

DEPÓSITO LEGAL ZU2020000153

ISSN 0041-8811

E-ISSN 2665-0428

Revista de la Universidad del Zulia

Fundada en 1947
por el Dr. Jesús Enrique Lossada



Ciencias
Exactas,
Naturales
y de la Salud

79
ANIVERSARIO

Año 17 N° 49
Mayo - Agosto 2026
Tercera Época
Maracaibo-Venezuela

Estructura morfológica de los briófitos emplazados en el sector quebrada Quintero Waraira Repano, Venezuela

Franklin Núñez Ravelo *

Rossany Calderón**

María Ugas Pérez***

Ferney Rivas Meriño****

RESUMEN

El estudio se inserta en la línea de investigación relación suelo-paisaje, centrado específicamente en la caracterización y aportes ecosistémicos de los briofitos, emplazados en el Parque Nacional Waraira Repano en Venezuela, una zona con intervención antropogénica vinculada a la visita de turista y lugareños, a pesar de tratarse de un área protegida bajo la figura de parque nacional, los estudios sobre los briofitos y sus aportes ecosistémicos son escasos, por lo que esta investigación en particular constituye un estudio base sobre la estructura morfológica del musgo, que contribuirá en la comprensión de su rol en la calidad del suelo, entre otros servicios, teniendo como propósito caracterizar la estructura morfológica de los briofitos emplazado en el sector Quebrada Quintero, del parque nacional Waraira Repano, Venezuela. Para tal fin, se recolectaron en campo 12 muestras entre los 1100 y 1200 msnm, con una cuadrada cuadrada de 25*25 cm y seleccionada por dígitos aleatorios. En laboratorio, se capturaron micrografías bajo lupa estereoscópica (20*), las cuales fueron analizadas mediante la clave dicotómica. Por los rasgos estructurales, se reconoce que, en el área de estudio, predominan los briófitos, de la división *Bryophyta*, grupo morfológico musgo folioso, clase *Bryopsida*, subclase *Bryidae*, orden *Bryales*, familia *Bryaceae*, del género *Bryum*. Este género, como la mayoría de los musgos, es esencial para el equilibrio ambiental, ya que contribuyen con la retención de humedad en el suelo, mitigan la erosión, secuestran carbono en su biomasa y en el suelo, constituyen microhábitat, y favorecen la pedogénesis.

PALABRAS CLAVE: Briófito, Estructura morfológica, Taxonomía, Ecogeografía.

*Profesor. Universidad Pedagógica Experimental Libertador – Caracas, Venezuela. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5501-3085>. E-mail: franklingeove@gmail.com

**Profesora. Universidad Pedagógica Experimental Libertador – Caracas, Venezuela. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2795-0183>

***Profesora. Universidad Pedagógica Experimental Libertador – Caracas, Venezuela. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4798-8805>

****Investigador. Universidad Pedagógica Experimental Libertador – Caracas, Venezuela. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6946-3992>

Recibido: 23/02/2026

Aceptado: 15/04/2026

Morphological Structure of Bryophytes Located in the Quebrada Quintero Sector, Waraira Repano, Venezuela

ABSTRACT

The study is part of the soil-landscape research line, focusing specifically on the characterization and ecosystem contributions of bryophytes located in Waraira Repano National Park in Venezuela, an area with anthropogenic intervention linked to visits by tourists and locals, despite being a protected area under the status of a national park. Studies on bryophytes and their ecosystem contributions are scarce, so this particular research constitutes a baseline study on the morphological structure of moss, which will contribute to understanding its role in soil quality, among other services. Its purpose is to characterize the morphological structure of bryophytes located in the Quebrada Quintero sector of Waraira Repano National Park, Venezuela. To this end, 12 samples were collected in the field between 1,100 and 1,200 meters above sea level, using a 25 x 25 cm square quadrat and selected by random digits. In the laboratory, micrographs were captured under a stereoscopic magnifying glass (20x), which were analyzed using the dichotomous key. Based on structural characteristics, it is recognized that bryophytes predominate in the study area, belonging to the *Bryophyta* division, leafy moss morphological group, *Bryopsida* class, *Bryidae* subclass, *Bryales* order, *Bryaceae* family, and *Bryum* genus. This genus, like most mosses, is essential for environmental balance, as it contributes to soil moisture retention, mitigates erosion, sequesters carbon in its biomass and in the soil, constitutes a microhabitat, and promotes pedogenesis.

