

## Novedades de los briófitos en Aguazul, Casanare, Colombia

Diego Andrés Moreno-G.<sup>1</sup>, Jorge Enrique Gil-N.<sup>2</sup>, María Eugenia Morales-P.<sup>3</sup>

### Resumen

**Objetivo:** Evaluar la riqueza, distribución y preferencia de sustratos de los briófitos en dos zonas (El Triunfo y El Englobe) del municipio de Aguazul, Casanare. **Alcance:** Contribuir al conocimiento de la brioflora de una región poco estudiada, además del reconocimiento y su diversidad briofítica es mayor a la registrada actualmente. **Metodología:** A partir de una caracterización en dichas zonas (piedemonte llanero), se realizó un muestro general y uno con cuatro parcelas (20x50 m), para cada localidad; se recolectaron los briófitos en todos los sustratos (corteza, tronco en descomposición, roca, raíz aflorante, suelo y hojas), y se registraron las formas de vida (matas, tapiz, péndulo, trama, cojines, tapiz liso, tapiz ascendente, tapiz taloso y tapiz reptante). **Principales resultados:** Se encontraron 88 especies (45 hepáticas y 43 musgos). Lejeuneaceae es la familia más rica (27 especies), y en musgos Sematophyllaceae e Hypnaceae (6 especies cada una). A nivel de géneros, *Plagiochila* presenta los valores más altos (6 especies), seguido de *Lejeunea* (5), *Sematophyllum* y *Fissidens* (4 taxones cada uno). Las especies más abundantes son *Neckeropsis undulata* (Hedw.) Reichardt, *Lejeunea laetevirens* Nees & Mont. y *Sematophyllum subpinnatum* (Brid.) E. Britton. El sustrato tronco presentó 66 especies. La forma de crecimiento pleurocárpico (musgos) fue la más frecuente (43,12%), y las hepáticas foliosas (31,47%). La forma de vida en matas es la más representativa en musgos (184 registros), y en hepáticas el tapiz (106). Se presentan 42 nuevos registros de briófitos para el departamento de Casanare. **Conclusiones:** La composición de especies es congruente con lo registrado en bosques de tierras bajas, con mayor porcentaje de taxones de hepáticas sobre musgos, dominancia de Lejeuneaceae en todos los sustratos. Se aumenta el número de especies de briófitos en 90 hepáticas y 70 musgos, y se presenta el primer listado de brioflora para Casanare.

**Palabras clave:** Hepáticas, musgos, piedemonte, riqueza.

### Bryophytes Two of Areas of the Municipality of Aguazul, Casanare, Colombia

### Abstract

**Goal:** Evaluate the richness, distribution and preference of bryophyte substrates present in two places (El Triunfo and El Englobe) of the municipality of Aguazul-Casanare. **Scope:** Contribute

\*FR: 29 VI 2021. FA: 1 VII 2022.

<sup>1</sup> Grupo Sistemática Biológica, Herbario UPTC, Maestría en Ciencias Biológicas, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Autor de correspondencia: modiego90@gmail.com, diego.moreno@uptc.edu.co

 orcid.org/0000-0002-9783-3564 **Google Scholar**

<sup>2</sup> Escola Nacional de Botânica Tropical, Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

 orcid.org/0000-0003-4695-2683 **Google Scholar**

<sup>3</sup> Grupo Sistemática Biológica, Herbario UPTC, Maestría en Ciencias Biológicas, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

 orcid.org/0000-0002-5332-9956 **Google Scholar**

### CÓMO CITAR:

Moreno, D. A., Gil, J. E. y Morales, M. A. (2023). Novedades de los briófitos en Aguazul, Casanare, Colombia. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. Univ. Caldas*, 27(1), 13-32. <https://doi.org/10.17151/bccm.2023.27.1.1>



to the knowledge of the bryoflora of the municipality and the Colombian foothills (<800m), being little studied areas and with the recognition of these groups of plants, it is estimated that the diversity of bryophytes may be greater than that currently recorded. **Methodology:** Based on a characterization of two areas of the foothills of the plains in the municipality of Aguazul, we made a general sampling, with the delimitation of four plots of 20x50 m for each locality, and the collection of bryophytes in all the available substrates (bark, decomposing trunk, rock, outcropping root, soil and leaves), in addition to the record of life forms (bushes, tapestry, pendulum, weft, cushions, smooth tapestry, ascending tapestry, talose tapestry and creeping tapestry). **Main results:** We found 88 species (45 liverworts and 43 mosses). Lejeuneaceae is the richest family with 27 species, and in mosses Sematophyllaceae and Hypnaceae with six species each. At the level of genera, *Plagiochila* presents the highest values (6 species), followed by *Lejeunea* (5), while *Sematophyllum* and *Fissidens* presented four taxa. The species with the highest abundance (presence) are *Neckeropsis undulata* (Hedw.) Reichardt, *Lejeunea laetevirens* Nees & Mont. and *Sematophyllum subpinnatum* (Brid.) E. Britton. The trunk substrate presented 66 species each. With 43.12%, the pleurocarpic growth form was the most frequent in moss, while the foliose type with 31.47% were liverworts. The form of life in bushes, with 184 records, corresponds to the most representative for mosses and with 106 in the form of smooth carpet for liverworts. 42 new records of bryophytes are presented for the department of Casanare. **Conclusions:** The species composition is consistent with that recorded in lowland forests, with a higher percentage of liverwort taxa on mosses and dominance of the Lejeuneaceae family in all substrates. The number of bryophytes is increased to 90 species of liverworts and 70 mosses and the first list of bryoflora for the department of Casanare.

**Key words:** Foothills, liverworts, mosses, richness.

## Introducción

Los briófitos se consideran como organismos colonizadores de nuevos hábitats, que se adaptan fácilmente a ambientes adversos y desempeñan un papel importante en los procesos funcionales de los ecosistemas, tales como el reciclaje de materia orgánica, la regulación de la humedad y renovación de las copas de los árboles, entre otros (Churchill & Linares, 1995; Ah-Peng *et al.*, 2017; Glime, 2017); Así mismo, generan sustratos y nichos adecuados para el establecimiento de plantas epífitas vasculares como orquídeas, bromelias y helechos (Frahm *et al.*, 2003).

Colombia es un país con uno de los registros de biodiversidad de briófitos más altos, 1.662 especies [932 musgos (Bernal, *et al.*, 2016), 720 hepáticas (Gradstein, 2021) y 15 antoceros (Gradstein, 2018)], principalmente en las zonas andinas o altoandinas, pero esta diversidad se ve considerablemente disminuida en zonas bajas, como los valles interandinos, la costa Caribe o la zona del piedemonte llanero (< 800 m) (Bernal *et al.*, 2016; García *et al.*, 2016; García y Mercado, 2017). En este sentido, para los bosques de la Orinoquía colombiana, se han registrado 21 géneros y 27 especies, pero para todo Casanare, ubicado en su mayoría en la región

de los Llanos Orientales, se registran 261 géneros y 201 especies (Bernal *et al.*, 2016; Moreno *et al.*, 2018), lo que permite estimar que la mayor diversidad de briófitos de este departamento se presenta en las zonas de media y alta montaña, contrastante con la zona baja, donde la diversidad disminuye y representa cerca del 97,26% del área total (Usma y Trujillo, 2011). Lo anterior puede relacionarse no sólo con las condiciones ambientales de la zona, sino también con la falta de exploración hacia localidades antes no muestreadas en términos de su brioflora (Patiño & Vanderpoorten, 2018).

