de la naturaleza) (FAO, 2018).

Los briófitos se han establecido en los primeros linajes del árbol de la vida vegetal en el planeta y se clasifican en tres divisiones: Marchantiophyta, Bryophyta y Anthocerotophyta, es decir, los tres grupos polifiléticos de plantas no vasculares, hepáticas, musgos y antoceros, respectivamente (Shaw & Renzaglia, 2004).

Estas plantas incluyen cerca de 15.000 especies, distribuidas en más de 1.200 géneros a nivel mundial; se dispersan por esporas; en el caso de los musgos pleu-

rocárpicos a través de una cápsula con peristoma doble (diplolépido) lo que permite que las esporas salgan por la boca de la cápsula, mientras que los acrocárpicos tienen un peristoma simple (haplolépido) y liberan las esporas mediante la ruptura de las paredes por la acumulación de agua (Buck, Cox, Shaw & Goffinet, 2004; Cox, Goffinet, Newton, Shaw & Hedderson, 2000; Cox *et al.*, 2010).

Los briófitos se encuentran en casi todos los hábitats terrestres, los cuales han venido colonizando desde su aparición hace cerca de 300 millones de años, en el periodo Devoniano (Gradstein *et al.*, 2001). En Colombia, estas plantas comprenden cerca de 1.800 especies, lo que representa cerca del 60% del total en América tropical y una sexta parte de las especies del mundo (Churchill & Linares, 1995; Uribe & Gradstein, 1999). De este porcentaje, se observa una alta diversidad, tanto de hepáticas como de musgos, con cerca de 580 taxa en el rango altitudinal del páramo (3000 a 4000 m), en donde forman parte de la vegetación que colonizan diversos tipos de sustratos.

El sustrato tiene influencia sobre los diferentes hábitos de crecimiento como por ejemplo, Gimingham & Birse (1957) que encontraron que los acrocárpicos presentan hábitos de tipo césped, cojines y matas que tienen una mayor preferencia por los sustratos como rocas, suelos y en algunos casos cortezas en el último caso se puede explicar según Holz (2003) a la arquitectura de la corteza, debido a que, es importancia para el establecimiento de los diferentes briófitos, ya que si la corteza es muy lisa no se acumulan nutrientes, mientras que si es fisurada, los briófitos se anclan con facilidad y su establecimiento en el sustrato rocoso alberga a especies pequeñas y de vida corta, influenciadas principalmente por la disponibilidad de agua (Linares, 1999; Hallingbäck & Hodgetts, 2000).





Debido a su tamaño pequeño, los briófitos son muy importantes en los procesos de indicación de las condiciones microclimáticas, dadas por los factores ambientales, como, luz y agua principalmente (Montenegro, Chaparro & Barón, 2005). Es así como, los hábitos de crecimiento (matas, tramas y cojines), son según Frahm (2003) acumuladores de agua, lo que los hace indicadores de hábitats con periodos ocasionales de sequía, los tipos colgantes o pendulares son predominantes en zonas nubladas, debido a que presentan una mayor actividad fotosintética, al tiempo que pueden absorber de forma rápida el agua del ambiente; en el caso del tipo dendroides, no soporta largos periodos de sequias, mientras que las colas parecen ser una adaptación para un mejor intercambio de gases, las formas de tipo cojines y césped se vuelven más dominantes a mayor altura (Avendaño & Aguirre, 2007).

En los últimos años los estudios sobre la flora no vascular se han centrado en las regiones específicas como lo son andina, subandina y paramuna, enfocados principalmente en taxonomía y caracterizaciones (Churchill & Linares, 1995; Uribe & Gradstein, 1998; Rangel-Ch., 2008), el único aporte con el que se cuenta al hablar de conservación de este grupo de plantas es el realizado por Linares y Uribe (2002). Con respecto al departamento de Casanare este, se encuentra entre las zonas con menor número de registros de plantas no vasculares del país, solo se cuenta con las 25 especies reportadas por Churchill y Linares (1995) y las ocho presentadas por Churchill (1989); lo anterior, se puede explicar a que es una zona pobremente muestreada Uribe y Gradstein (1998). Por lo cual, se requiere iniciar procesos que permitan conocer la diversidad de briófitos presentes en esta región del país, y generar y propiciar la práctica de estrategias que permitan la conservación de estas plantas en la zona.

# INFORMACIÓN DEL ÁREA. BOSQUES EL ENGLOBE Y EL TRIUNFO, AGUAZUL, CASANARE

## Localización

Aguazul se localiza al este de la cordillera Oriental colombiana en sus estribaciones, y corresponde a la zona de transición hasta las sabanas, es decir, el llamado piedemonte llanero. Esta zona comprende la franja donde limitan la cordillera Oriental y los llanos orientales. También presenta tres principales ríos: Cusiana, Únete y Charte; se identifican tres tipos de paisajes fundamentales que son, los de sabana, piedemonte y montaña. Al norte limita con los municipios de Pajarito (Boyacá) y Recetor (Casanare), al sur con Tauramena y Maní (Casanare), al oriente con Yopal, y al occidente con Tauramena

y Recetor (Casanare) (Alcaldía de Aguazul, 2013; Valencia, 2013).

Aguazul es un municipio que presenta diversas zonas de vida y corresponden principalmente a tres tipos: húmedo tropical, húmedo premontano y de vega (Valencia, 2013).

El presente estudio se desarrolló en la vereda Cupiagua, municipio de Aguazul en el departamento de Casanare (Figura 2), a 13 km en dirección sur-oriente del casco urbano de Aguazul (IDEAM et al., 2007; Valencia, 2013).

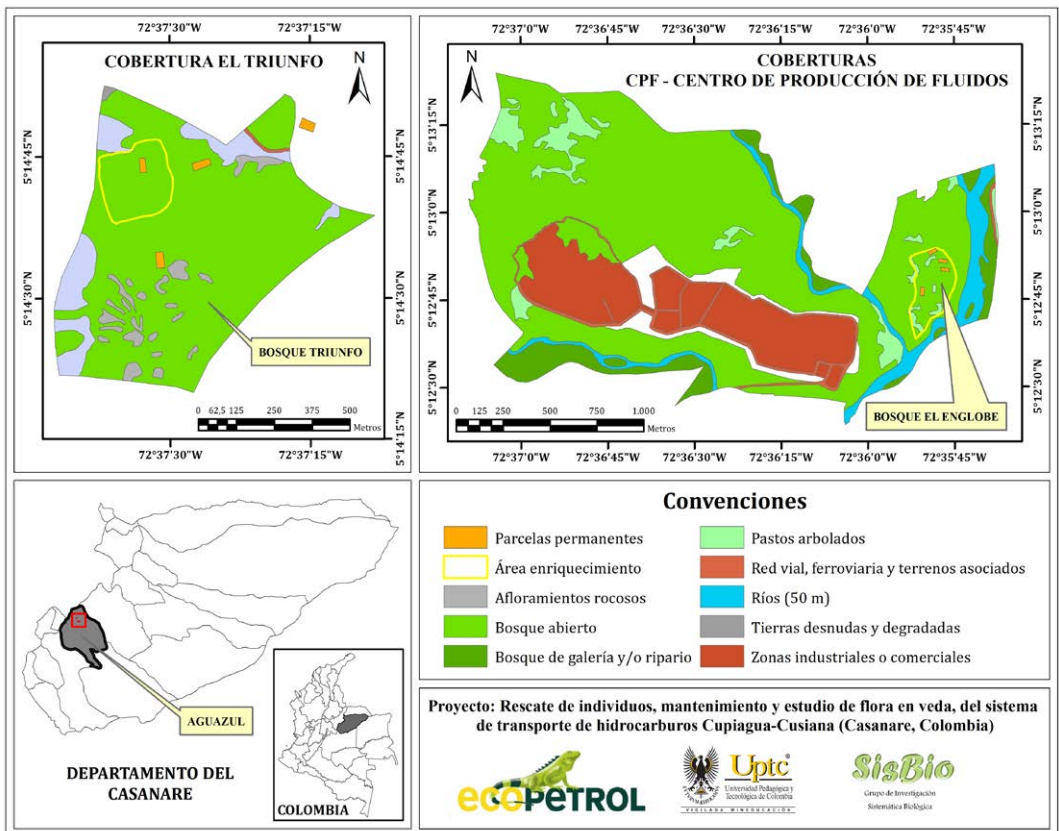


Figura 2. Área de estudio, bosques El Triunfo y El Englobe (CPF), Aguazul-Casanare.

El Danubio es un área contigua al sistema de transporte de gas Cupiagua-Cusiana, junto al río Unete y ocupa una franja de bosque de galería, los cuales corresponden a un pequeño fragmento de bosque maduro y secundarios revegetalizados (Valencia, 2013), esta área es vinculada a este estudio.

### Clima

El municipio de Aguazul presenta un clima de tipo monomodal, con un periodo de sequía y otro de lluvias durante el año. El periodo de lluvias comprende los meses de abril a noviembre, cuyas precipitaciones pueden alcanzar los 387.75 mm para el mes de junio, haciendo de este el mes más lluvioso del año. El periodo de sequía comprende los meses de diciembre a marzo, donde enero es el más seco con precipitaciones de 8.1 mm (Valencia, 2013).

La temperatura media para la región es de 25,7°C, sin embargo, durante la época de sequía puede alcanzar los 28,2°C, y de igual manera, puede descender, durante la época de precipitaciones hasta los 24,2°C, en promedio. Así mismo, la humedad relativa presenta una variación media mensual entre 63 y 85%, con una media de 77,5% (Valencia, 2013).

### Caracterización de los hábitats donde se desarrollan las briófitas estudiadas

El área de estudio presentó 237 especies en 139 géneros y 50 familias, donde la familia que registra la mayor riqueza es Rubiaceae con 16 géneros y 27 especies, seguido de Fabaceae (9/17) y Myrtaceae (7/17). A nivel de géneros *Miconia* es el más diverso con ocho especies, seguido de *Casearia*, *Eugenia* y *Psychotria* con seis cada uno (Tabla 2).

**Tabla 2.** Familias y géneros más ricos en las parcelas permanentes de los bosques El Englobe y El Triunfo, municipio de Aguazul – Casanare.

| Familias        | Géneros | Especies | Géneros           | Especies |
|-----------------|---------|----------|-------------------|----------|
| Rubiaceae       | 16      | 27       | <i>Miconia</i>    | 8        |
| Fabaceae        | 9       | 17       | <i>Casearia</i>   | 6        |
| Myrtaceae       | 7       | 17       | <i>Eugenia</i>    | 6        |
| Melastomataceae | 5       | 12       | <i>Psychotria</i> | 6        |
| Mimosaceae      | 6       | 10       | <i>Cordia</i>     | 5        |
| Euphorbiaceae   | 6       | 8        | <i>Inga</i>       | 5        |
| Sapindaceae     | 5       | 8        | <i>Myrcia</i>     | 5        |
| Flacourtiaceae  | 3       | 8        | <i>Vochysia</i>   | 5        |
| Malpighiaceae   | 6       | 7        | <i>Annona</i>     | 4        |
| Verbenaceae     | 5       | 7        | <i>Guettarda</i>  | 4        |

Las áreas de estudio tienen una riqueza florística distribuida de la siguiente manera por localidad y parcela; el bosque El Triunfo es el más diverso con 188 especies, en 111 géneros y 49 familias, entre tanto, el bosque El Englobe registra 172 especies en

108 géneros y 43 familias; en cuanto a las parcelas se registra que la CPF1, presenta la mayor riqueza de especies y géneros (114/78); a nivel de familia la parcela T3 presenta el mayor número con 39 (Tabla 3).