KEYWORDS: Bryophyte, Morphological structure, Taxonomy, Ecogeography.

Introducción

De acuerdo con la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura de la Universidad Nacional de Nordeste (s/f), los briófitos son plantas no vasculares de gran importancia, por ser consideradas cruciales en la transición a tierra de la vida fotosintética. Sin embargo, de acuerdo con Gradstein et al. (2003) sus servicios ecosistémicos no han sido suficientemente estudiados e incluso subestimados. Glim (2024), refiere que es imperioso comprender en profundidad su papel en los ecosistemas forestales, no como un todo, sino como grupos funcionales e incluso como especies.

Es por ello que Agustín, Zepeda y Manjarez (2025) plantean la necesidad de ampliar los estudios sobre la diversidad, biología, estado de conservación, amenazas y potencial utilitario de las poblaciones de musgos, y en general de todos los briofitos, a fin de contribuir con la

Franklin Núñez Ravelo et al// Estructura morfológica de los briófitos emplazados en el sector quebrada... 152-168

formulación de políticas y leyes que protejan a las especies y sus hábitats, así como la creación e implementación de programas de manejo sustentable que eviten y regulen de forma efectiva la extracción excesiva.

Ahora bien, entre los principales servicios ecosistémicos, Núñez, Ugas y Hernández (2017) refieren que en el caso particular del musgo *Fissidens taxifolius*, constituye un microhábitat para los organismos responsables de incorporar la MO al suelo, además genera condiciones de reducción focalizadas, favoreciendo el aporte de CO al suelo, lo que incide de manera positiva en otras propiedades como la estabilidad estructural, porosidad, capacidad de agua disponible y capacidad de intercambio catiónico, además de contribuir con el incremento de la mineralización de la MO, por tanto, posiblemente se estaría generando nitrógeno (N), azufre (S) y fósforo (P), como macronutrientes indispensables para la salud de la vegetación.

En este orden de ideas, Jaroszynska et al. (2023) refieren que los briófitos contribuyen con la calidad del suelo, ya que regulan las condiciones térmicas y de humedad, en mayor proporción que las gramíneas, lo que a su vez favorece la acumulación de nutrientes y formación de suelo en la zona de montaña.

Tal potencialidad hídrica, en términos de la humedad y regulación hidrológica en los ecosistemas, está dada por su capacidad para la captación y almacenamiento de agua, debido a que la tasa de evapotranspiración de los briófitos es inferior a la de las gramíneas (Oishi, 2018). Esto a su vez, puede contribuir con la estabilidad de los flujos de aguas en las quebradas, y mitigar el riesgo de inundaciones durante períodos de lluvias intensas.

Otro de los servicios reportados para los briófitos está vinculado con sus potencialidades para mitigar la erosión del suelo, generada por la salpicadura de la gota de lluvia como por la escorrentía superficial (Seitz, 2017).

Sin embargo, tales beneficios actualmente se ven amenazados por la fragmentación de ecosistemas, la deforestación y la extracción desmedida de sus hábitats naturales (Ramos, 2024). En efecto, la alteración de los bosques vinculada con acciones antropogénicas produce cambios en las condiciones microclimáticas afectando la disponibilidad de humedad, luz y temperatura, dando como resultado la vulnerabilidad de las briófitas (Frahm et al., 2003).

En Venezuela, Morales y León (2016) analizaron el estado del inventario de los musgos con base en revisión bibliográfica, evidenciando que la briología se encuentra desigualmente distribuida a lo largo del territorio nacional, y se ha concentrado principalmente en las bioregiones de los Andes, Región Amazónica y cordillera de la Costa. Sin embargo, los estudios realizados en esta última área no han sido suficientes para obtener una lista completa de la brioflora allí existente.

Particularmente la vertiente sur del Parque Nacional Waraira Repano, y específicamente el sendero que conduce a Quebrada Quintero, se ubica a sotavento, en el piso mesotérmico o templado isotérmico, presentando pendientes promedio del terreno que superan el 20%.