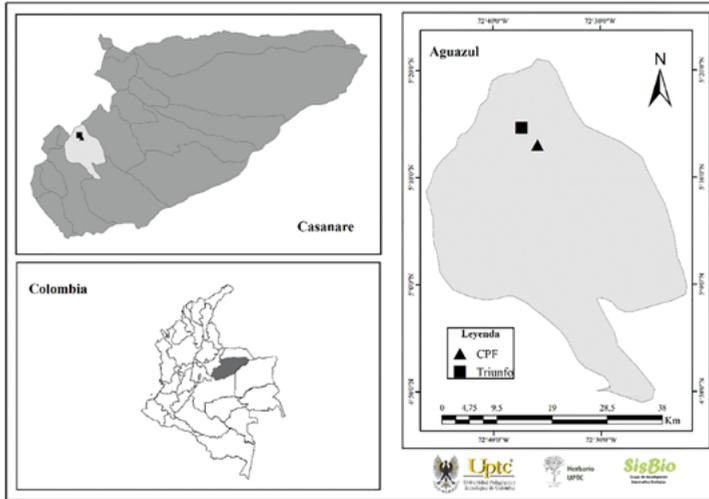
El panorama planteado muestra la necesidad de realizar exploraciones que contribuyan al estudio de la brioflora del Casanare, por lo que, con el desarrollo de esta investigación se evalúa la riqueza y distribución de las especies de briófitos presentes en dos zonas (El Triunfo y El Englobe) del piedemonte colombiano, en Aguazul, Casanare, y estimar la riqueza de briófitos en zonas poco exploradas del territorio colombiano.

## Métodos

### Área de estudio

El municipio de Aguazul se encuentra en la parte central de Casanare (Colombia), en las estribaciones de la cordillera Oriental en la región del piedemonte llanero. El municipio cuenta con tres fuentes principales de agua, con los ríos Cusiana, Únete y Charta, así como tres tipos diferentes de coberturas vegetales: húmedo premontano, húmedo tropical y de sabana (Valencia, 2013). El presente estudio se desarrolló en la vereda Cupiagua en dos áreas de bosque secundario, en zonas denominadas El Englobe y El Triunfo (figura 1), con una altitud entre 450 y 748 msnm, temperatura que oscila entre 25,5 y 29°C, y precipitaciones anuales entre los 1000 y 3500 mm (Díaz-Pérez *et al.*, 2018). La flora vascular representativa es dominada por especies de las familias Fabaceae, Rubiaceae, Myrtaceae, Melastomataceae y Lauraceae (Díaz-Pérez *et al.*, 2018).

**Muestreo:** Se realizó un muestreo general en las dos zonas establecidas, durante mayo de 2015 a junio de 2016. Se delimitaron cuatro parcelas de 20x50 m (Rangel & Velázquez, 1997), para cada uno de los dos sitios El Englobe (5°12'53.27" N; 72°35'48.99" W) y El Triunfo (5°14'39.24" N; 72°37'31.30" W), para hacer representativo el muestreo (Moreno *et al.*, 2018a). Se recolectaron muestras en todos los sustratos disponibles, como corteza de árboles, tronco en descomposición, roca, raíz aflorante, suelo y hojas (Holz *et al.*, 2002). Las formas de vida se determinaron a partir de Richards (1984) y Calzadilla y Churchill (2014). Para efectos de la estimación de abundancias se registró la cobertura de cada una de las especies con ayuda de una plantilla de acetato cuadrículada de 400 cm<sup>2</sup> (Iwatsuki, 1960).



**Figura 1.** Mapa de la ubicación de las zonas El Triunfo y El Englobe, vereda Cupiagua del municipio de Aguazul, departamento de Casanare, Colombia..

## Análisis de datos

El material recolectado se identificó en el Herbario UPTC (Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia), mediante el uso de equipos ópticos como microscopio (LEICA Dm750) y estereoscopio (LEICA EZ4 HD con Software LAS EZ v3.0 2013), bibliografía general y especializada como Churchill y Linares (1995), Uribe y Aguirre (1997), Gradstein *et al.* (2001), Gradstein y Uribe (2011), Gradstein (2016a y b) y apoyo de especialistas. El material se organizó y depositó en el mismo herbario bajo el sistema de clasificación propuesto por Goffinet *et al.* (2009) para musgos y Söderström *et al.* (2016) para hepáticas, con duplicados al Herbario Llanos (Universidad de los Llanos). Se determinó la riqueza y abundancia, y se realizó un análisis clúster mediante el método de agrupamiento UPGMA, a partir del índice de Jaccard, para establecer la similitud entre la composición de especies de las parcelas muestreadas con el uso del programa estadístico PAST (v. 2.17c) (Hammer *et al.*, 2001).

## Resultados

Se registran 25 familias, 55 géneros y 88 especies (45 hepáticas y 43 musgos), de las cuales, el 37% son nuevos registros para Casanare, 21 musgos y 21 hepáticas (Tabla 1). La familia con mayor riqueza es Lejeuneaceae con 27 taxones, seguido por Sematophyllaceae, Plagiochilaceae e Hypnaceae con seis especies cada una, mientras que, a nivel de géneros, *Plagiochila* presenta la mayor riqueza con seis especies, seguido de *Lejeunea* y *Frullania* con cinco especies cada una. En términos de abundancia, los

valores más altos corresponden a *Lejeunea laetevirens* Ness & Mont con el 7,33%, seguida de *Sematophyllum subsimplex* (Hedw.) Mitt. (7,14%), *Cheilolejeunea rigidula* (Mont.) R.M. Schust. (4,91%) y *Neckeropsis undulata* (Hedw.) Reichardt (4,46%).

**Tabla 1.** Listado de especies para Casanare, así como para la zona de estudio\* y los nuevos registros para el departamento\*\*.