**Tabla 3.** Riqueza florística por parcelas en los bosques El Englobe y El Triunfo, municipio de Aguazul, Casanare.

| Localidad         | Parcela | No. Familias | No. Géneros | No. Especies |
|-------------------|---------|--------------|-------------|--------------|
| Bosque El Englobe | CPF1    | 35           | 78          | 114          |
|                   | CPF2    | 31           | 55          | 77           |
|                   | CPF3    | 31           | 57          | 77           |
|                   | CPF4    | 29           | 50          | 57           |
| Bosque El Triunfo | T1      | 32           | 65          | 88           |
|                   | T2      | 33           | 64          | 78           |
|                   | T3      | 39           | 75          | 105          |
|                   | T4      | 31           | 60          | 89           |

### Estructura de la vegetación

#### Bosque El Englobe

En general la estructura de la vegetación corresponde a un bosque secundario húmedo. Esta cobertura se encuentra en proceso de regeneración, debido a que predominan individuos con tallos delgados y poca estratificación vertical. La cantidad de radiación solar que ingresa al sotobosque oscila entre 3.38–13.07 Mol. m<sup>2</sup>/día. Presenta pendientes entre 5–35° con áreas de pastizales y suelos expuestos, que propician la erosión del suelo. Las especies dominantes son *Siparuna guianensis*, *Casearia sylvestris*, *Cupania americana*, *Chomelia spinosa*, *Casearia ulmifolia*, *Cordia bicolor*, Fabaceae sp.2, *Psychotria anceps*, *Erythroxylum panamense* y *Davilla kunthii*, con alturas hasta de 15 m, y en el sotobosque predominan *Adiantum diversifolia*, *Psychotria deflexa*, *Malvaviscus venustum*, *Blechnum insignis*, *Xiphidium lehmannii*, *Lygodium caucana*, *Selaginella diffusa*, *Commelina* sp.1 y *Paullinia acutangula*.

#### Bosque El Triunfo

Presenta bosques secundarios con vegetación principalmente arbórea y arbustiva, con doseles amplios que permiten el ingreso de radiación solar. Las especies dominantes son *Myrcia dilucida*, *Aiphanes horrida*, *Guarea guidonia*, *Clusia lineata*, *Eugenia egensis*, *Miconia gracilis*, *Tabebuia guayacan*, *Aphelandra scabra*, *Siparuna guianensis* y *Miconia multispicata*. En el estrato brinzal predominan individuos de *Lindsaea guianensis*, *Asplenium formosum*, *Selaginella diffusa*, *Costus spiralis*, *Panicum pulchellum*,

*Commelina* sp.1 y *Campyloneurum nitidissimum*. La geomorfología del terreno es quebrada con pendientes entre el 10–45°, con eventos frecuentes de desplazamiento o remoción de masa.

#### Composición y estructura de la flora vascular

La riqueza florística del área de estudio tiene predominio de familias principalmente andinas como Rubiaceae, Fabaceae, Myrtaceae y Melastomataceae. Lo mismo se ve reflejado a nivel de género con *Miconia*, *Casearia*, *Eugenia* y *Psychotria*. El número de especies por bosque no fue marcadamente diferente, con 188 para El Triunfo y 172 en El Englobe; sin embargo, a nivel de parcelas la CPF1 registra la mayor riqueza con 114 especies, 78 géneros y 35 familias.

Las especies dominantes según el índice de valor de importancia difieren entre parcelas y bosques, siendo las más representativas para el bosque El Englobe *Siparuna guianensis*, *Casearia sylvestris*, *Cupania americana*, *Chomelia spinosa*, *Casearia ulmifolia*, *Cordia Bicolor*, Fabaceae sp.2, *Psychotria anceps*, *Erythroxylum panamense* y *Davilla kunthii*, siendo esta última una liana que alcanza los 12 m de altura. Entre tanto, para el bosque El Triunfo dominan *Myrcia dilucida*, *Aiphanes horrida*, *Guarea guidonia*, *Clusia lineata*, *Eugenia egensis*, *Miconia gracilis*, *Tabebuia guayacan*, *Aphelandra scabra*, *Siparuna guianensis* y *Miconia multispicata*.

Los intervalos de clase según el parámetro diámetro a la altura del pecho (DAP), permiten deducir que estos bosques se encuentran en un proceso de regeneración con predominio de individuos jóvenes; sin embargo, se observa que la intensidad de la perturbación antrópica en cada parcela fue diferente, en ocasiones eliminando por completo la cobertura vegetal natural y en otros, mediante entresaca selectiva, debido a la presencia de árboles de gran tamaño.

Respecto al análisis de las coberturas por estratos, se observó predominio de los latizales en la mayoría de las parcelas, seguido de los brinzales y fustales. Estos últimos presentan generalmente doseles cortos y laxos.

### **Composición y estructura de la flora no vascular**

A partir de la caracterización realizada (ver capítulos 6 y 7 caracterización de briófitos y líquenes para los bosques El Triunfo y El Englobe, Aguazul, Casanare), se puede determinar que para el área se encuentran 25 familias, 57 géneros y 88 especies. El grupo de organismos que presenta la mayor diversidad son las hepáticas con 57.95% (51) de las especies, agrupadas 32% (8) de las familias y 42.11% (24) de los géneros, seguido por los musgos con 48.86% (43) de las especies en 68% (17) de las familias y 57.89% (33) de los géneros.

El bosque El Triunfo presenta una mayor diversidad de plantas no vasculares con 64 especies, 48 géneros y 21 familias. Los musgos se agrupan en un 67% (14) de las familias, 58.33% (28) de los géneros y 51.56% (33) especies, mientras que las hepáticas se dividieron en un 33% (7) de las familias, 41.67% (20) de los géneros y 48.44% (31) de las especies.

En contraste, en el bosque El Englobe se registran 59 especies, 37 géneros y 18 familias. Los musgos se agrupan en un 72% (13) de las familias, 56.76% (21) de los géneros y 50.85% (30) de las especies; las hepáticas están representadas en un 28% (5) de las familias, un 43.24% (16) de los géneros y 49.15% (29) de las especies.

La familia que presenta la mayor riqueza de especies es Lejeuneaceae con 29 especies, seguida de Plagioglyphaceae con siete y Frullaniaceae, Hypnaceae, Pilotrichaceae y Sematophyllaceae con seis especies

cada una. A nivel de géneros, los que presentan mayor riqueza son *Plagioglyphia* con siete especies, *Frullania* y *Lejeunea* con seis especies cada una y *Metzgeria* con cinco taxones.

Las especies más abundantes son *Sematophyllum subsimplex* con un total de 19 registros, seguido por *Lejeunea laetevirens* y *Neckeropsis undulata* con 18 registros cada una, *Sematophyllum subpinnatum* con 14 y *Rauvella praelonga* con 13 muestras.

Las formas de vida que se registran con mayor frecuencia para las zonas de estudio, en cuanto a musgos son las formas de matas con 184 registros, seguido de las formas en tapiz con 38, y las formas péndulas con 13. En cuanto a hepáticas, el mayor número se registró en forma tapiz liso con 106 registros, seguidas de las formas en tapiz ascendente con 28 y las formas talosas con 13.

El sustrato que presenta la mayor riqueza de briófitos es la corteza de árboles con 69 especies, seguido de los troncos en descomposición con 31 y las rocas con 16. Otros sustratos como las raíces aflorantes y el suelo registran 14 especies cada uno, mientras que las hojas de los árboles (folídicolos) registran cinco especies y las lianas tres.

### **Criterios ecológicos y factores de importancia para la conservación**

A partir de la caracterización, se identifican los siguientes criterios relacionados con aspectos ecológicos y antropológicos, a partir de los cuales se pueden direccionar algunas acciones para la conservación de briófitos a escala local en los bosques El Englobe y El Triunfo.

### **Reconocimiento de la regulación hídrica como servicio ecosistémico de la flora no vascular**

Teniendo en cuenta la función ecológica de las diferentes formas de crecimiento de las plantas no vasculares, se considera importante incluir las acciones necesarias hacia su conservación, con el fin de mantener los servicios ecosistémicos que derivan de ellas:

- La función de retención y regulación de los flujos hídricos por los briófitos evita la sobresaturación de los suelos y los consecuentes eventos

de inestabilidad. En las zonas altas de la topografía, esta función reduce el daño mecánico que la escorrentía puede ocasionar al material meteorizado en zonas escarpadas y pendientes fuertes, a los suelos desnudos o a los suelos poco consolidados, con lo cual se reducen las amenazas por remoción en masa y erosión.

- Por otra parte, la retención y regulación de los flujos hídricos por la flora no vascular permite reducir el lavado de nutrientes y su pérdida por escorrentía, permitiendo la formación de suelo y la estabilidad de su fertilidad.
- La función de retención y regulación hídrica también permite el control en cantidad de los flujos hídricos que van al sistema de drenaje local. No obstante, esta función puede ser más notoria a escala de microcuenca, la regulación de los flujos hídricos en cualquier parte de una microcuenca, desde las cabeceras donde se presenta la escorrentía difusa, hasta las líneas de drenaje, generan un control acumulativo, controlando los eventos de avenidas torrenciales.

Para los bosques El Englobe y El Triunfo, el control que la flora no vascular puede ejercer sobre los flujos hídricos, toman gran importancia teniendo en cuenta dos factores detonantes en la torrencialidad de la escorrentía: por una parte, el área corresponde a zona de piedemonte, donde confluye la escorrentía que viene de las zonas altas de la cordillera; y por otro lado, debido a que es una zona que presenta una dinámica de precipitación monomodal, con un período lluvioso de altas precipitaciones más extenso que el de sequía, se pueden generar excedentes hídricos que pueden provocar torrencialidad en los flujos, evidenciados en las huellas crecidas de los ríos.

Estas funciones pueden ser más significativas y están más relacionadas con las especies de hábito terrestre y litófito, las cuales, se establecen para dar paso a las primeras fases de formación de suelos sobre la roca fresca, sobre la roca meteorizada o las que forman un tapiz en el suelo.





El conjunto de los briófitos observados en bosques que se han ido recuperando después de un proceso de intervención constante como tala y ganadería, además de la transformación previa por acciones en el proceso de extracción de hidrocarburos, hacen que estas áreas deban ser cuidadas como los inicios de protección de diversidad de briófitos, sino en la contribución del equilibrio o estabilidad del suelo y el microclima, así como la generación de microhábitats para otros organismos.

