

# 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.

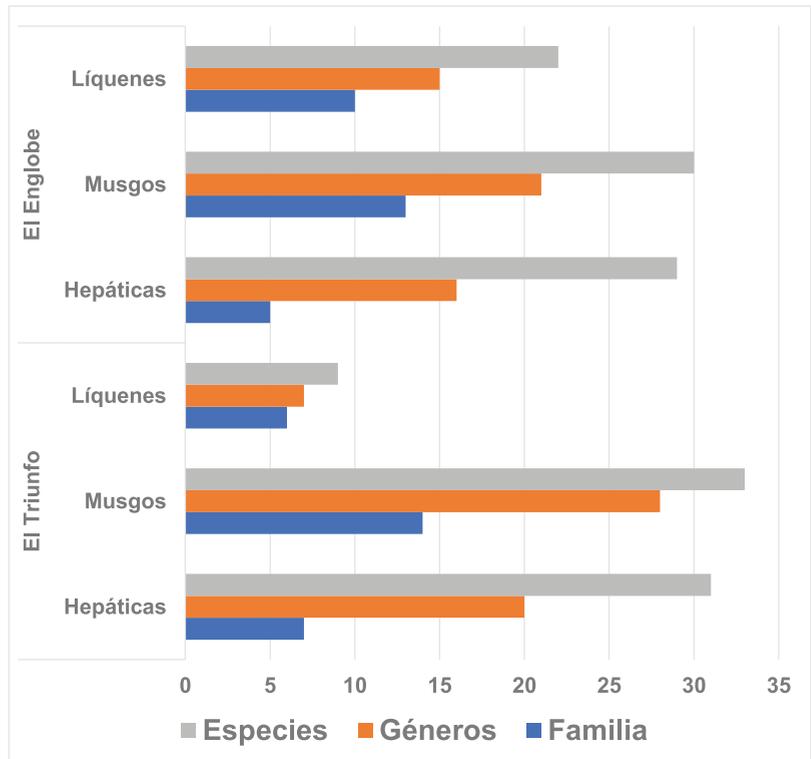
Pese a que en las obras de Linares & Uribe (2002), el libro rojo de especies amenazadas de Colombia y Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y la Resolución 1912 del 2017, no se encuentran las especies de briófitas aquí registradas como amenazadas; ello no significa, que no se encuentren 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).