Especies	Zona de estudio (El Englobe y El Triunfo) *	Nuevos registros**
<b>Hepáticas</b>		
<i>Acanthocoleus</i> aff. <i>aberrans</i> (Lindenb. & Gottsche) Kruijt		**
<i>Acrolejeunea</i> cf. <i>emergens</i> (Mitt.) Steph.		**
<i>Acrolejeunea torulosa</i> (Lehm. & Lindenb.) Schiffn.	*	
<i>Adelanthus linderbergianus</i> (Lehm.) Mitt.	*	
<i>Dibrachiella</i> aff. <i>auberiana</i> (Mont.) X.Q.Shi, R.L.Zhu & Gradst.		**
<i>Archilejeunea crispistipula</i> (Spruce) Steph.	*	
<i>Archilejeunea fuscescens</i> (Lehm.) Fulford	*	
<i>Archilejeunea parviflora</i> (Nees) Steph.		**
<i>Aureolejeunea paramicola</i> (Herzog) R. M. Schust.	*	
<i>Aureolejeunea quinquecarinata</i> R. M. Schust.	*	
<i>Bazzania affinis</i> (Lindenb. & Gottsche) Trevis	*	
<i>Bazzania denticulata</i> (Lindenb. & Gottsche) Trevis	*	
<i>Bazzania hookeri</i> (Lindenb.) Trevis	*	
<i>Bazzania jamaicensis</i> (Lehm. & Lindenb.) Trevis	*	
<i>Bazzania longistipula</i> (Lindenb.) Trevis	*	
<i>Blepharolejeunea incongrua</i> (Lindenb. & Gottsche) Slageren & Kruijt	*	
<i>Blepharolejeunea securifolia</i> (Steph.) R. M. Schust.	*	

<i>Brachiolejeunea</i> aff. <i>phyllorhiza</i> (Nees) Kruijt & Gradst.	**
<i>Brachiolejeunea laxifolia</i> (Taylor) Schiffn.	*
<i>Brachiolejeunea leiboldiana</i> (Lindenb. & Gottsche) Schiffn.	*
<i>Bryopteris filicina</i> (Sw.) Nees	*
<i>Calyptogeia andicola</i> Bischler	*
<i>Calyptogeia</i> sp.	*
<i>Cephaloziella granatensis</i> (J. B. Jack) Fulford	*
<i>Ceratolejeunea cornuta</i> (Lindenb.) Schiffn.	*
<i>Cheilolejeunea rigidula</i> (Mont.) R.M. Schust	*
<i>Cheilolejeunea</i> sp.	*
<i>Cheilolejeunea xanthocarpa</i> (Lehm. & Lindenb.) Malombe	*
<i>Cololejeunea</i> sp.	*
<i>Cryptolophocolea martiana</i> (Nees) L. Söderstr. et al.	*
<i>Cylindrocolea rhizantha</i> (Mont.) R. M. Schust.	*
<i>Diplophyllum obtusatum</i> (R. M. Schust.) R. M. Schust.	*
<i>Drepanolejeunea bidens</i> Steph.	*
<i>Drepanolejeunea</i> cf. <i>anoplantha</i> (Spruce) Steph.	**
<i>Frullania atrata</i> (Sw.) Dumort.	*
<i>Frullania bogotensis</i> Steph.	**
<i>Frullania caulisequa</i> (Nees) Nees	*
<i>Frullania</i> cf. <i>ecuadorensis</i> Steph.	**
<i>Frullania ericoides</i> (Mart.) Mont.	*
<i>Frullania gibbosa</i> Nees	*
<i>Frullania obscura</i> (Sw.) Dumort.	*
<i>Frullania riojaneirensis</i> (Raddi) Spruce	*

<i>Frullania winteri</i> Steph.	*
<i>Frullanoides densifolia</i> Raddi	*
<i>Frullanoides tristis</i> (Steph.) Slageren	*
<i>Fuscocephaloziopsis crassifolia</i> (Lindenb. & Gottsche) Váña & L. Söderstr.	*
<i>Harpalejeunea</i> aff. <i>stricta</i> (Lindenb. & Gottsche) Steph.	**
<i>Isotachis serrulata</i> (Sw.) Gottsche	*
<i>Lejeunea</i> aff. <i>caespitosa</i> Lindenb.	**
<i>Lejeunea</i> aff. <i>monimiae</i> (Steph.) Steph.	**
<i>Lejeunea flava</i> (Sw.) Nees	*
<i>Lejeunea laetevirens</i> Nees & Mont.	*
<i>Lejeunea pterigonia</i> (Lehm. & Lindenb.) Mont.	*
<i>Lejeunea reflexistipula</i> (Lehm. & Lindenb.) Spruce	*
<i>Lejeunea</i> sp.	*
<i>Lepicolea pruinosa</i> (Taylor) Spruce	*
<i>Lepidozia incurvata</i> Lindenb.	*
<i>Leptolejeunea</i> cf. <i>elliptica</i> (Lehm. & Lindenb.) Schiffn	**
<i>Leptoscyphus trapezoides</i> (Mont.) L. Söderstr.	*
<i>Lophocolea fragmentissima</i> R. M. Schust.	*
<i>Lopholejeunea subfusca</i> (Nees) Schiffn.	*
<i>Lopholejeunea nigricans</i> (Lindenb.) Steph.	*
<i>Marchesinia brachiata</i> Schiffn.	*
<i>Marchesinia robusta</i> (Mitt.) Schiffn.	*
<i>Mastigolejeunea auriculata</i> (Wilson & Hook.) Schiffn.	**
<i>Metzgeria crassipilis</i> (Lindb.) A. Evans	**
<i>Metzgeria fruticola</i> Spruce.	*

<i>Metzgeria furcata</i> (L.) Corda	**
<i>Metzgeria leptoneura</i> Spruce	*
<i>Metzgeria neotropica</i> Kuwah.	*
<i>Microlejeunea bullata</i> (Taylor) Steph.	*
<i>Monoclea gottschei</i> Lindb.	*
<i>Nardia succulenta</i> (Lehm. & Lindenb.) Spreng.	*
<i>Neesioscyphus argillaceus</i> (Nees) Grolle	*
<i>Neurolejeunea breutelli</i> (Gottsche A. Evans)	*
<i>Neurolejeunea</i> sp.	*
<i>Omphalanthus filiformis</i> (Sw.) Nees	*
<i>Omphalanthus ovalis</i> (Lindenb. & Gottsche) Gradst.	*
<i>Plagiochila deflexirama</i> Taylor	*
<i>Plagiochila disticha</i> (Lehm. & Lindenb.) Lindenb.	*
<i>Plagiochila diversifolia</i> Lindenb. & Gottsche	*
<i>Plagiochila grandicrista</i> Steph.	**
<i>Plagiochila montagnei</i> Nees.	**
<i>Plagiochila raddiana</i> Lindenb.	**
<i>Plagiochila superba</i> (Spreng.) Mont. & Nees	*
<i>Porella swartziana</i> (F. Weber) Trevis	*
<i>Porella crispata</i> (Hook.) Trevis	*
<i>Radula episcia</i> Spruce	*
<i>Radula nudicaulis</i> Steph.	*
<i>Radula voluta</i> Taylor	*
<i>Riccardia</i> cf. <i>cervicornis</i> (Spruce) Gradst. & Hekking	**
<i>Riccardia herzogiana</i> (Steph.) Meenks & C. De Jong	*