### **Aseguramiento de la estructura ecológica para la conservación de la flora no vascular**

A partir de los resultados obtenidos en los muestreos de la vegetación boscosa, se resalta la necesidad de que permanezca el bosque para que se pueda dar la conservación de la diversidad de la flora no vascular en el área, en razón a que la corteza de los árboles corresponde al sustrato donde se presentó la mayor riqueza.

De esta manera, se requiere realizar un manejo directo a la vegetación, mediante la protección del bosque existente para mantener poblaciones fuentes de propágulos que permitan mantenerse en espacio y tiempo, y a través de la realización de acciones de restauración ecológica del bosque en las áreas donde este ha sido eliminado. Para este manejo, es importante enfocarse, además de la protección y restauración de las áreas forestales protectoras, hacia la obtención de una cobertura boscosa que asegure el establecimiento de la comunidad de forófitos, con una distribución espacial que permita su conectividad, y con las áreas aledañas.

### **Estructura de la vegetación vascular como principal sustrato**

*Especies de forófitos necesarios para la conservación de la flora no vascular:*

- Inclinación del forófito: la mayoría de los forófitos (60,8%) no presentan inclinación relevante que pueda afectar el establecimiento de briófitos. El 26,32% tienen una inclinación

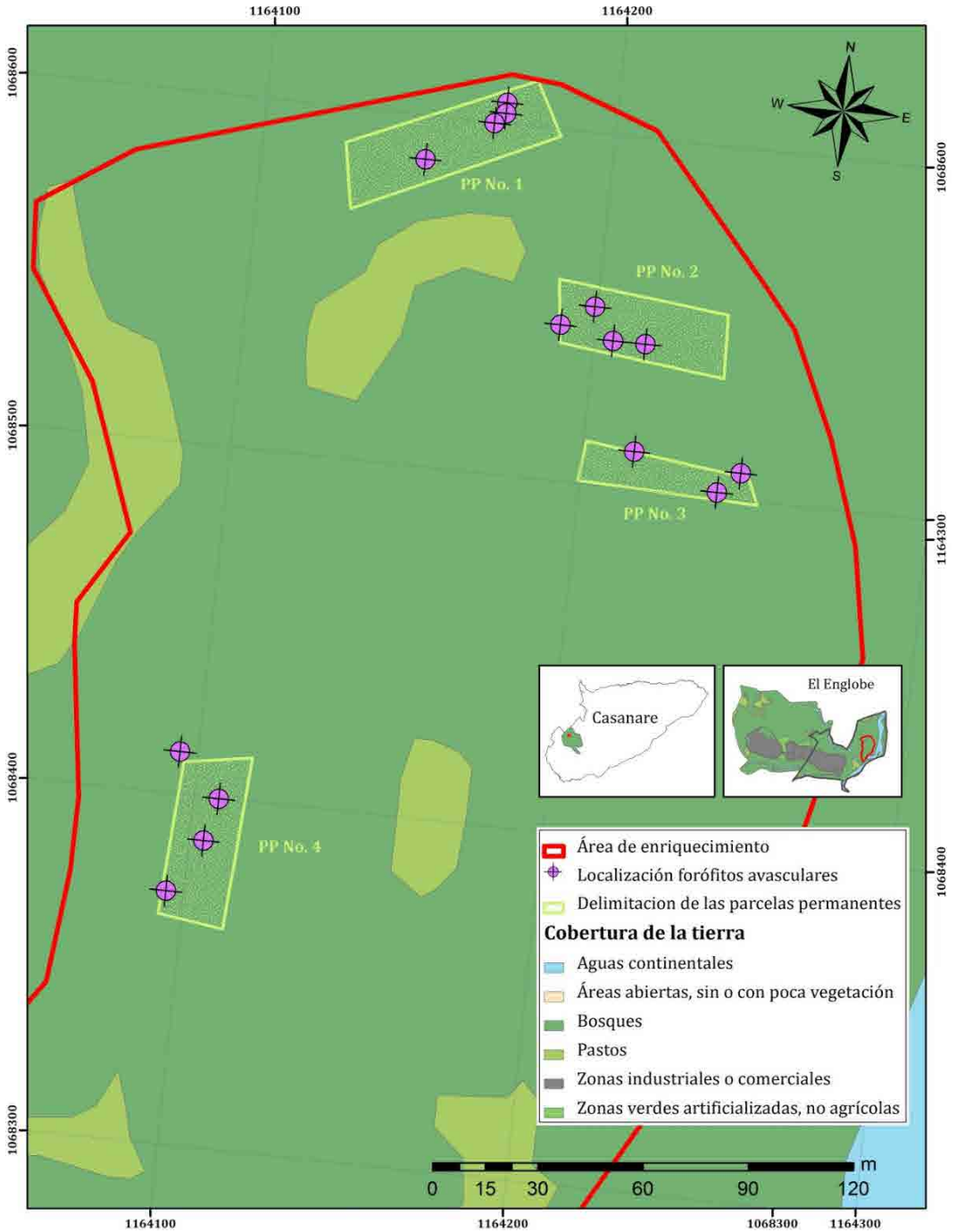
menor a 45°, y el restante 10% la inclinación fue mayor a 45°. Lo anterior, puede indicar que a medida que se incrementa la inclinación de los forófitos, su capacidad como hospederos, puede disminuir en la facultad de los briófitos para mantenerse.

- La estratificación en el forófito está asociada a la sobrevivencia y la dispersión de las especies de briófitos (Wolf, 1994). Las plantas no vasculares en los bosques El Triunfo y El Englobe analizadas se distribuyeron entre los 50 cm y los 2 m, sobre los troncos a partir del suelo, encontrándose la mayoría de estas (63,04%) a partir de 1 m de altura, lo que podría indicar mejores condiciones microclimáticas para el establecimiento de dichas plantas en este estrato.

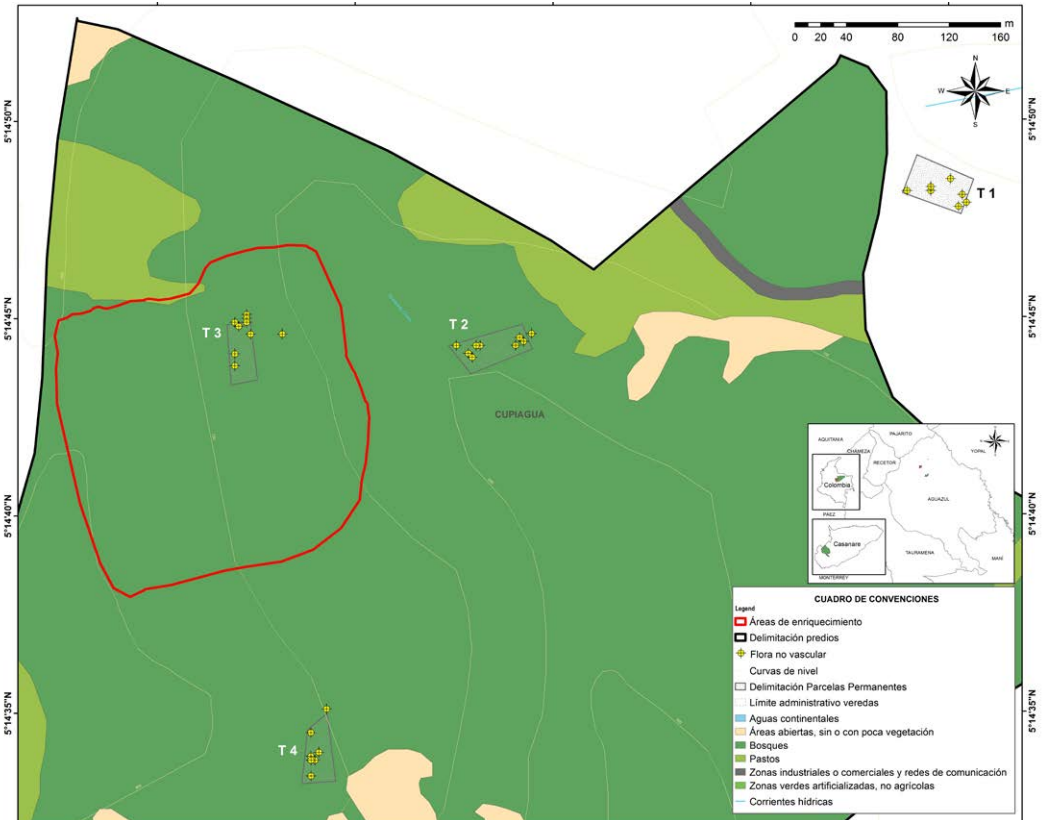
### **Relación con los forófitos**

Las especies se recolectaron sobre 30 especies de forófitos, distribuidos en 18 familias y 29 géneros. La especie con mayor número de individuos fue *Clusia viscida* con ocho árboles; sin embargo, al comparar el comportamiento de la cobertura de los briófitos sobre sus hospederos, se encuentra que, en todos los casos, la cobertura disminuye considerablemente a través del tiempo, lo que indica que, aunque es una especie común en la zona, no es un forófito sobre el cual se adapten fácilmente las especies de plantas no vasculares. Caso contrario, lo registraron tres de las cuatro especies de la familia Myrtaceae, donde los briófitos presentaron aumentos de la cobertura, con un mejor establecimiento a estas especies de árboles.

Las características de las cortezas son relativamente similares en los árboles analizados, en donde hay predominio de cortezas ligeramente rugosas en árboles rectos, lo que indicaría que el tipo de corteza no necesariamente es determinante para el establecimiento de los briófitos. A diferencia de esto, se observa que los briófitos que presentan un aumento de su cobertura son aquellos que están establecidos en árboles juveniles o donde los troncos tienen diámetros pequeños (<30 cm), como sucede con las especies de la familia Myrtaceae (Figuras 3, 4 y 5).



**Figura 3.** Mapa de los forófitos donde crecen epifitas las plantas no vasculares ubicado en el bosque El Englobe, Aguazul, Casanare.



**Figura 4.** Mapa de los forófitos donde crecen epifitas las plantas no vasculares en el bosque El Triunfo, Aguazul, Casanare.



**Figura 5.** Registro fotográfico de los forofitos evaluados y con los briófitos monitoreados, distinguibles a través de marcaje del forofito y de la cobertura no vascular evaluada. **A.** *Protium heptaphyllum* (Bruseraceae); **B.** *Hirtella americana* (Chrysobalaceae); **C.** *Clusia viscida* (Clusiaceae); **D.** *Erythrina poeppigiana* (Fabaceae); **E.** *Miconia prasina* (Melastomataceae); **F.** Myrtaceae sp3.; **G.** *Guarea guidonia* (Meliaceae); **H.** *Rollinia edulis* (Annonaceae); **I.** *Vochysia aurantiaca* (Vochysiaceae).

Es fundamental la ampliación del estudio a todo el árbol a nivel de su estratificación vertical para conocer mejor sobre la ecología de estas especies en el piedemonte llanero. Para esto se seleccionará un número representativo de forófitos, de tal manera que permita estimar una muestra representativa de la diversidad de briófitos epífitos para esta zona del país.