De acuerdo con Toledo et al. (2017) la vertiente sur del complejo sistema montañoso, presenta importantes niveles de intervención antropogénica, cuyo origen se remonta a tiempos remotos, incluso antes de la creación de la figura que lo protege, siendo varias las amenazas que existen sobre su integridad biológica, que se resumen en: invasiones humanas, invasión de especies exóticas, teleférico, centralización de los recursos y cacería ilegal, lo que permite clasificarlo como un área vulnerable por amenazas multifactoriales.

Castillo (2017), refiere que, hacia la zona central y occidental de la vertiente en estudio, la cobertura vegetal ha sido modificada en transformación a uso, lo que supone un recambio de la cobertura vegetal en más del 76%, siendo esta eliminada a consecuencia de las acciones antropogénicas, representando un cambio desfavorable para la preservación de los paisajes ecológicos.

En efecto, en la actualidad, esta área suele ser visitada por grupos de turistas y senderistas, quienes aprovechan la belleza paisajística de la ruta, para disfrutar de la naturaleza, recrearse y hacer ejercicios al aire libre. Sin embargo, el progresivo transitar de los visitantes y el impacto de las pisadas han generado procesos erosivos y de compactación del suelo, y, por ende, pérdida parcial de la cobertura vegetal, incluso de briófitos, entre otras plantas no vasculares.

Esto posiblemente se deba a la poca importancia que suele otorgarse a los briófitos y al desconocimiento de sus potencialidades ecosistémicas. De allí que se reconozca la necesidad de estudiar las características morfológicas de los briofitos emplazados en el sendero de Quebrada Quintero en el Parque Nacional Waraira Repano, como información base que permitirá

Franklin Núñez Ravelo et al// Estructura morfológica de los briófitos emplazados en el sector quebrada... 152-168 comprender sus mecanismos adaptativos morfológicos y fisiológicos (Shevock et al. 2017), aportar al reconocimiento de las relaciones con las funciones fisiológicas y por ende de sus servicios ecosistémicos, y contribuir con el diseño de estrategias de conservación efectivas.

En este sentido, es propicio referir lo expuesto por Huttunen et al. (2018), quienes afirmaron que la comprensión de la función potencial de los rasgos morfológicos y el conocimiento de su distribución en diversas condiciones ambientales son necesarios para comprender las diferencias funcionales entre las especies de musgos y las comunidades a las que pertenecen.

En este sentido, la presente investigación se planteó como propósito caracterizar la estructura morfológica de los briofitos emplazados en el sendero de Quebrada Quintero en el Waraira Repano, Venezuela a fin de precisar su clasificación fisiológica.

1. Materiales y métodos

1.1. Colecta y tratamiento de la muestra

La fase de campo se realizó durante el mes de agosto de 2025, con el propósito de coleccionar las muestras de briofitos en el suelo del sendero que conduce a la quebrada Quintero en la vertiente sur del parque nacional Waraira Repano. Para tal fin, se procedió mediante el método de línea-intercepto (Delgadillo et al., 2022) a trazar dos transectos de 100 metros cada uno, considerando que las áreas de estudio no constituyesen senderos o caminos, presentarían la menor intervención antropogénica posible y fuesen de fácil ascenso considerando que se trata de una zona montañosa con pendientes de 5 a 39%

Para la colecta de las muestras se empleó una cuadrata cuadrada de 25*25cm, la cual fue dispuesta sobre el suelo cada 20 metros. En cada punto, se tomó una muestra con apoyo en la tabla de dígitos aleatorios. Este procedimiento permitió coleccionar 12 muestras, las cuales fueron resguardadas en bolsas con cierre hermético e identificadas con el punto de muestreo, coordenadas, sustrato y altitud.

1.2. Fase de laboratorio

En esta fase, las muestras fueron tratadas previamente con agua destilada para retirar partículas de suelo, y posteriormente se dejaron secar al aire libre durante 48 horas. Secadas las

Franklin Núñez Ravelo et al// Estructura morfológica de los briófitos emplazados en el sector quebrada... 152-168

muestras, se procedió a observar bajo la lupa estereoscópica modelo Leica (Wf10x). Las micrografías fueron capturadas con una ampliación de 20x, para el análisis de la estructura morfológica mediante la clave dicotómica con base en Goffinet et al. (2009); Delgadillo et al. (2022), y Estébanez et al. (2011), considerando: filidios, rizoides, esporofito, seta, cápsula, entre otros rasgos. A partir de los rasgos observados, se procedió a la identificación morfológica.