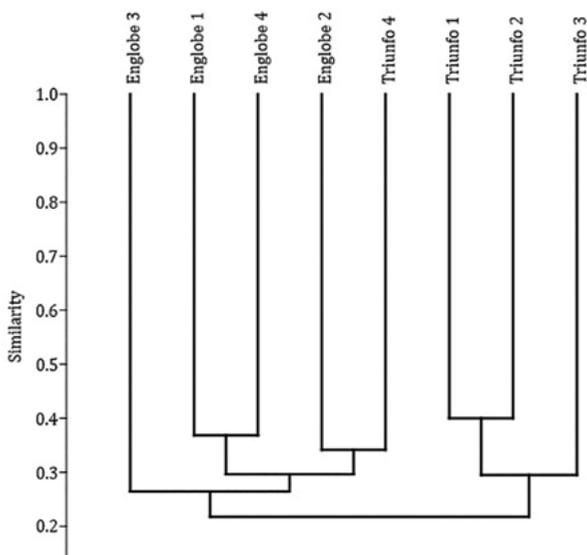
<i>Scapania portoricensis</i> Hampe & Gottsche	*
<i>Schiffneriolejeunea polycarpa</i> (Nees) Gradst.	*
<i>Symbiezidium</i> sp.	*
<i>Symbiezidium transversale</i> (Sw.) Trevis	**
<i>Symphyogyna aspera</i> Steph.	*
<i>Symphyogyna brasiliensis</i> Nees	*
<i>Symphyogyna circinata</i> Mont.	**
<i>Syzygiella rubricaulis</i> (Nees) Steph.	*
<i>Syzygiella sonderi</i> (Gottsche) K. Feldberg et al.	*
<i>Tylimanthus laxus</i> (Lindenb.) Steph.	*
<i>Temnoma chaetophylla</i> R. M. Schust.	*
<b>Musgos</b>	
<i>Acroporium pungens</i> (Hedw.) Broth.	*
<i>Adelothecium bogotense</i> (Hampe) Mitt.	*
<i>Aerolindigia capillacea</i> (Hornsch.) M. Menzel	*
<i>Aptychella prolifera</i> (Broth.) Herzog	*
<i>Brachymitrium moritzianum</i> (Müll. Hal.) A.K. Kop.	*
<i>Breutelia chrysea</i> (Müll.Hal.) A. Jaeger	*
<i>Bryum apiculatum</i> Schwägr.	*
<i>Bryum coronatum</i> Schwägr.	*
<i>Bryum argenteum</i> Hedw.	*
<i>Callicostella pallida</i> (Hornsch.) Ångstr.	**
<i>Calymperes afzelii</i> Sw.	*
<i>Campylopus cavifolius</i> Mitt.	*
<i>Campylopus flexuosus</i> (Hedw.) Brid.	*

<i>Campylopus heterostachys</i> (Hampe) A. Jaeger	*
<i>Campylopus longicellularis</i> J.-P. Frahm	*
<i>Campylopus pilifer</i> Brid.	*
<i>Ctenidium malacodes</i> Mitt.	**
<i>Cyclodictyon aeruginosum</i> (Mitt.) Kuntze	*
<i>Cyclodictyon albicans</i> (Hedw.) Kuntze	*
<i>Dicranella bilariana</i> (Mont.) Mitt.	*
<i>Didymodon laevigatus</i> (Mitt.) R.H. Zander	*
<i>Ectrothecium leptochaeton</i> (Schwägr.) W.R. Buck	*
<i>Entodontopsis leucostega</i> (Brid.) W.R. Buck & R.R. Ireland	**
<i>Entodontopsis nitens</i> (Mitt.) W.R. Buck & R.R. Ireland	**
<i>Erythrodonium squarrosum</i> (Hampe) Paris	**
<i>Fissidens asplenioides</i> Hedw.	*
<i>Fissidens crispus</i> Mont.	*
<i>Fissidens flaccidus</i> Mitt.	**
<i>Fissidens intramarginatus</i> (Hampe) A. Jaeger	*
<i>Fissidens pellucidus</i> Hornsch.	*
<i>Fissidens polypodioides</i> Hedw.	*
<i>Fissidens serratus</i> Müll. Hal.	**
<i>Fissidens steerei</i> Grout	*
<i>Fissidens weirii</i> Mitt.	*
<i>Helicophyllum torquatum</i> (Hook.) Brid.	**
<i>Henicodium geniculatum</i> (Mitt.) W.R. Buck.	**
<i>Hypnella diversifolia</i> (Mitt.) A. Jaeger	*
<i>Hypopterygium tamarisci</i> (Sw.) Müll. Hal.	*

<i>Isopterigium tenerifolium</i> Mitt.	*
<i>Lepidopilum</i> sp.	*
<i>Lepidopilum surinamense</i> Müll. Hal.	**
<i>Leptodontium viticulosoides</i> (P. Beauv.) Wijk & Margad.	*
<i>Leucobryum antillarum</i> Besch.	*
<i>Leucobryum martianum</i> (Hornsch.) Müll. Hal.	*
<i>Leucoloma tortellum</i> (Mitt.) A. Jaeger	**
<i>Macrocoma</i> aff. <i>brasiliensis</i> (Mitt.) Vitt.	**
<i>Macromitrium punctatum</i> (Hook. & Grev.) Brid.	*
<i>Meteoridium remotifolium</i> (Müll. Hal.) Manuel	**
<i>Mittenothamnium reptans</i> (Hedw.) Cardot	*
<i>Neckeropsis disticha</i> (Hedw.) Kindb.	**
<i>Neckeropsis undulata</i> (Hedw.) Reichardt	*
<i>Octoblepharum albidum</i> Hedw.	*
<i>Octoblepharum cocuiense</i> Mitt.	*
<i>Philonotis sphaerocarpa</i> (Hedw.) Brid.	*
<i>Pilopogon guadalupensis</i> (Brid.) J.-P. Frahm	*
<i>Pilosium chlorophyllum</i> (Hornsch.) Müll. Hal.	**
<i>Pilotrichidium callicostatum</i> (Müll. Hal.) A. Jaeger	*
<i>Polytrichadelphus longisetus</i> (Brid.) Mitt.	*
<i>Pyrrhobryum mnioides</i> (Hook.) Manuel	*
<i>Pyrrhobryum spiniforme</i> (Hedw.) Mitt.	*
<i>Racopilum tomentosum</i> (Hedw.) Brid.	*
<i>Raiiella praelonga</i> (Besch.) Wijk & Margad	**
<i>Rhacocarpus purpurascens</i> (Brid.) Paris	*

<i>Rhacopilopsis trinitensis</i> (Müll. Hal.) E. Britton & Dixon	*
<i>Rhizogonium novae-hollandiae</i> (Brid.) Brid.	*
<i>Sematophyllum adnatum</i> (Michx.) E. Britton	**
<i>Sematophyllum subpinnatum</i> (Brid.) E. Britton	*
<i>Sematophyllum subsimplex</i> (Hedw.) Mitt.	*
<i>Sematophyllum swartzii</i> (Schwägr.) W.H. Welch & H.A. Crum	*
<i>Sematophyllum</i> sp.	*
<i>Sphagnum derrumbense</i> Warnst.	*
<i>Sphagnum limbatum</i> Mitt.	*
<i>Sphagnum magellanicum</i> Brid.	*
<i>Sphagnum sparsum</i> Hampe	*
<i>Squamidium diversicoma</i> (Hampe) Broth.	**
<i>Syntrichia</i> sp.	**
<i>Syrrhopodon cymbifolius</i> Müll. Hal.	**
<i>Syrrhopodon ligulatus</i> Mont.	*
<i>Syrrhopodon prolifer</i> Schwägr.	*
<i>Taxithelium planum</i> (Brid.) Mitt.	*
<i>Thuidium tomentosum</i> Schimp.	*
<i>Vesicularia vesicularis</i> (Schawägr.) Broth.	*
<i>Zelometeorium patens</i> (Hook.) Manuel	*
<i>Zelometeorium patulum</i> (Hedw.) Manuel	**