Como lo evidencian los resultados, para la conservación de briófitos en el área, es necesario contar con una estructura y composición de la vegetación vascular que genere disponibilidad de hábitat para su colonización, estableciendo o conservando áreas boscosas con estratos superiores que provean superficies para anclaje y adaptación a su microhábitat.

### **Uso actual del suelo y factores limitantes o de riesgo para la conservación de la flora no vascular**

Las principales presiones que se dan en la zona son diferenciales para cada bosque: en El Triunfo, la principal presión que afecta el establecimiento de la vegetación son los deslizamientos en las zonas de alta pendiente y el socavamiento del cauce del río Únete por avenidas torrenciales, principalmente en época de altas precipitaciones. De otra parte, otro factor de tensión se relaciona con la fragmentación ocasionada por la carretera que divide el bosque, impidiendo en gran medida el flujo natural de especies (figura 6).



**Figura 6.** Uso actual del suelo y factores limitantes en las áreas de estudio.

En el bosque El Englobe, las presiones sobre la vegetación cambian sustancialmente, puesto que el terreno deja de ser inclinado, con pendientes que no superan el 10%; sin embargo, las afectaciones son causadas directamente por la comunidad humana circundante, debido al uso intensivo para ganadería realizado dentro del bosque y la destrucción del cercado para introducir el ganado (Figura 7). En este sentido, cobra importancia para la conservación de la flora no vascular, el control de estas actividades humanas.



**Figura 7.** Afectaciones antrópicas en el bosque El Englobe.

A partir de los resultados de la caracterización de briófitos, se obtiene que el bosque Englobe posee una riqueza de briófitos más baja que en el bosque El Triunfo, posiblemente como resultado del mayor impacto humano sobre la vegetación.

### **Insuficiente conocimiento científico biológico y ecológico de la flora no vascular del área**

Es necesario tomar acciones que conlleven a la protección real del área, para que, de esta manera, se puedan desarrollar acciones de conservación de la vegetación, ya que la zona puede actuar como área de amortiguación a la modificación ambiental realizada en el sector, producto del procesamiento de hidrocarburos.

Sin embargo, es necesario contar con más información biológica y ecológica local de estos grupos de plantas, con el fin de reconocer con mayor certeza, sobre la riqueza existente, la representatividad de especies y la presencia de muestras únicas o poco comunes en la zona de piedemonte, así como mejorar la comprensión sobre su estructura y función ecológica dentro del ecosistema de selva basal presente.

### **Falta de reconocimiento institucional y social local sobre la flora no vascular y su función ecológica en el territorio**

Es necesario que la población humana y las instituciones en el entorno local y regional comprendan la importancia de estos organismos y todo el engranaje ecosistémico necesario para su conservación, de manera que simpatice y participe de las medidas de conservación que se establezcan, por medio del desarrollo de estrategias de comunicación y participación.

En este sentido, es importante la convergencia de las acciones del presente plan de conservación de la flora no vascular, con las estrategias vigentes para la gestión de la biodiversidad a escala predial, como es la implementación de la categoría de área protegida Reserva Natural de la Sociedad Civil, dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas.

## **Planeamiento estratégico**

### **Visión**

Como una proyección, es necesaria la conservación de la brioflora a través de la recuperación de los bosques El Englobe y El Triunfo; para ello, se debe contar con planes de protección *in situ* de estos bosques como ecosistemas representativos de selva del piedemonte llanero, estableciéndose como centros permanentes de estudios biológicos, ecológicos y experimentales dirigidos a plantas no vasculares, orientados a la ampliación del conocimiento sobre la representatividad ecológica y de especies, desde donde se generen recomendaciones en torno a su función ecológica, la producción *in situ* de poblaciones fuente para enriquecimientos y su conservación, con especial atención en las especies amenazadas o con características biológicas únicas, raras o con requerimientos específicos de hábitat.

# OBJETIVOS

## **General**

Consolidar un plan de manejo práctico y funcional para la conservación de la flora no vascular del ecosistema de selva basal del piedemonte llanero, mediante la conformación de los bosques El Englobe y El Triunfo del municipio de Aguazul Casanare como "Briofitarios *in situ*", hacia la generación de conocimiento específico y el establecimiento de áreas fuente de material vegetal no vascular, considerando la integración social y educación ambiental.

## **Objetivos Específicos**

### **1. A corto plazo**

Generar conocimiento científico permanente, dirigido hacia la caracterización de la composición, estructura, ecología y función de la flora no vascular en áreas de selva basal del piedemonte llanero, en los bosques El Englobe y El Triunfo y en áreas cercanas representativas del ecosistema, mediante el desarrollo de estudios científicos.

### **2. A mediano plazo**

Definir la ordenación y planificación predial que conduzca hacia el direccionamiento para el uso del suelo hacia la investigación científica, protección, restauración, educación y contemplación, entre otras, con lo cual se produzcan un estudio inte-

gral de dichas áreas buscando la conservación de las brioflora de El Englobe y El Triunfo.

### 3. A largo plazo

Realizar la restauración ecológica y el enriquecimiento de la flora vascular forófito en áreas definidas para tal fin, hacia la disposición de la estructura, composición y condiciones ecológicas para la conservación de las poblaciones de especies de briófitos existentes y con el fin de favorecer su colonización.

### 4. Transversal en el tiempo

Desarrollar acciones de control frente a las presiones existentes y posibles que puedan afectar la conservación de la flora no vascular en los bosques El Englobe y El Triunfo, mediante la limitación al acceso y el apoyo a la población humana en el establecimiento de infraestructura para el desarrollo de ganadería intensiva o semi-intensiva.

### 5. Transversal en el tiempo

Desarrollar estrategias permanentes para la integración y educación ambiental de toda la estructura social local y regional, mediante la producción de material divulgativo y la implementación de eventos que integren la participación de la comunidad humana en el desarrollo, establecimiento y funcionalidad de la brioflora.

#### Líneas estratégicas

Son las propuestas gestadas a partir de los objetivos mencionados y el establecimiento de cuatro aspectos fundamentales sobre los cuales se desarrollarán iniciativas a futuro, además son la transformación de los factores claves para la conservación de la brioflora y sus forófitos.

#### 1. Línea estratégica generación de conocimiento

Con su implementación se busca establecer la representatividad de especies vegetales en el ecosistema de selva basal del piedemonte llanero, en los bosques El Englobe y El Triunfo (Aguazul); las características y condiciones ecológicas de las especies y comunidades de briófitos, la caracterización de la composición y estructura de los forófitos y demás

sustratos, la definición de su función ecológica y la caracterización de los servicios ecosistémicos locales relacionados con la flora no vascular.

**Meta 1.** Conocimiento de la flora no vascular, en los bosques El Englobe y El Triunfo, municipio de Aguazul, Casanare.

**Proyecto:** Caracterización de la composición y estructura vertical y horizontal de la flora no vascular en los bosques El Englobe y El Triunfo.

#### Actividades:

- Identificación de metodología.
- Recolección de material vegetal en todos los sustratos disponibles (corteza, rocas, suelo, madera en descomposición y hojas de árboles), así como en los forófitos teniendo en cuenta la estratificación vertical.
- Determinación e inclusión en colecciones biológicas de referencia (Herbarios asociados al área de incidencia o que toquen las temáticas).
- Análisis de información.
- Elaboración de documento.

**Meta 2.** Estudio de la composición, estructura y ecología de la vegetación vascular, con énfasis en las especies de forófitos.

**Proyecto:** evaluación de la composición, estructura y ecología de forófitos, en los bosques El Englobe y El Triunfo.

#### Actividades:

- Definición de técnicas de muestreo.
- Recolección de material vegetal y toma de datos.
- Determinación e inclusión en colección biológica (Herbario).
- Determinar las relaciones forófito-epífita no vascular.
- Análisis de información.
- Elaboración de documento.

**Meta 3.** Estudio dirigido hacia el conocimiento de la biología y ecología de especies de flora no vascular y su función ecológica.



**Proyecto:** reconocer la biología y ecología de especies de flora no vascular y su función ecológica.

**Actividades:**

A partir del proceso de caracterización de la flora no vascular, se propone:

- Selección de especies.
- Muestreo poblacional en el área de estudio.
- Identificación de estrategias reproductivas.
- Determinación de periodos fenológicos.
- Análisis de crecimiento y correlación con variables microclimáticas.
- Evaluación del hábitat entorno a los tensionantes ambientales y sociales, como soportes para categorización de especies con posibles grados de amenaza.

**Meta 4.** Caracterización de los servicios ecosistémicos locales relacionados con la flora no vascular.

**Proyecto:** evaluación de los servicios ecosistémicos que ofrecen los briófitos en los bosques El Englobe y El Triunfo.

**Actividades:**

- Análisis de la capacidad de retención hídrica que presentan especies de briófitos.
- Correlacionar la dominancia de las especies con la capacidad de retención hídrica.
- Relacionar la diversidad de especies de briófitos con la diversidad de epífitas vasculares.
- Evaluar la abundancia de briófitos con la disponibilidad de sustrato, las condiciones microclimáticas y la fauna asociada.

## 2. Línea estratégica sobre planificación predial

La planificación predial implica el desarrollo ambiental de los bosques desde el punto de vista legal, es decir, cumpliendo con las proyecciones ambientales contemplados en la Ley de Ordenamiento Territorial Ley 388 de 1997, la cual se ha puntualizado en los entes territoriales mediante los Planes, Esquemas o Planes Básicos de Ordenamiento Territorial, lo cual se contempla en la normatividad del uso del suelo. Lo anterior, con el fin de realizar un trabajo sobre la zonificación de uso del suelo no agrícola, que se reglamentó en el Decreto 2811 de 1974 código de los

recursos naturales, que integra la normatividad para la preservación de la flora terrestre. Normas que se deben llegar a nivel predial para determinar el uso, manejo y aprovechamiento. Así también, la inclusión de los bosques en este con la zonificación legal, acorde a la oferta ambiental, que lleve a eliminar el conflicto por uso, al igual que la tenencia del bosque desde el punto de vista catastral y jurídico.

**Meta 5.** Zonificación legal, jurídica y catastral de áreas boscosas en la oferta ambiental.

**Proyecto 1:** clasificación bosques por tamaño.

**Actividades:**

- Delimitación física de los polígonos prediales.
- Generar la base de datos para mapas prediales.

**Proyecto 2:** clasificación de los bosques por tenencia.

**Actividades:**

- Estudio de títulos.
- Clasificación de la tenencia predial.
- Mapa de tenencia predial.

**Proyecto 3:** zonificación predial física.

**Actividades:**

- Caracterización física de los bosques
- Mapa de zonas físicas

**Proyecto 4:** Zonificación predial económica

**Actividades:**

- Sistemas de producción.
- Mapa sistemas de producción (uso actual).

**Meta 6.** Diagnóstico ecológico de la oferta ambiental (flora y fauna) para determinar la zonificación por oferta ambiental.