2. Resultados y discusión

2.1. Caulidio (tallo)

Goffinet et al. (2009) lo describen como el eje o tallo del gametofito, que sostiene los filidios, y cuya función es el soporte de estos últimos, optimizando la fotosíntesis y el transporte pasivo de agua y nutrientes en musgos.

Por su parte, Estébanez et al. (2011) enfatizan su importancia en la conexión con los rizoides, como ancla al sustrato y para la adaptación morfológica del musgo a distintas condiciones.

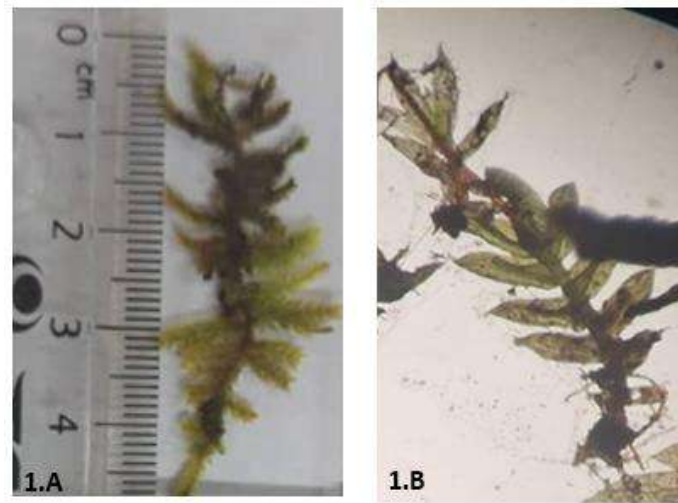
En la figura 1 se muestran caulidios erectos con longitud entre 1,5 y 4.5 cm (figura 1.A), con algunas ramificaciones lo que le confiere una apariencia de arbusto. En la base, se presenta una estructura filamentos de color marrón claro, denominada rizoides (figura 1.B). Se evidencia que el tallo funciona como soporte a los filidios. La coloración superficial del caulidio es marrón o marrón rojizo, contrastando con el verde de los filidios.

2.2. Filidios

En general, se trata de una estructura que constituye el gametofito, siendo similar a una hoja, pero que técnicamente no lo es, debido a su origen, proceso de desarrollo y anatomía interna. Sin embargo, son muy importantes a la hora de la identificación de los briófitos, y en especial de los musgos, ya que la inserción de los filidios en el caulidio o eje del gametofito, generalmente es en espiral, en algunos casos puede ser complanado, es decir, aplastado o comprimido en un plano. También se puede disponer de manera distinta, lo que supone que las hojas se disponen alternadas en dos hileras opuestas. (Universidad Complutense de Madrid, s/f).

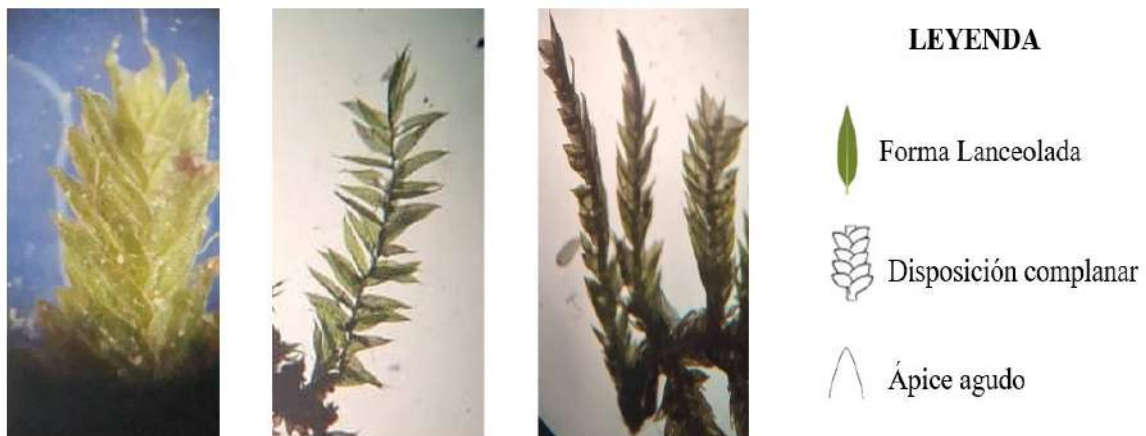
Las hojas presentan un crecimiento acrocárpico, cuando las plantas son erectas, ramificaciones y el esporofito nace en el ápice (Universidad de Magdalena, 2017).