El 40,9% de las especies se encuentran compartidas entre las dos zonas, siendo el 22,72% de musgos y 18,18% de hepáticas. Lejeuneaceae, Plagiochilaceae y Sematophyllaceae son las familias con mayor número de especies similares entre las dos zonas (9, 4 y 4 especies respectivamente). Se resalta que la parcela dos de El Englobe y la cuatro de El Triunfo tienen una mayor similitud de especies (35%), siendo las parcelas que mayor número de taxones comparten (figura 2).



**Figura 2.** Índice de similitud de Jaccard entre las diferentes parcelas en las zonas El Triunfo y El Englobe, municipio de Aguazul, Casanare.

La especie más abundante en ambas zonas es *Neckeropsis undulata* (Hedw.) Reichardt, ya que se encontró en las ocho parcelas. *Lejeunea laetevirens* Ness & Mont. y *Sematophyllum subpinnatum* (Brid.) E. Britton se consideran como especies comunes para ambas zonas, al registrarse en siete de las ocho parcelas. Por otro lado, el 42,04% de las especies, se halló en sólo una de las parcelas, de las cuales el 27,27% son hepáticas y el 14,72% son musgos.

El sustrato con mayor riqueza es la corteza de los árboles con 66 especies, seguido de madera en descomposición (30), roca (25), raíz aflorante (14), suelo (12) y foliódcola con cinco especies. *Lejeunea laetevirens* Ness & Mont. es la especie que más sustratos coloniza, está en cinco de los seis sustratos (excepto el suelo), mientras que, *Entodontopsis nitens* (Mitt.) W. R. Buck & R. R. Ireland, *Neckeropsis undulata* (Hedw.) Reichardt, *Pilotrichidium callicostatum* (Müll. Hal.) A. Jaeger,

*Rauiella praelonga* (Besch.) Wijk & Margad. y *Rhacopilopsis trinitensis* (Müll. Hal.) E. Britton & Dixon se encontraron habitando cuatro sustratos, y el 55,68% de las especies se hallaron exclusivamente en un sustrato.

El hábito de crecimiento más frecuente en musgos son los pleurocárpicos con un 43,12%, mientras que los acrocárpicos presentan un 13,75%. Para el caso de las hepáticas el tipo folioso sobresalió con 31,47% y con un 3,26% está el hábito taloso. La forma de vida con mayor representatividad para musgos, fueron las matas con el 46,82% (184) de los registros, seguido por la forma péndula con el 9,67% (38), el tapiz con 3,30% (13) y las tramas con 1,78% (7). En hepáticas, el tapiz liso fue la más abundante con 29,98% (106), seguido de tapiz ascendente con 7,12% (28) y finalmente, el tapiz taloso con 3,30% (13) de los registros.

En la zona El Triunfo se halló la mayor riqueza con 65 especies (33 musgos y 32 hepáticas), siendo Lejeuneaceae la familia más rica (19 especies y 12 géneros), seguido por Sematophyllaceae (5/1), Brachytheciaceae (4/3), Plagiochilaceae (4/1) y Frullaniaceae (4/1). *Sematophyllum*, *Plagiochila*, *Lejeunea* y *Frullania* son los géneros más diversos cada uno con cuatro taxones. Las especies más abundantes son *Sematophyllum subsimplex* (Hedw.) Mitt. con 16 muestras, *Cheilolejeunea rigidula* (Mont.) R.M. Schust (11) R.M. Schust, *Neckeropsis undulata* (Hedw.) Reichardt y *Mittenothamnium reptans* (Hedw.) Cardot con 10 ejemplares cada una. Finalmente, *Rauiella praelonga* (Besch.) Wijk & Margad y *Plagiochila disticha* (Lehm. & Lindenb.) Lindenb tienen ocho registros cada una.

En términos de composición de especies, la mayor similaridad se presenta en las parcelas uno y dos, que comparten cerca del 40% de especies, e igualmente, éstas comparten cerca del 32% con la parcela tres de la misma zona (figura 2). El sustrato más diverso es la corteza (41 especies), seguido de madera en descomposición (16), roca (10), raíz aflorante (9), suelo (7), finalmente, epífitos sobre hojas (5) (Anexo 1).

Para la zona El Englobe se hallaron 59 especies (30 musgos y 29 hepáticas), la familia con mayor riqueza (19 especies/12 géneros) es Lejeuneaceae, seguida de Sematophyllaceae (5/2). A nivel de géneros, los más ricos son *Frullania*, *Lejeunea*, *Plagiochila* y *Sematophyllum* con cuatro especies cada uno. La mayor similitud está en las parcelas uno y cuatro (figura 2) con un 38% en la composición de especies, y un 28% con respecto a la parcela tres.

La corteza es el sustrato más diverso (45 especies), luego las rocas (21), el tronco en descomposición (19), el suelo (7), al igual que la raíz aflorante, y finalmente, sobre las hojas (con una especie) (Anexo 1).

Los resultados aquí expuestos permiten ampliar el número de especies en 42 registros nuevos para Casanare (Tabla 1).

## Discusión

Recientes estudios de la flora briofítica para Casanare han permitido establecer la riqueza de estas plantas en 118 especies a partir del “Catálogo de plantas y líquenes de Colombia” (Churchill, 2016; Gradstein, 2016), luego Moreno *et al.* (2018b) hallan 96 especies de briófitos para el piedemonte llanero en este departamento. El presente trabajo estudió en detalle los briófitos y amplió su número de especies en 42, correspondientes a 21 musgos y 21 hepáticas, equivalentes al 37%, para un total de 187 especies, y por primera vez, se presenta un listado de taxones para Casanare (Tabla1).

La alta riqueza de hepáticas encontrada en estas zonas se debe a que este grupo requiere de microambientes húmedos y sombríos generados por los doseles cerrados, observados en estos bosques (Glime, 2017; Díaz-Pérez *et al.*, 2018) de igual forma, las hepáticas halladas están respondiendo a dichas condiciones (Campo *et al.*, 2015; Gradstein *et al.*, 2001; Costa, 2003; Benavides *et al.*, 2004, 2006; Frahm, 2012).

Lejeuneaceae presenta la mayor riqueza de especies, siendo la familia más común de las tierras bajas (Cornelissen & Gradstein, 1990; Pócs, 1982; Mota & Ter Steege, 2013; Cerqueira *et al.*, 2016), al igual que, para la región del piedemonte llanero (27 especies, Tabla 1). Algunos autores como Uribe y Gradstein (1998), Gradstein *et al.* (2001), Acebey *et al.* (2003) y Pinzón *et al.* (2003) mencionan que las especies de esta familia se adaptan con relativa facilidad a los árboles con corteza lisa típicos de las tierras bajas tropicales y de los bosques submontanos tropicales, atributo importante para la mayor dispersión de dichas especies.