**Proyecto:** diagnóstico flora y fauna.

**Actividades:**

- Determinar parcelas para evaluaciones ecológicas rápidas de flora.

- Avistamiento de fauna.
- Diagnóstico de la oferta ambiental hídrica.
- Determinación de oferta ambiental O<sub>2</sub>, y secuestro de CO<sub>2</sub>.

**Meta 7.** Zonificación por conflicto de uso (relación uso actual / uso potencial).

**Proyecto:** determinar los usos actuales y potenciales.

**Actividades:**

- Determinar el uso potencial contemplando la norma.
- Determinar el uso actual de acuerdo con la normatividad.
- Identificar los conflictos por uso.
- Generar mapas de uso actual, potencial y conflicto por uso.

**Meta 8.** Acciones para eliminar el conflicto de uso

**Proyecto:** formulación de acciones.

**Actividades:**

- Interpretación de la norma respecto al uso y a la oferta ambiental.
- Acciones para el cambio de uso o norma para mantener la oferta ambiental.
- Compra predial para conservar la oferta ambiental: un estudio de adquisición predial (incluido estudio de títulos prediales) de áreas contiguas a los bosques El Englobe y El Triunfo, potenciales para formar corredores biológicos y que sean parte de las Reservas Naturales de la Sociedad Civil "Briófitas El Englobe y El Triunfo".
- Realizar un estudio de solicitud registro ante el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) de las Reservas Naturales de la Sociedad Civil "Briófitas El Englobe y El Triunfo"
- Acción policial para la conservación de la oferta ambiental.

### 3. Línea estratégica restauración ecológica

Preservar y sostener la flora no vascular depende directamente del mantenimiento del hábitat donde se desarrolla, por ello, la restauración ecológica se

proyecta como estrategia vital para la conservación de la riqueza natural. La restauración ecológica se orienta al restablecimiento de la estructura, la productividad y la diversidad de especies originarias y presentes en los bosques de El Englobe y El Triunfo. Este es un proceso orientado a soportar la recuperación de un ecosistema que ha sido dañado, degradado o destruido, más aún si estas localidades actualmente se enfrentan a transformaciones ambientales y humanas que repercuten en la integridad ecológica de los bosques.

**Meta 9.** Un estudio orientado a diagnosticar las características bióticas y climáticas de los bosques, soporte de la información obtenida con la caracterización de parcelas permanentes en estos sectores, incluido historia de uso de suelo, conocimientos populares y tradicionales sobre la flora.

**Proyecto:** línea base para la restauración ecológica en los bosques El Triunfo y El Englobe y áreas contiguas.

**Actividades:**

- Selección de especies para abordar la restauración ecológica.
- Identificación de rasgos de historia de vida e identificación de grupos funcionales.
- Descripción de la historia del uso del suelo.
- Análisis de la variabilidad climática como rasgo físico en las áreas de restauración ecológica.

**Meta 10.** Estudio sobre las trayectorias ecológicas y actividades de restauración activa en los bosques El Triunfo y El Englobe.

**Proyecto:** modelo ecológico de las formaciones vegetales presentes en los bosques.

**Actividades:**

- Identificación de asociaciones de especies.
- Evaluación del potencial de germinación del banco de semillas.
- Diseño experimental para abordar estrategias de nucleación (restauración ecológica activa).

**Meta 11.** Estudio de tipo experimental orientado a evaluar la recuperación del medio natural.

**Proyecto:** seguimiento y monitoreo a la restauración ecológica.

**Actividades:**

- Monitoreo al proceso de nucleación: registro y análisis de datos de estructura (aturas, coberturas y CAPs) como medida de establecimiento de la plantación.
- Seguimiento al proceso de nucleación: registro y análisis de datos de supervivencia y estado fitosanitario de la plantación, e identificación de colonización de brioflora como indicador de recuperación.
- Elaboración de metas e indicadores a corto, mediano y largo plazo para evaluar las modificaciones de las trayectorias ecológicas.

**Meta 12.** Un estudio que incluya la apropiación social de conocimiento a través de técnicas de viverismo.

**Proyecto:** propagación de material vegetal en vivero.

**Actividades:**

- Adecuación de áreas para la construcción de un vivero temporal (áreas para camas de germinación, elaboración de sustratos orgánicos, semilleros, áreas de endurecimiento y sistema de regadío).
- Estudios fenológicos para la selección de especies semilleras.
- Elaboración de sustratos orgánicos.
- Propagación de semillas.
- Monitoreo y evaluación al éxito de la propagación.

**4. Línea estratégica participación y educación ambiental**

Se propone diseñar una estrategia de participación y educación, que permita integrar cada uno de los eslabones socioculturales y académicos del área aledaña a los bosques El Englobe y El Triunfo, que propendan por conservar y preservar los recursos naturales, especialmente de la flora epífita no vascular. Es conocido que el éxito de todo proceso de conservación de la biodiversidad se basa en la receptividad que tenga la comunidad presente o circundante al área a preservar, debido a que ellos

pueden ocasionar algún tipo de alteración o presión sobre el ecosistema. Es así, que el fortalecimiento de sus actividades puede apoyar el éxito de esta línea estratégica.

**Meta 13.** Consolidar una estrategia de educación ambiental participativa e integradora para la conservación de la flora no vascular epífita en los bosques El Englobe y El Triunfo, municipio de Aguazul.

**Proyecto:** el vivero comunitario como estrategia de conservación de flora.

**Actividades:**

- Capacitación de la importancia del vivero en el quehacer social.
- Generar métodos de propagación de material vegetal en vivero.
- Capacitación en elaboración de sustratos orgánicos.
- Elaboración de fichas y seguimiento a la propagación.

**Meta 14.** Diseño y puesta en marcha de Programas Ambientales Escolares (PRAE) que giren en torno a la conservación de la flora epífita no vascular.

**Proyecto 1:** realización de Programas Ambientales Escolares.

**Actividades:**

- Selección de temas de interés en la comunidad estudiantil.
- Involucrar a los estudiantes en la línea estratégica de restauración ecológica.
- Jornadas de capacitación ambiental teórico-prácticas.
- Salidas de campo de reconocimiento y observación del entorno.

**Matriz de seguimiento**

El seguimiento y monitoreo a las metas planteadas tiene como propósito revisar la eficacia y confiabilidad de los mismos, así como identificar potenciales oportunidades de mejora en el desarrollo del Plan de Manejo para la Conservación de Briófitos.

| META  | ACCIÓN   | INDICADORES  |
|---|--|--|
| Realizar un estudio con caracterización de la flora no vascular epífita presentes en el área.   | Resultados de la caracterización – Composición y estructura vertical y horizontal de los briófitos en los bosques El Englobe y El Triunfo.   | Número de estudios de caracterización completa de la composición, estructura horizontal y vertical de la flora no vascular epífita/ Número propuesto.        |
| Realizar un estudio de la composición, estructura y ecología de la vegetación vascular con énfasis las especies forófitos.                      | Resultados de la caracterización – Composición y estructura vertical y horizontal de los briófitos en los bosques El Englobe y El Triunfo.   | Número de estudios realizados / Número de estudios propuestos.   |
| Desarrollar un estudio hacia la comprensión sobre la biología y ecología de especies de la flora no vascular.                                   | Función ecológica y caracterización de los servicios ecosistémicos locales relacionados con la flora no vascular.  | Número de estudios con el análisis de la biología y ecología de las especies de la flora no vascular y su función ecológica / Número de estudios propuestos. |
| Desarrollar sistemas productivos sostenibles y el fortalecimiento de toma de decisiones colectivas para la conservación                         | Transferencia de conocimientos en sistemas productivos sostenibles y el fortalecimiento de toma de decisiones colectivas para la conservación.   | Número de acciones adelantadas y actores involucrados en el proceso.   |
| Mejorar el abastecimiento de servicios ecosistémicos y la calidad del hábitat a partir de la conservación de las especies de flora no vascular. | Rehabilitación de áreas productivas degradadas.  | Recuperación progresiva de zonas que permitan la conservación de especies de flora no vascular   |
| Mejorar el abastecimiento de servicios ecosistémicos y la calidad del hábitat a partir de la conservación de especies de flora vascular.        | Rehabilitación de áreas productivas degradadas.  | Recuperación progresiva de lugares que permitan la conservación de las especies de flora vascular.   |
| Establecimiento de un plan de propagación de propágulos de especies de interés para el área.  | Siembra de propágulos en el área.  | Desarrollar el plan de propagación de especies nativas para el área.   |
| Producir material de apoyo junto con la comunidad para apoyar procesos de recuperación vegetal en el área.                                      | Material de apoyo.   | Trabajo con la comunidad en los procesos de establecimiento y recuperación del área.   |
| Capacitar y formar personal técnico y profesional para la recolección, siembra y seguimiento.   | Capacitar a técnicos y profesionales proporcionando las herramientas académicas y materiales.  | Número de personas involucradas en los procesos de siembra, recolección y monitoreo.   |
| Generar información que permita incrementar el conocimiento para desarrollar estrategias de conservación en Briófitos.                          | A partir de los estudios y datos adquiridos realizar análisis de la información.   | Número de especies determinadas, análisis e interpretación.  |
| Desarrollar estrategias permanentes para la integración de toda la estructura social, local y regional.   | Producción de material divulgativo y la implementación de eventos que integren la participación de la comunidad humana en el desarrollo, establecimiento y funcionalidad de las briófitas. | Número de especies que se incluyen como parte del material divulgativo.  |