Figura 1. Micrografía (ampliación 20x) correspondiente a las muestras 4 del transecto 1 y 8 del transecto 2.



En la figura 2, se presenta una representación de la morfología de los filidios: (a) presentan forma lanceolada, es decir son más largos que anchos, con una base ancha que se adelgaza gradualmente; (b) el ápice es agudo, terminando en puntas afiladas; y (c) la disposición es complanar, es decir los filidios se disponen en un solo plano, dando al tallo una apariencia aplanada, y (d) con crecimiento acrocárpico, es decir erecto y sin ramificaciones. Estas características son típicas del musgo de la clase *Bryopsida*.

Figura 2. Micrografía (ampliación 20x) correspondiente a las muestras 1 y 3 del transecto 1, y 6 del transecto 2.



Tal condición, de acuerdo con Glime (2007), permite una mayor disposición a la insolación, favoreciendo la fotosíntesis en zonas en donde la posibilidad de captar la luz puede verse afectada por ubicarse en un sotobosque, como es el caso del área de estudio. También potencia la captación del agua pluvial, favoreciendo la constante hidratación tanto del organismo como del suelo.

2.3. Costa en los filidios

También conocido como nervio, se trata de una nervadura que, dependiendo del grupo morfológico de los briofitos, puede estar o no en el centro del filidio, con una estructura que varía desde lo simple cuando está formada por una o dos capas de células alargadas, hasta lo complejo cuando muestra varias capas de células o presenta láminas o filamentos, lo que constituye una característica clave para la identificación. (Estébanez *et al.*, 2011; Delgadillo, 2014; Delgadillo, 2022).

Las muestras observadas presentan en los filidios costas percurrentes (ver figura 3), es decir, el nervio se extiende desde la base hasta el ápice (Calzadilla y Churchill, 2014).

Figura 3. Micrografía de filidios con costa central (ampliación 20x) correspondiente a las muestras 5 del transecto 1 y 3 del transecto 2.



Este único nervio por filidio, extendido desde la base hasta el ápice, cumple una función estructural, constituyendo el soporte que confiere rigidez a las láminas foliares, lo que reviste de

Franklin Núñez Ravelo et al// Estructura morfológica de los briófitos emplazados en el sector quebrada... 152-168
gran relevancia en condiciones en donde el briofito puede experimentar deshidratación por cambios en los patrones de precipitación y variaciones térmicas.

Adicionalmente, constituye un canal de distribución de agua y nutrientes en el gametofito, lo que resulta vital para los briófitos, por tratarse de organismos poiquilohídricos que carecen de raíces y sistemas vasculares complejos. (Estébanez *et al.*, 2011; Delgadillo, 2014; Delgadillo, 2022).

Este tipo de costa es común en muchos briófitos, como por ejemplo en musgos de la clase *Bryopsida* que puede variar desde una costa simple hasta un nervio desarrollado con células especializadas como hidroides y estereidas (Estébanez *et al.*, 2011).