Un caso particular se presenta en *Lejeunea laetevirens* Nees & Mont. que se adapta a los diferentes tipos de cortezas rugosas o lisas de los árboles hospederos en el área de estudio, tales como, *Phyllanthus attenuatus* Miq., *Clusia lineata* (Benth.) Planch. & Triana, *Henriettea goudotiana* (Naudin) Penneys *et al.*, *Aiphanes horrida* (Jacq.) Burret, *Ficus cuatrecasiana* Dugand, *Siparuna guianensis* Aubl., *Inga marginata* Willd., *Chomelia spinosa* Jacq., *Guarea guidonia* (L.) Sleumer y *Psychotria anceps* Kunth.

Algunas especies como *Sematophyllum subpinnatum* (Brid.) E. Britton y *Lejeunea laetevirens* Nees & Mont. se consideran comunes en el área de estudio y se hallaron en El Englobe y en El Triunfo en todas las parcelas de muestreo, dichas especies tienen distribución neotropical. Mientras que *Neckeropsis undulata* (Hedw.) Reichardt (Gradstein *et al.*, 2001) es pantropical. Estas especies en Colombia están en la mayor parte del país, tanto longitudinal como altitudinalmente.

Las formas de vida tapices lisos o pequeños cojines propias en *Lejeunea flava* (Sw.) Nees y *Frullania winteri* Steph. son especies observadas en las dos zonas,

que permiten el almacenamiento de agua más eficiente, al ser una estrategia efectiva para tolerar la sequía (Bates, 1998; Gimingham & Birse, 1957).

Las formas compactas y ramificadas (tapiz, matas, tapiz lisos y tapiz ascendente) se adaptan mejor a condiciones de temperaturas altas y menor disponibilidad de agua condiciones que se registran en la zona de El Englobe (León-Vargas *et al.*, 2006; Sporn *et al.*, 2010) observadas en familias (Sematophyllaceae, Plagiochilaceae e Hypnaceae) que registran un alto número de especies y formas de vida similares, también citado en otros trabajos como los de Gil y Morales (2014, 2016) y Cuta *et al.* (2017). En cuanto a géneros, los resultados obtenidos en este estudio son similares a los presentados por Gradstein y Uribe (2016), que citan a *Lejeunea*, *Plagiochila* y *Frullania*, como los más representativos para el rango altitudinal de 500-1000 m.

La riqueza de especies es muy similar con 65 especies en la zona de El Triunfo dado que presenta una apertura del dosel entre 3,23-10,29%, además de registrar terrenos inestables (derrumbes) e inclinados (10-45°); mientras, en El Englobe registra 59 taxones y una apertura de 3,11-14,98% (Díaz-Pérez *et al.*, 2018). Así mismo, en El Englobe tiene diferentes presiones ambientales (tala, ganadería y derrumbes ocasionados por el socavamiento del río Únete) e inclinación que oscila entre 5-35° (Moreno *et al.*, 2018a, 2018b), causando que las dos zonas solo comparten un poco más del 40% de las especies, por lo que las condiciones de ambas zonas son diferentes para cada una de ellas y con diversos procesos de dispersión (Wolf, 1993; Gradstein *et al.*, 2008; Mandl *et al.*, 2010).

El sustrato corteza presenta el mayor número de especies, gracias a la disponibilidad del sustrato en el área (Linares, 1999; Holz, 2003), al igual que las características físicas de las cortezas y la humedad del ambiente (Holz & Gradstein, 2005; Frahm, 2012; Gil & Morales, 2014; Gil *et al.*, 2017). Para la mayoría de las parcelas evaluadas, la cobertura del dosel es cercana al 90% (Díaz-Pérez *et al.*, 2018); de igual forma, muchas especies de briófitos presentan una preferencia por cierto tipo de árboles hospederos Spitalé (2017). Otro factor importante son las hendiduras de las cortezas, que permitan el anclaje de los briófitos y la acumulación de nutrientes (Linares, 1999; Holz, 2003).

En el sustrato rocoso la diversidad puede ser menor, y es común encontrar especies pequeñas y de vida corta *Fissidens serratus* Mull. Hal., *Rhacopilopsis trinitensis* (Müll.Hal.) E.Britton & Dixon, *Leucola tortellum* (Mitt.) A. Jaeger, influidas principalmente por la disponibilidad de agua (Hallingbäck & Hodgetts, 2000). De igual manera, el suelo y la materia en descomposición, son sustratos con baja presencia de briófitos, debido a poca cantidad de luz que llega a los estratos bajos, producto de la densidad del dosel (Frahm & Gradstein, 1991).

Las formas de crecimiento foliosas en hepáticas son las más representativas con un 31,47%, no obstante, en los musgos las pleurocárpicas sobresalen con un 43,12%,

colonizando el mayor número de sustratos, como son las cortezas de los árboles, el suelo, las rocas, la madera en descomposición, hasta los epífitos y epífilos. Es así como, Crandall-Stotler *et al.* (2009) y Estébanez *et al.* (2011) indican que las formas de crecimiento son una respuesta adaptativa a los procesos exitosos de colonización de las hepáticas y musgos como ocurre en estas zonas. Caso contrario, sucede en las hepáticas talosas (3,26%), que habitan los lugares húmedos y sombríos (Crandall-Stotler *et al.*, 2009) dependientes del agua, asociadas a orillas de quebradas, riachuelos, entre otros hábitats restringidos para el área de estudio.

## Agradecimientos

Al proyecto “Estudio, taxonomía, biología y conservación de plantas no vasculares” del mismo municipio (Auto 151 del 24 de abril de 2014, MADS) entre Ecopetrol S.A. y Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Al Grupo de Investigación Sistemática Biológica (SisBio), al Herbario UPTC por el acceso a las colecciones biológicas, apoyo logístico y de infraestructura para el desarrollo del trabajo, a Luis Ariel Pulido y Orley Martínez por todo el apoyo en campo.