| META  | ACCIÓN  | INDICADORES   |
|---|---|---|
| Fortalecer estrategias de manejo a nivel comunitario priorizando conceptos en educación ambiental.  | Trabajo con la comunidad enseñando la importancia de la flora vascular y no vascular.   | Comunidades implicadas. Escolares, Padres y Madres de familia, campesinos, etc...   |
| Implementar estrategias permanentes en educación ambiental desde lo social a nivel local (área de influencia) y regional.   | Realizar talleres sobre la importancia de la educación ambiental a estudiantes de colegio.  | Número de talleres las instituciones (área de influencia directa) o regionales (área de influencia indirecta) que se tienen en cuenta dentro de las estrategias desarrolladas en educación ambiental. |
| Realizar un estudio de solicitud registro ante el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) de las Reservas Naturales de la Sociedad Civil "Briófitas El Englobe y El Triunfo".                            | Resultados de estudios requeridos para solicitar los bosques como Reservas Naturales de la Sociedad Civil "Briófitarios El Englobe y El Triunfo".                                       | Estudio de solicitud de registro de las Reservas Naturales de la Sociedad Civil "Briófitarios El Englobe y El Triunfo".   |
| Un estudio de adquisición predial de áreas contiguas a los bosques El Englobe y El Triunfo, potenciales para formar corredores biológicos.  | Resultado del estudio de títulos para potenciales bosques a adquirir.   | Número de bosques potenciales para adquisición.   |
| Estudio orientado a diagnosticar las características bióticas y climáticas de los bosques, incluido historia de uso de suelo, conocimientos populares y tradicionales sobre la flora.                         | Resultados de la caracterización biótica y climática en los bosques El Englobe y El Triunfo, soporte a la información existente sobre parcelas permanentes realizadas en estos bosques. | Diagnóstico del estado actual de las coberturas vegetales, la fauna y patrones climáticos en los bosques.   |
| Estudio sobre la trayectoria ecológica de las coberturas actuales de los bosques, incluido información sobre rasgos funcionales y especies potenciales para RE con nucleación asistida y restauración pasiva. | Definición de la trayectoria ecológica y la identificación de grupos funcionales a partir de rasgos de historia de vida.  | Trayectoria ecológica, selección y justificación de especies para la Restauración Ecológica.  |
| Estudio de tipo experimental (al seguimiento y monitoreo a la restauración), orientado a evaluar la recuperación del medio natural incluida la brioflora.   | Resultados experimentales al seguimiento y monitoreo de la RE.  | Diseño experimental implementado que defina la trayectoria ecológica.   |
| Un estudio que incluya la apropiación social del conocimiento sobre el trabajo en vivero, y la importancia de la restauración ecológica en el quehacer de la comunidad local.                                 | Resultados sobre apropiación social del conocimiento en temas de restauración ecológica.  | Comunidad implicada en las actividades de RE, juntas de acción comunal, colegios, alcaldía municipal.   |
| Consolidar una estrategia de educación ambiental participativa e integradora para la conservación de la flora no vascular epífita en los bosques El Englobe y El Triunfo.                                     | Estrategia participativa e integradora para la conservación de la flora epífita no vascular.  | Número de estrategias de educación ambiental realizadas / Número de estrategias de educación ambiental propuestas.  |
| Diseño y puesta en marcha de tres Programas Ambientales Escolares (PRAE) que busquen la preservación de la flora epífita no vascular.   | Mesas de trabajo con rectores y docentes de escuelas y colegios aledaños al área.   | Número de talleres y charlas / Número de talleres y charlas.  |

# BIBLIOGRAFÍA

- Acebey, A., Gradstein, S.R. & Krömer, T. (2003). Species richness and habitat diversification of bryophytes in submontane rain forest and fallows of Bolivia. *Journal of Tropical Ecology*, 19(1): 9-18.
- Aguirre-C., J. & Rangel-Ch., J.O. (2007). Amenaza a la conservación de las especies de musgos y líquenes en Colombia. Una aproximación inicial. *Caldasia*, 29(2): 235-262.
- Aguirre-C., & Avendaño, K. (2008). Musgos en la región Caribe. En: O. Rangel-Ch. (Ed.). Colombia, diversidad biótica VI: riqueza y diversidad de los musgos y líquenes en Colombia (55-59 p.). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales.
- Aguirre-C., J. (2008a). Diversidad y riqueza de los musgos en la región natural andina o sistema cordillerano. En: O. Rangel-Ch. (Ed.), Colombia diversidad biótica VI: riqueza y diversidad de los musgos y líquenes en Colombia (19-54 p.). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales.
- Aguirre-C., J. (2008b). La Amazonía. En: O. Rangel-Ch. (Ed.). Colombia diversidad biótica VI: Riqueza y diversidad de los musgos y líquenes en Colombia (85-87 p.). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales.
- Alcaldía de Aguazul Casanare. (2013). Hechos de Gobierno por Aguazul. [http://aguazul-casanare.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://aguazul-casanare.gov.co/informacion_general.shtml) [consultado 4 de mayo de 2014].
- Avendaño K.T. & Aguirre, J. (2007). Los musgos (Bryophyta) de la región de Santa María-Boyacá (Colombia). *Caldasia* 29(1): 59-71.
- Buck, W.R., Cox, C.J., Shaw, A.J. & Goffinet, B. (2004). Ordinal relationships of pleurocarpous mosses, with special emphasis on the Hookeriales. *Systematics and Biodiversity (Botany)*, 2: 121-145.
- Burns, D.A. (2003). Atmospheric nitrogen deposition in the Rocky Mountains of Colorado and southern Wyoming-A review and new analysis of past study results. *Atmospheric Environment*, 37(7): 921-932.
- Chang, S.C., Yeh, C.F., Wu, M.J., Hsia, Y.J. & Wu, J.T. (2006). Quantifying fog water deposition by in situ exposure experiments in a mountainous coniferous forest in Taiwan. *Forest Ecology and Management*, 224(1): 11-18.

- Churchill, S.P. (1989). *Bryologia Novo Granatensis*. Estudios de los musgos de Colombia IV. Catálogo nuevo de los musgos de Colombia. *Tropical Bryology* 1: 95-132.
- Churchill, S. & Linares, E. (1995). *Prodromus Bryologiae Novo-Granatensis*. Introducción a la flora de musgos de Colombia. Partes 1 y 2. Bogotá. Editorial. Guadalupe Ltda. 928 p.
- Clark, K.L., Nadkarni, N. M., Schaefer, D. & Gholz, H.L. (1998). Atmospheric deposition and net retention of ions by the canopy in a tropical montane forest, Monteverde, Costa Rica. *Journal of Tropical Ecology*, 14(1): 27-45.
- Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. (1974). Anotado • Decreto Ley 2811 de 1974. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Grupo de Divulgación de Conocimiento y Cultura Ambiental. Bogotá, D.C. 241 p.
- Constitución Política de Colombia [Const.] (1991), Artículos 79, 89, 95 [ Modificado. Acto Legislativo 03 de 1993, artículos 79º 89º y 95º].
- Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, CITES (Washington, 3 de marzo de 1973). Enmendada en Bonn, el 22 de junio de 1979, luego en Gaborone, el 30 de abril de 1983: cuyo convenio está enfocado en "reconociendo que la fauna y flora silvestres, en sus numerosas, bellas y variadas formas constituyen un elemento irremplazable de los sistemas naturales de la tierra, tienen que ser protegidas para esta generación y las venideras".
- Cornelissen, J. & Ter Steege. (1989). Distribution and ecology of epiphytic bryophytes and lichens in dry evergreen forest of Guyana. *Journal of Tropical Ecology*, 5(2): 131-150.
- Correa, H.D, Ruiz, S.L. & Arévalo, L.M. (eds) (2005). Plan de acción en biodiversidad de la cuenca del Orinoco – Colombia / 2005 – 2015 – Propuesta Técnica. Bogotá, D.C.: Corporinoquía, Cormacarena, I.A.v.H, Unitrópico, Fundación Omacha, Fundación Horizonte Verde, Universidad Javeriana, Unillanos, WWF – Colombia, GTZ – Colombia. 273 p.
- Cox, C.J., Goffinet, B., Newton, A.E., Shaw, A.J. & Hedderson, T.A.J. (2000). Phylogenetic Relationships among the Diplolepidous-Alternate Mosses (Bryidae) Inferred from Nuclear and Chloroplast DNA Sequences. *The Bryologist*, 103(2): 224-241.
- Cox, C.J., Goffinet, B., Wickett, N.J., Boles, S.B. & Shaw, A.J. (2010). Moss diversity: A molecular phylogenetic analysis of genera. *Phytotaxa*, 9: 175-195.
- Crum, H.A. (2001). *Structural Diversity of Bryophytes*. The University of Michigan Herbarium, Ann Arbor, MI, 379 p.
- Decreto 1449 de 1977. Definidas las áreas forestales protectoras. Presidencia de la República a través del Ministerio de Agricultura se Decreta el "Artículo 2º En relación con la conservación, protección y aprovechamiento de las aguas, los propietarios de predios.
- Decreto 2372 de 2010 (Julio 1 de 2010) Por el cual se reglamenta el Decreto Ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994 y el Decreto Ley 216 de 2003, en relación con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman.
- De Luna, E., Newton, A.E., Withey, A., González, D. & Mishler, B.D. (1999). The transition to pleurocarpy: a phylogenetic analysis of the main diplolepi-

- deous lineages based on *rbcl* sequences and morphology. *The Bryologist*, 102(4): 634-65.
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2018). Servicios ecosistémicos y biodiversidad. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Disponible en: <http://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/background/regulating-services/es/>
- Frahm, J.P. (2003). Diversity of bryophyte species in the tropics. *Tropical Bryology* 23: 13-22.
- Frahm, J.P., Pócs, T., O'shea, B., Koponen, T., Piippo, S., Enroth, J. & Fang, Y. (2003). Manual of tropical bryology. *Tropical Bryology*, 200 p.
- García, S., Basilio, H., Herazo, F., Mercado, J. & Morales, M. (2016). Diversidad de briófitos en los Montes de María, Colosó (Sucre, Colombia). *Colombia Forestal*, 19(1): 41-52.
- Gimingham, C.H. & Birse, M. (1957). Ecological studies growth-form bryophytes: I Correlations between growth-form and habitat. *Journal of Ecology*, 45(2): 533-545.
- Gil-Novoa, J.E., Cuta-Alarcón, L.E. & Morales-Puentes, M.E. (2017). Riqueza y distribución de musgos en un bosque subandino en Bolívar-Santander, Colombia. *Revista Biología Tropical*, 65(4): 1397-1406.
- Gil-Novoa, J.E. & Morales-Puentes, M.E. (2014). Estratificación vertical de briófitos epífitos de *Quercus humboldtii* (Fagales: Fagaceae) en el Parque Natural Municipal "Robledales de Tipacoque" (Boyacá - Colombia). *Revista de Biología Tropical* 62(2): 719-727.
- Gradstein, S.R., Churchil, S. & Salazar-Allen, S. (2001). Guide to the bryophytes of Tropical America. *Memoirs of the New York Botanical Garden*, 86. 577 p.
- Hallingbäck, T. & Hodgetts, N. (2000). Mosses, liverworts, and hornworts. Status survey and conservation action plan for bryophytes. IUCN/SSC Bryophyte Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge. 113 p.
- Holz, I., Gradstein, S.R., Heinrichs, J. & Kappelle, M. (2002). Bryophyte diversity, microhabitat differentiation, and distribution of life forms in Costa Rican upper montane *Quercus* Forest. *The Bryologist*, 105(3): 334-348.
- Holz, I. (2003). Diversity and ecology of bryophytes and macrolichens in primary and secondary montane *Quercus* forests, Cordillera de Talamanca, Costa Rica (Tesis doctoral).
- IDEAM, IGAC, IAVH, INVEMAR, SINCHI & IIAP. (2007). Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon von Neumann, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés e Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. Bogotá, D.C.
- León-Vargas, Y., Engwald, S. & Proctor, C.F. (2006). Microclimate, light adaptation and desiccation in two Venezuelan cloud forests. *Journal of Biogeography*, 33(5): 901-913.
- Ley General Ambiental de Colombia LEY 99 DE 1993 (Diciembre 22) Diario Oficial No. 41.146, de 22 de diciembre de 1993, por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de