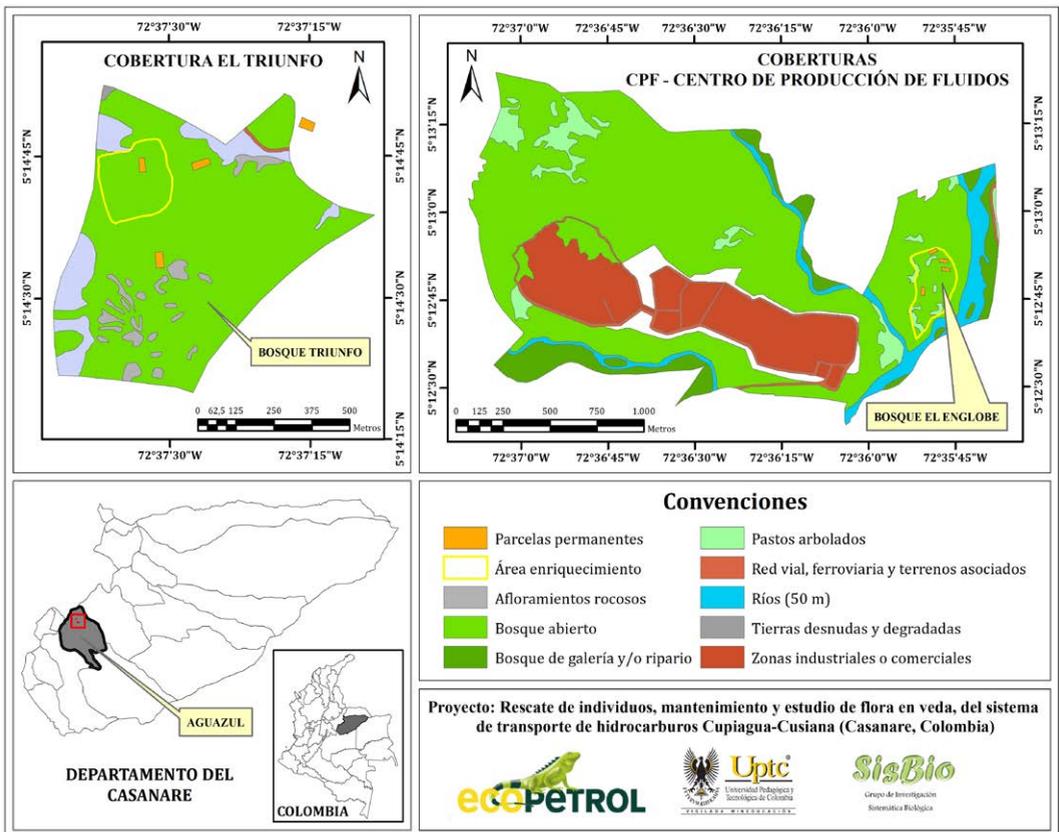


Figura 2. Área de estudio, bosques El Triunfo y El Englobe (CPF), Aguazul-Casanare.

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

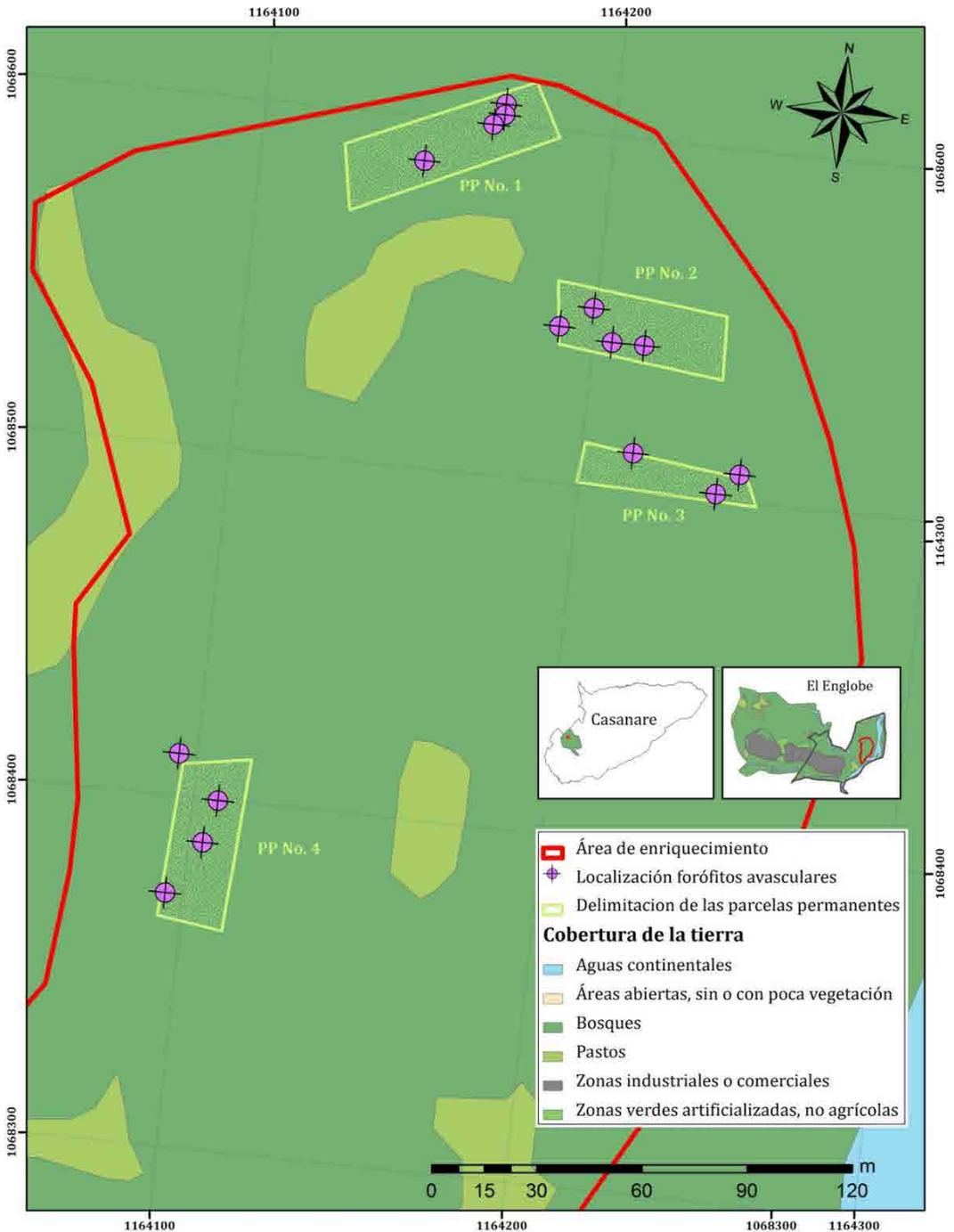
menor a 45°, y el restante 10% la inclinación fue mayor a 45°. Lo anterior, puede indicar que a medida que se incrementa la inclinación de los forófitos, su capacidad como hospederos, puede disminuir en la facultad de los briófitos para mantenerse.