## Financiamiento

Este estudio fue realizado en el marco del proyecto “Estudio, taxonomía, biología y conservación de plantas no vasculares” del mismo municipio (Auto 151 del 24 de abril de 2014, MADS) entre Ecopetrol S.A. y la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

## Referencias bibliográficas

- Acebey, A., Gradstein, S. R., y 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. doi: 10.1017/S026646740300302X.
- Ah-Peng, C., Cardoso, A. W., Flores, O., West, A., Wilding, N., Strasberg, D., y Hedderson, T. (2017). The role of epiphytic bryophytes in interception, storage, and the regulated release of atmospheric moisture in a tropical montane cloud forest. *Journal of Hydrology*, 548: 665-673. doi: 10.1016/j.jhydrol.2017.03.043.
- Alcaldía de Aguazul. (2003). *Esquema de ordenamiento territorial de Aguazul. Diagnóstico Territorial. Subsistema Biofísico*. Alcaldía Municipal de Aguazul.
- Bates, J. W. (1998). Is ‘Life-Form’ a useful concept in bryophyte ecology? *Oikos*, 82(2): 223-237. doi: 10.2307/3546962.
- Benavides, J. C., Duque, A. J., Duivenvoorden, J., y Cleef, A. (2006). Species richness and distribution of understory bryophytes in different forest types in Colombian Amazonia. *Journal of Bryology*, 28(3): 182-189. doi: 10.1179/174328206X120040.
- Benavides, J. C., Idárraga, A., y Alvarez, E. (2004). Bryophyte diversity patterns in flooded and tierra firme forests in the Araracuara Region, Colombian Amazonia. *Tropical Bryology*, 25(1): 117-126. doi:10.11646/bde.25.1.14.
- Bernal, R., Gradstein S. R. y Celis, M. (2016). *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia*. Tomo 1 y 2. Ed. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Instituto de Ciencias Naturales.
- Calzadilla, E. y Churchill, S. P. (2014). *Glosario ilustrado para musgos neotropicales*. Ed. La Rosa.
- Campos, L. V., Ter Steege, H. y Uribe J. (2015). The epiphytic bryophyte flora of the Colombian Amazon. *Caldasia*, 37(1): 47-59. doi: 10.15446/caldasia.v37n1.50980
- Cerqueira, G. R., Ilkiu-Borges, A. L. y Ferreira, L. V. (2016). Seasonality of reproduction of epiphytic bryophytes in flooded forests from the Caxiuanã National Forest, Eastern Amazon. *Acad. Bras. Ciênc.*, 88(2): 903-910. doi: 10.1590/00013765201620150274.
- Churchill, S. P. y Linares, E. (1995). *Prodromus bryologiae Novo-Granatensis. Introducción a la flora de musgos de Colombia*. Partes 1 y 2. Guadalupe Ltda. Instituto de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia.
- Churchill, S. P. (2016). *Bryophytes (Musgos)*. En: Bernal, R., Gradstein S. R. y Celis, M. (Eds). *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Instituto de Ciencias Naturales.

- Cornelissen, J. H. C., y Gradstein, S. R. (1990). On the occurrence of bryophytes and macrolichens in different lowland rain forest types at Mabura Hill, Guyana. *Tropical Bryology*, 3: 29-35.
- Cornelissen, J. T. y Ter Steege, H. (1989). Distribution and ecology of epiphytic bryophytes and lichens in dry evergreen forest of Guyana. *Journal of tropical Ecology*, 5(2): 131-150.
- Costa, D. (2003). Floristic composition and diversity of amazonian rainforest bryophytes in the state of Acre, Brazil. *Acta Amaz.*, 33(3): 399-414. doi: 10.1590/S0044-59672003000300006.
- Crandall-Stotler, B., Stotler, R. y Long, D. (2009). Phylogeny and classification of the Marchantiophyta. *Edinburgh Journal of Botany* 66(1): 155-198. doi: 10.1017/S0960428609005393.
- Cuta, L. E. y Gil, J. E. (2017). Brioflora de un fragmento de bosque subandino en el municipio de Bolívar (Santander-Colombia). *Ciencia en Desarrollo* 1E, (Suplemento Especial): 146-147.
- Díaz-Pérez, C. N., Gualteros, J. S. y Morales-Puentes, M. E. (2018). Composición y estructura florística de dos bosques del piedemonte llanero. En C. N. Díaz-Pérez, M. E. Morales-Puentes, P. A. Gil-Leguizamón y J. E. Gil-Novoa (Coords.). *Flora de Aguazul: muestra de diversidad*. Editorial UPTC.
- Estébanz, B., Draper, I., Díaz, A., y Medina, R. (2011). Briófitos: una aproximación a las plantas terrestres más sencillas. *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 9: 19-73.
- Frahm, J., Pócs, T., O'shea, B., Koponen, T., Piippo, S., Enroth, J., y Fang, Y. (2003). Manual of tropical bryology. *Tropical Bryology*, 23: 1-196.
- Frahm, J. P. (2012). Mosses and liverworts of the Chocó region, Colombia. *Archiv für Bryologie*, 123(1): 1-14.
- Frahm, J. P. y Gradstein, S. R. (1991). An altitudinal zonation of tropical rain-forests using bryophytes. *Journal of Biogeography*, 18(6): 669-678. doi: 10.2307/2845548.
- García-Martínez, S. y Mercado-Gómez, J. D. (2017). Diversidad de briófitos en fragmentos de bosque seco tropical, Montes de María, Sucre, Colombia. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88(4): 824-831. doi: 10.1016/j.rmb.2017.10.035.
- García-Martínez, S., Basilio H., Herazo, V. F., Mercado-Gómez, J. D. y Morales-P., M. E. (2016). Diversidad de briófitos en los Montes de María, Colosó (Sucre, Colombia). *Colombia Forestal*, 19(1): 41-51. doi: 10.14483/udistrital.jour.colomb.ffor.2016.1.a03.
- Gil, J. E., Cuta, L. E. y Morales-P., M. E. (2017). Riqueza y distribución de musgos en un bosque subandino en Bolívar-Santander, Colombia. *Rev. Biol. Trop.*, 65(4): 1397-1406. doi: 10.15517/rbt.v65i4.25570.
- Gil, J. E. y Morales-P., M. E. (2014). Estratificación vertical de briófitos epífitos encontrados en *Quercus humboldtii* (Fagaceae) de Boyacá, Colombia. *Rev. Biol. Trop.*, 62(2): 719-727.
- Gil, J. E. y Morales-P., M. E. (2016). Catálogo de briófitos epífitos de roble (*Quercus humboldtii*: Fagaceae), en el municipio de Tipacoque, Boyacá-Colombia. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 20(2): 19-32.
- Gimingham, C. y Birse, E. (1957). Ecological studies on growth-form in bryophytes: I correlations between growth-form and habitat. *Journal of Ecology*, 45(2): 533-544.
- Glime, J. (2017). Ecophysiology of development: hormones. Chap. 5-1. In: Glime, J.M. *Bryophyte Ecology*. Volume 1. *Physiological Ecology*. Ebook sponsored by Michigan Technological University and the International Association of Bryologists. <http://digitalcommons.mtu.edu/bryophyte-ecology/>
- Goffinet, B., Buck, W. y Shaw, J. (2009). Morphology, anatomy, and classification of the Bryophyta. In: B. Goffinet y J. Shaw (eds.) *Bryophyte biology*. Cambridge University Press.
- Gradstein, S. R. (2016a). A new key to the genera of liverworts of Colombia. *Caldasia*, 38(2): 225-249.
- Gradstein, S. R. (2016b). The genus *Plagiochila* (Marchantiophyta) in Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat.*, 40(154): 104-136.
- Gradstein, S. R., Churchill, S. P. y Salazar-Allen, N. (2001). *Guide of the bryophytes of Tropical America*. Ed. The New York Botanical Garden Press.
- Gradstein, S. R., Kessler, M., Lehnert, M., Abiy, M., Mandl, N., Makeschin, F. y Richter, M. (2008). Vegetation, climate and soil of the unique Purdiae forest of southern Ecuador. *Ecotropica*, 14: 15-26.
- Gradstein, S. R. y Culmsee, H. (2010). Bryophyte diversity on tree trunks in montane forests of Central Sulawesi, Indonesia. *Tropical Bryology*, 31(2): 95-105.
- Gradstein, S. R. y Uribe, J. (2011). A synopsis of the Frullaniaceae (Marchantiophyta) from Colombia. *Caldasia*, 33(2): 367-396.
- Gradstein, S. R. y Uribe, J. (2016). *Marchantiophyta (Hepáticas)*. En: R. Bernal, S. R. Gradstein y M. Celis (eds.) *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia*. Tomo 1. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Instituto de Ciencias Naturales.
- Gradstein, S. R., Uribe, J., Gil, J. E., Morales, C. y Negritto, M. A. (2018). Liverworts new to Colombia. *Caldasia*, 40(1): 82-90. doi:10.15446/caldasia.v40n1.68077
- Hallingbäck, T. y Hodggets, N. (2000). *Mosses, liverworts and hornworts. Status survey and conservation*. Action plan for bryophytes, IUCN.
- Hammer, Ø., Harper, D. y Ryan, P. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica*, 4(1): 1-9.
- Holz, I. (2003). *Diversity and ecology of bryophytes and macrolichens in primary and secondary montane Quercus forests, cordillera de Talamanca, Costa Rica* (Doctoral thesis). Facultad de Matemáticas y Ciencias Naturales, Universidad de Göttingen.
- Holz, I. y Gradstein, S. R. (2005). Cryptogamic epiphytes in primary and recovering upper montane oak forests of Costa Rica - Species richness, community composition and ecology. *Plant Ecology*, 178(1): 89-109. doi: 10.1007/s11258-004-2496-5.
- Holz, I., Gradstein, S. R., Heinrichs, J. y 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. doi:10.1639/0007-2745(2002)105[0334: BDMAD]2.0.CO;2
- León-Vargas, Y., Engwald, S. y Proctor, M. C. F. (2006). Microclimate, light adaptation and desiccation tolerance of epiphytic bryophytes in two Venezuelan cloud forests. *Journal of Biogeography*, 33: 901-913.
- Linares, E. (1999). Diversidad y distribución de las epífitas vasculares en un gradiente altitudinal en San Francisco, Cundinamarca. *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat.*, 23 (Suplemento especial): 133-139.
- Mandl, N., Lehnert, M., Kessler, M. y Gradstein, S. R. (2010). A comparison of alpha and beta diversity patterns of ferns, bryophytes and macrolichens in tropical montane forests of southern Ecuador. *Biodiversity and Conservation*, 19(8): 2359-2369.
- Moreno, D. A., Gil, J. E., Morales-P., M. E. y Gil, P. A. (2018\*). Bosques en miniatura, los briófitos de Cupiagua y Aguazul