- la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA.
- Ley 165 de 1994 (Noviembre 9) Diario Oficial No. 41.589, del 9 de noviembre de 1994, por medio de la cual se aprueba el "Convenio sobre la Diversidad Biológica", hecho en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992.
- Linares, E.L. (1999). Diversidad y distribución de las epifitas vasculares en un gradiente altitudinal en San Francisco, Cundinamarca. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*, 23: 133-139.
- Linares, E. & Uribe, J. (2002). Libro rojo de los briófitos de Colombia. Libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales - Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. 170 p.
- Luo, L., Qin, B., Yang, L. & Song, Y. (2007). Total, inputs of phosphorus and nitrogen by wet deposition into Lake Taihu, China. *Hydrobiologia*, 581: 63-70.
- Medina, W.A., Macana-García, D.C. & Sánchez, F. (2015). Aves y mamíferos de bosque altoandino-páramo en el páramo de Rabanal (Boyacá-Colombia). *Ciencia en Desarrollo*, 6(2): 185-198.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2012). Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE).
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). Política Nacional de Gestión Integral para la Conservación de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos. Bogotá.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Universidad Nacional de Colombia (2015). Plan para el estudio y la conservación de las orquídeas en Colombia. Textos: Betancur, J., H. Sarmiento-L., L. Toro-González & J. Valencia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Colombia; Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C. 336 p.
- Montenegro, L.C., Chaparro de Valencia, M. & Barón, A.F. (2005). Regulación hídrica en cinco musgos del páramo de Chingaza. En: Bonilla, M.A. (ed.), *Estrategias adaptativas de plantas del páramo y del bosque altoandino en la cordillera Oriental de Colombia*. Unibiblos, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 3-24.
- Morales-Betancourt, M.A., Páez, V.P. & Lasso, C.A. 2015. Conservación de las tortugas continentales de Colombia: evaluación 2012-2013 y propuesta 2015-2020. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Asociación Colombiana de Herpetología y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá. 28 p.
- Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Rangel-Ch., O. (2008). Colombia, diversidad biótica VI: riqueza y diversidad de los musgos y líquenes en Colombia Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales: 593 p.
- Resolución INDERENA No. 213 de 1977; por la cual se establece ceda para algunas especies y productos de la flora en veda. Instituto Nacional de los Recursos Nacionales Renovables - Inderena.
- Resolución 1219 de 2017, por la cual se anexa la lista de especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica continental y marino-costera de

Colombia - expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

- Romanski, J., Pharo, E.J. & Kirkpatrick, J.B. (2011). Epiphytic bryophytes and habitat variation in montane rainforest, Perú. *The Bryologist*, 114(4), 720-731.
- Ruiz, C., Aguirre-C., J. & Rangel-Ch., O. (2008). Un estudio de caso: la riqueza de musgos de Tarapacá (Amazonas - Colombia). En: O. Rangel-Ch. (Ed.), *Colombia diversidad biótica VI: Riqueza y diversidad de los musgos y líquenes en Colombia* (89-97 pp.). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Shaw, J. & Renzaglia, K. (2004). Phylogeny and diversification of bryophytes. *American Journal of Botanic*, 91(10): 1557-1581.
- Uribe, J. & Gradstein, S.R. (1998). *Catalogue of the Hepaticae and Anthocerotae of Colombia*. *Bryophytorum Bibliotheca*, 53. J. Cramer. Berlín - Stuttgart. 100 p.
- Uribe, J. & Gradstein, R.S. (1999). Estado del conocimiento de la flora de hepáticas de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 23 (87): 315-318.
- Valencia M.A. (2013). Evaluación del traslado de epífitas vasculares, como estrategia de conservación en el municipio de Aguazul, departamento del Casanare (estudio preliminar). Tesis de Maestría. Programa de maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas, Universidad de Manizales, Manizales, Colombia. 95 p.
- Vanderpoorten, A. & Goffinet, B. (2009). *Introduction to bryophytes*. Cambridge University press. Cambridge, UK, 329 p.
- Wolf, J.H.D. (1994). Factors controlling the distribution of vascular and non-vascular epiphytes in the northern Andes. *Vegetation*, 112: 15-28.



# CAPÍTULO 9

## LA ESCUELA: ENGRANAJE DE PROCESOS AMBIENTALES



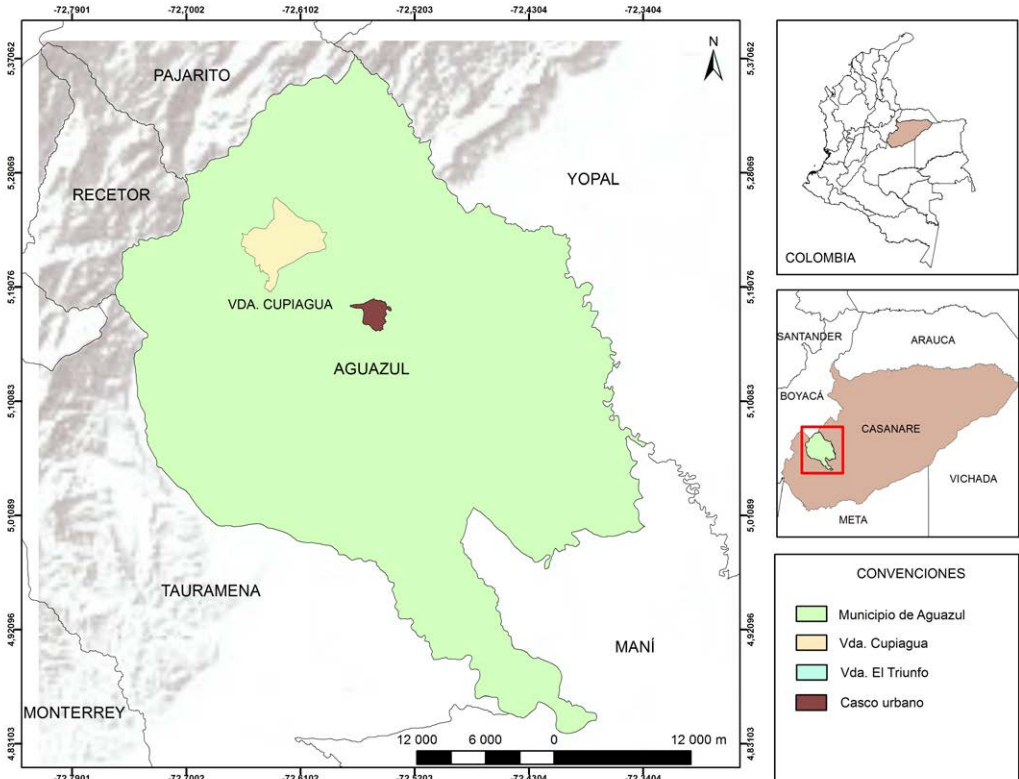
**RESTREPO-QUICENO DIANA-MARCELA<sup>1</sup>, VERGARA-BUITRAGO PAULINA-ALEJANDRA<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Sistemática Biológica, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

<sup>2</sup>Sistemática Biológica, Herbario UPTC, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

# AGUAZUL, CASANARE

El municipio de Aguazul fue fundado en el año de 1954, mediante el Decreto No. 295, y firmado por el gobernador de Boyacá de ese entonces, *Alonso Tarazona* (Alcaldía Municipal de Aguazul, 2018). El nombre de *Aguazul* se debe a que en inmediaciones del río Unete, había un pozo de color azul que era utilizado como sitio de recreación para todas las familias del entorno, así como para lavar, pescar y como pozo recolector de agua (Alcaldía Municipal de Aguazul, 2012) (Figura 1).



**Figura 1.** Mapa del área de estudio, destacando la vereda Cupiagua del municipio de Aguazul, Casanare.

El territorio municipal se halla en la cuenca del río Cusiana, que a su vez está conformada por las subcuencas de los ríos Charte y Unete, siendo así las tres fuentes hídricas más importantes del municipio (Acuerdo 006, 2011). El 67.75 % del área municipal esta surtida por el río Unete (Acevedo, 2017), siendo declarada esta área de la cuenca hidrográfica como Reserva Forestal, Hidrográfica y Patrimonio Ecológico mediante el Acuerdo 018 de junio 14 de 1995 (Acuerdo 006, 2011).

El río Unete es una fuente hídrica de alta significancia para el municipio de Aguazul, ya que, de allí se capta el agua para el abastecimiento del casco urbano (Hernández,

2012). Según, los datos de proyección del Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], (2018), la población total calculada a 2018 es de 41.994 habitantes, con una densidad poblacional de 28.86 Hab/km<sup>2</sup>, de los cuales, 31.973 (76.14 %) se concentraron en la cabecera y 10.021 (23.86 %) en el área rural.

Según el Mapa de Ecosistemas Continentales Costeros y Marinos de Colombia a escala 1:500.000, Aguazul hace parte del gran bioma de bosque húmedo tropical, donde se identifican coberturas de: pastos limpios, pastos arbolados, pastos enrastrados, mosaicos de pastos con espacios naturales, bosques fragmentados, bosques de galería y ripario y vegetación alta secundaria, entre otras (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], 2007).

En el departamento de Casanare la economía se basa principalmente por la explotación petrolera, con el 45.2 %, seguido de los servicios (33 %), pecuario (11.3 %), agrícola (8.5 %) y en menor proporción gobierno (2.5 %) (Usma & Trujillo, 2011). Antes del descubrimiento del petróleo, las comunidades campesinas en el municipio de Aguazul se dedicaban a la ganadería y a la agricultura. Algunos habitantes recuerdan que la mayoría de personas se dedicaban a cultivos de pan coger, y los productos restantes se comercializaban en el pueblo de Aguazul o Tauramena (Duarte, 2018).

Por sus características topográficas y de suelos, la parte alta del municipio presenta una vocación de uso forestal en un 37 %. La parte plana tiene vocación de uso ganadero en un 25 %, representado por las categorías de pastoreo extensivo y pastoreo semi-intensivo. Las áreas empleadas a la producción agrícola corresponden al 24 %, donde predominan los cultivos transitorios y semi-intensivos. Se encuentran adicionalmente, áreas con vocación para la conservación y recuperación de recursos hídricos en un 16 % (Instituto Colombiano Agustín Codazzi [IGAC], 2008).

Por lo anterior, Aguazul se caracteriza por tener vocación agropecuaria, potencial para el ecoturístico y por ser reconocido por el desarrollo de actividades para la explotación de hidrocarburos y gas (Plan de Desarrollo Municipal de Aguazul [PDM], 2016); sin embargo, con el fin de conservar el recurso hídrico y los ecosistemas estratégicos de Aguazul, se debe promover el desarrollo de actividades que involucren la capacitación y participación de la comunidad del área de influencia directa de proyectos de infraestructura, industriales, investigativos y académicos.

La Política Nacional de Educación Ambiental se encargó de darle institucionalidad y definir la educación ambiental que tiene Colombia (Vélez & Londoño, 2016), la cual se constituye en el horizonte de transformaciones para las circunstancias actuales que el país exige, buscando la edificación de una sociedad más justa y equitativa, en el uso de los recursos naturales de manera sostenible y se genere una dinámica sociocultural respetuosa (Sauvé, 2013).