- 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.

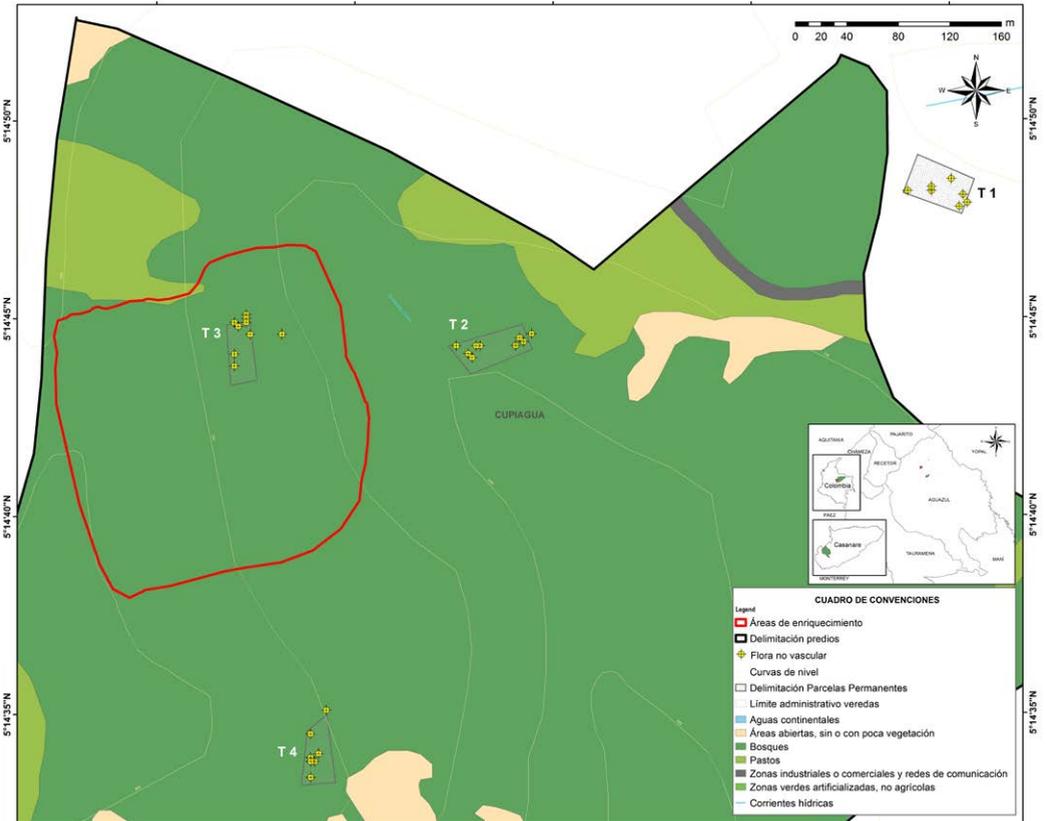
### **Relación con los forófitos**

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 "Briofitarios El Englobe y El Triunfo".	Estudio de solicitud de registro de las Reservas Naturales de la Sociedad Civil "Briofitarios 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 Diploleptideous-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, Coloso (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.