- departamento de Casanare. En: C. N. Díaz-Pérez, M. E. Morales-P., P. A. Gil y J. E. Gil (eds.) *Bosques en miniatura, los briófitos de Cupiagua y Aguazul departamento de Casanare*. Editorial UPTC.
- Moreno, D. A., Gil, J. E., Morales-P. M. E. y Gil, P. A. (2018b). Los musgos y hepáticas que crecen en dos bosques del municipio de Aguazul, Casanare. En: C. N. Díaz-Pérez, M. E. Morales-P., P. A. Gil y J. E. Gil (eds.) *Flora de Aguazul: muestra de diversidad*. Editorial UPTC.
- Mota de Oliveira, S. y Ter Steege, H. (2013). Floristic overview of the epiphytic bryophytes of terra firme forests across the amazon basin. *Acta Bot. Bras.*, 27(2): 347-363. doi: 10.1590/S0102-33062013000200010.
- Patiño, J. y Vanderpoorten, A. (2018). Bryophyte biogeography. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 37(2-3): 175-209.
- Pinzón, M., Linares, E. y Uribe, J. (2003). Hepáticas del medio Caquetá (Amazonia Colombiana) Liverworts (Hepaticae) of Middle Caquetá (Colombian Amazonia). *Caldasia*, 25(2): 297-311.
- Pócs, T. (1982). Tropical forest bryophytes. In: A. J. E. Smith, (ed) *Bryophyte Ecology* (pp. 59-104). Springer, Dordrecht.
- Rangel, O. y Velázquez, A. (1997). Métodos de estudio de la vegetación. En: O. Rangel, Lowy-C, P. y M. Aguilar *Colombia diversidad biótica II, Tipos de vegetación en Colombia* (Eds.), pp. 59-87. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia.
- Richards, P. W. (1984). The ecology of tropical forest bryophytes. In: R. M. Schuster (Ed.) *New manual of bryology*, 2(Chap. 21): 1233-1270.
- Spitale, D. (2017). Forest and substrate type drive bryophyte distribution in the Alps. *Journal of Bryology*, 39(2): 128-140. doi: 10.1080/03736687.2016.1274090.
- Sporn, S. G., Bos, M. M., Kessler, M., y Gradstein, S. R. (2010). Vertical distribution of epiphytic bryophytes in an Indonesian rainforest. *Biodiversity and Conservation*, 19(3): 745-760.
- Uribe, J. y Aguirre, J. (1997). Clave para los géneros de hepáticas de Colombia. *Caldasia*, 19(1-2): 13-27.
- Uribe, J. y Gradstein, S. R. (1998). Catalogue of the hepaticae and anthocerotae of Colombia. Stuttgart, Germany. *Bryophytorum Bibliotheca*, 53: 1-99.
- Usma, J. S. y Trujillo, G. F. (2011). - *Biodiversidad del departamento de Casanare identificación de ecosistemas estratégicos*. Unión Gráfica Ltda. Valencia, M. A. (2013). *Evaluación del traslado de epifitas vasculares, como estrategia de conservación en el municipio de Aguazul, departamento del Casanare (Estudio Preliminar)* (tesis de Maestría). Universidad de Manizales, Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas.
- Wolf, J. (1993). Diversity patterns and biomass of epiphytic bryophytes and lichens along an altitudinal gradient in the northern Andes. *Ann. Missouri Bot. Gar.*, 80(4): 928-960. doi:10.2307/12399938.

**Anexo 1.** Número de especies en los diferentes sustratos encontrados en las zonas del Triunfo y del Englobe en el municipio de Aguazul, Casanare.

SECTOR	Sustrato origen	Nº de registros	Nº de especies
<b>Triunfo</b>	Corteza	145	41
	Tronco en descomposición	26	16
	Raíz aflorante	17	10
	Roca	15	9
	Suelo	9	7
	Folidícola	9	5
<b>Englobe</b>	Corteza	123	45
	Roca	32	21
	Tronco en descomposición	28	19
	Suelo	12	7
	Raíz aflorante	9	7
	Folidícola	1	1