El Decreto 1075 de 2015, menciona la obligatoriedad de la educación ambiental según los lineamientos curriculares descritos por el Ministerio de Educación Nacional y en concordancia con la Política Nacional de Educación Ambiental; esta última, incluye también a las instituciones de educación formal de Colombia, las

cuales deben incorporar en sus proyectos educativos institucionales, Proyectos Ambientales Escolares -PRAE-, con miras a remediar problemas ambientales del entorno.

Los Proyectos Ambientales Escolares formulados en las instituciones educativas: León de Greiff, Cupiagua, Camilo Torres Restrepo, Luis María Jiménez y la Turua del municipio de Aguazul, se han enfocado en talleres para adquirir conciencia ambiental, reconocimiento del ambiente en que se vive, empleando la educación ambiental como herramienta para la formación de conciencia ambiental y la protección, conservación y restauración del ambiente (PDM, 2016).

A continuación, se presenta la experiencia de educación ambiental desarrollada en la institución educativa Cupiagua, la cual estuvo articulada al Proyecto Ambiental Escolar. Esta actividad se realizó con el fin de reconocer y conservar los recursos naturales del municipio, así como estrategia para ampliar los conocimientos ambientales de los estudiantes.

### **La escuela: engranaje de procesos ambientales**

La escuela se concibe como un centro de pedagogía reeducativa, ya que a partir de la información que el alumno adquiere, esta se propaga dentro del contexto familiar; es así, como la información sale del confinamiento del aula, a otros territorios urbanos y rurales. Las zonas rurales perciben la educación ambiental como el deber del ser, en las poblaciones urbanas se volatiliza este deber; por lo tanto, la tarea es reeducar, cuyo principal aliado es la institución educativa y reconocer su papel dentro de la sociedad conlleva a ser el principal actor social dentro de un proceso (Zapata *et al.*, 2010).

Conformar grupos, definir temas académicos, estructurar planes de trabajo con sus respectivos indicadores, es la tarea de las comunidades académicas. De esta manera, se pone en contexto el trabajo desarrollado en la Institución Educativa Cupiagua (Figura 2), localizada en el departamento de Casanare, municipio de Aguazul; el cual tuvo como objetivo, involucrar a la academia en procesos de participación y valoración del conocimiento.



**Figura 2.** Institución Educativa Cupiagua, municipio Aguazul, Casanare. **A.** Vista general de las Instalaciones; **B-C.** Comunidad estudiantil de la Institución.

Con este fin, se crearon espacios académicos e investigativos a través de actividades ambientales, concebido como una estrategia pedagógica en nivel básica primaria y secundaria, involucrando esencialmente el Proyecto Ambiental Escolar como instrumento de apropiación, generación y divulgación de conocimiento. Conseguir estas metas requirió establecer alianzas entre directivos, poblaciones estudiantiles y personas idóneas conectadas a procesos de restauración ecológica, conservación de flora y fauna, y valoración de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos.

La participación estudiantil, fue el engranaje preciso para el desarrollo de temas como el aprendizaje de métodos tradicionales de reproducción de plantas y el reconocimiento, apropiación y registro de la diversidad florística del entorno (Figura 3).





**Figura 3.** Construcción del vivero y propagación de orquídeas y bromelias en la Institución Educativa Cupiagua, municipio de Aguazul, Casanare. **A.** Establecimiento de eras de crecimiento con estudiantes del grado 9º; **B.** Participación de estudiantes en la mezcla y preparación de sustratos para la propagación vegetativa; **C.** Establecimiento de bancos para la propagación; **D.** Estudiante de 6º grado en proceso de siembra; **E.** Propagación vegetativa de *Epidendrum* sp. (Orchidaceae) en las camas de siembra adecuadas con los estudiantes; **F.** Restauración de área-Puesta y tensionada de malla polisombra.

El primer tema relacionado con el aprendizaje de métodos tradicionales de reproducción de plantas, contempló tareas asociadas a la adecuación de áreas, el montaje de semilleros para la propagación y la delimitación de zonas para el endurcimiento de plantas; dichas jornadas se constituyeron en el núcleo principal que encadenó algunos procesos educativos del aula, a través del aprendizaje en técnicas de propagación sexual y asexual, en el que interactuaron dentro de este ejercicio, individuos pertenecientes a las familias Bromeliaceae y Orchidiaceae. Así mismo,

se afianzaron en temas relacionados con manejo de medios, sustratos, composiciones y asociaciones de hongos, útiles para la supervivencia de los individuos.

Se formaron diferentes colectivos de trabajo agrupados en los grados sexto (6º) y noveno (9º), quienes recibieron orientaciones teórico-prácticas acerca de la importancia de los viveros forestales en métodos de conservación y restauración de ecosistemas.

El segundo tema, relativo al reconocimiento, apropiación y registro de la diversidad florística del entorno, se desplegó mediante un concurso de fotografía ambiental, por medio de una convocatoria abierta a todo el estudiantado (nivel básica primaria, secundaria y media). La temática del concurso hizo énfasis en elementos de flora y fauna silvestre de la vereda Cupiagua, a fin de que los estudiantes reconocieran e identificaran la riqueza florística y faunística como un tesoro valioso por conservar (Figura 4).



**Figura 4.** Participación de los estudiantes en el primer concurso de fotografía ambiental, Institución Educativa Cupiagua, municipio de Aguazul, Casanare. **A-B.** Muestra de las fotografías realizadas por los estudiantes; **C-D.** Observación y evaluación de las fotografías por parte de los docentes de Ciencias Naturales y Artística, como jurados del concurso.

Se realizó un filtro de selección apreciando que la fotografía cumpliera con la temática del concurso y técnica fotográfica. Se obtuvieron alrededor de 40 propuestas fotográficas, y se realizó la premiación del concurso de fotografía ambiental.

El resultado de estas prácticas significó una transferencia de conocimiento a poblaciones juveniles, mediante la ilustración del ciclo biológico de algunas especies vegetales, la importancia de salvaguardar estas poblaciones, la manera como se reproducen estas plantas y las condiciones bióticas para establecerse una especie. Así mismo, se apropiaron del entorno, identificando y entendiendo los procesos que se forman, integrando escenarios culturales, sociales y ecológicos en un mismo entorno educativo.

# BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, E. (2017). Situación actual socioeconómica y ambiental de los sistemas de ganadería bovina en la margen izquierda del río Unete, veredas Guadales y San Lorenzo del municipio de Aguazul, Casanare. (Tesis de maestría). Universidad de los Llanos, Colombia.
- Acuerdo 006. (2011). De marzo 1 de 2011. Por medio del cual se adopta la revisión y ajustes al Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Aguazul Casanare. Aguazul, 1 de marzo de 2011. Recuperado de: <http://cdim.esap.edu.co/bancomedios/Documentos%20PDF/aguazulcasanareotra2011.pdf>
- Alcaldía Municipal de Aguazul (2012). Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres Aguazul – Casanare. Recuperado de: <https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/476/PMGRD%20Aguazul%202012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Alcaldía Municipal de Aguazul. (2018). Reseña histórica. Recuperado de: <http://www.aguazul-casanare.gov.co/municipio/historia>
- DANE Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2018). Proyecciones de población. Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>
- Decreto 1075. (2015). Del 26 de mayo de 2015. Decreto único reglamentario del sector educación. Ministerio de Educación Nacional. Publicado en el Diario Oficial No 49.523, 26 de mayo de 2015. Colombia.
- Duarte, J. (2018). Desarrollo, extractivismo petrolero y transformaciones socioterritoriales en el municipio de Aguazul, Casanare (Colombia) 1990–2015. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia.
- EOT, Esquema de Ordenamiento Territorial. (2003). Esquema de Ordenamiento Territorial Aguazul Casanare 2000 – 2003. Recuperado de: [http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/1.subsistema%20biofisico%20\(%2079%20pag%20-%20456%20kb\).pdf](http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/1.subsistema%20biofisico%20(%2079%20pag%20-%20456%20kb).pdf)
- Hernández, M. (2012). Caracterización del relieve en zonas de piedemonte, municipio de Aguazul, Casanare y diseño de una cartilla didáctica para el reconocimiento de la zona, dirigido a estudiantes de grado séptimo de la institución educativa San Agustín, Aguazul, Casanare. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia.

- IDEAM, IGAC, IAvH, INVEMAR, SINCHI & IIAP. (2007). Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon von Neumann, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andreis e Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas. Bogotá, D.C., Colombia.
- IGAC, Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2008). Metodología para la clasificación de las tierras por su vocación de uso. Conflictos de uso del territorio colombiano. Subdirección de Agrología. Bogotá, D.C., Colombia.
- PDM, Plan de Desarrollo Municipal de Aguazul. (2016). Documento proyecto de acuerdo para la aprobación del plan de desarrollo Aguazul responsabilidad de todos 2016 – 2019. Recuperado de: [http://aguazul-casanare.micolombiadigital.gov.co/sites/aguazulcasanare/content/files/000022/1053\\_consolidado.pdf](http://aguazul-casanare.micolombiadigital.gov.co/sites/aguazulcasanare/content/files/000022/1053_consolidado.pdf)
- Sauvé, L. (2013). Educación ambiental y ecociudadanía. Dimensiones claves de un proyecto político-pedagógico-Environmental education and eco-citizenship. Key dimensions of a pedagogical-political project. *Revista científica*, 1(18): 12-23.
- Usma, J. & Trujillo, F. (2011). Biodiversidad del Casanare: Ecosistemas Estratégicos del Departamento. Colombia: Gobernación de Casanare y WWF.
- Vélez, O. & Londoño, A. (2016). De la educación ambiental hacia la configuración de redes de sostenibilidad en Colombia. *Perfiles educativos*, 38(151): 175-187.
- Zapata, J. J., Galeano, J. R. Zapata, I., Ramírez, Y., Rojas, M. E., Goez, I. C., Grisales, R. (2010). La resignificación de la formación de maestros y maestras mirada desde la pedagogía social. Estudio de casos: Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia y la Escuela Normal Superior Genoveva Díaz de San Jerónimo. CODI- Universidad de Antioquia. Proyecto de investigación, 329 p.



Con el objetivo de articular estudios que permitan cubrir vacíos de información; este libro es una contribución a una variada y compleja estructuración de temáticas que van a ser un aporte significativo al conocimiento de un ecosistema del pie de monte llanero, en torno a la flora y sus interacciones. El libro "flora de Aguazul: muestra de diversidad", es una publicación pensada como una herramienta académica para las comunidades directamente implicadas, instituciones educativas, afines a ciencias ambientales, profesionales, expertos interesados y, comunidad en general; este libro ofrece una gama de temáticas en torno a al conocimiento de las plantas y estrategias de protección en una región con visión de cambio de la cordillera Oriental; esta obra es una muestra que sorprenderán gratamente al lector.



**Uptc**  
Universidad Pedagógica y  
Tecnológica de Colombia



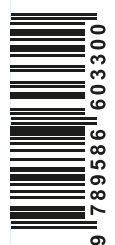
**SisBio**  
Grupo de Investigación  
Sistemática Biológica



Herbario  
UPTC



EDITORIAL



9 789586 603300