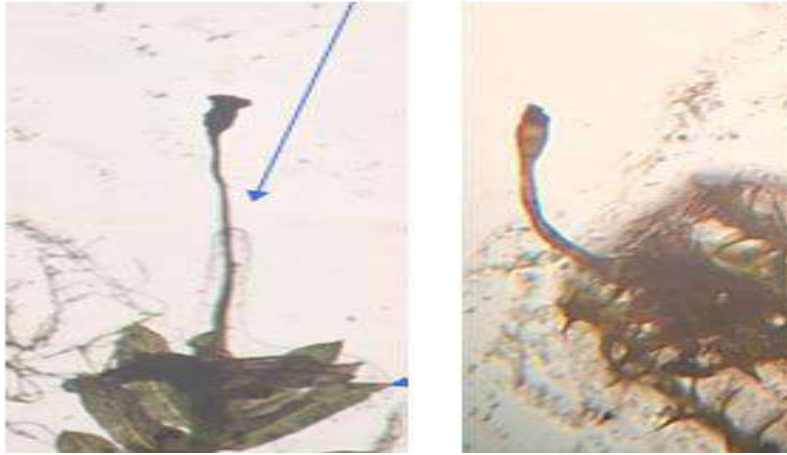
2.4. Seta

En términos estructurales, es parte del esporofito, y constituye el tallo que conecta el ancla entre el esporofito y el gametofito con el esporangio capsula en donde se producen las esporas, teniendo como principal función, elevar la capsula hacia el paso del viento, para favorecer la dispersión de las esporas, y por ende una efectiva reproducción (Renzaglia *et al.*, 2007; Goffinet *et al.*, 2009).

La extensión de la seta es un indicador entre los distintos grupos morfológicos de briofitos: en musgos, es frecuente que la seta sea alargada, mientras que en las hepáticas y en las antocerotas, estos son más cortos o ausentes (Delgadillo *et al.*, 2022).

En el área muestreada, se observa que las setas son alargadas con crecimiento acrocárpico (figura 4), es decir, el esporófito se produce en el ápice del tallo o rama, generalmente crecen erectos y sin ramificación, y sostienen a la cápsula o esporangio. Presenta una apariencia translúcida, con paredes celulares delgadas, que le confiere flexibilidad. Hacia el ápice se presenta más delgado que en la base, siendo esta última el punto de unión con el gametofito, y en donde recibe nutrientes para sostener el desarrollo de la cápsula. Tal caracterización es típica de los musgos de la clase *Bryopsida*, subclase *Bryidae*, orden *Bryales*.

Figura 4. Micrografía de setas con crecimiento acrocárpico (ampliación 20x) correspondiente a las muestras 8 del transecto 1, y 5 del transecto 2.



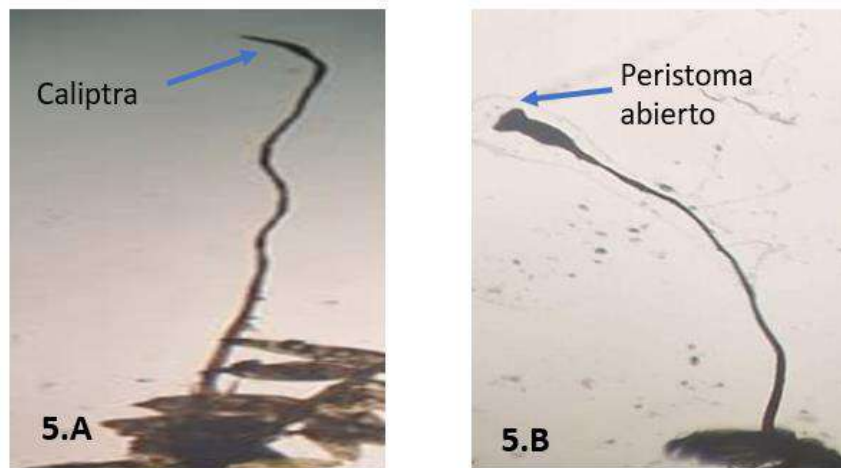
Este tipo de seta, genera aportes ecosistémicos, contribuyendo a que las esporas se dispersen a mayor distancia, lo que propicia una mayor expansión de los nuevos sustratos, y con ella la diversidad biológica y los beneficios que esta supone (Estébanez et al. 2011; Delgadillo, 2014; Renzaglia et al. 2007; Goffinet et al., 2009).

2.5. Cápsula

Esta estructura que al igual que la seta forma parte del esterofito, suele ser reconocida como un órgano esporangial, en el cual se producen las esporas a partir de la meiosis (Estébanez et al., 2011; Delgadillo, et al., 2022).

En la figura 4 se muestran las cápsulas alargadas y delgadas, típicas de los musgos. En la etapa joven suele estar cubierto por una caliptra haploide en forma de capucha (figura 5.A), que tiene como principal función proteger el desarrollo de la cápsula. Una vez alcanzada la etapa de madurez, esta se rompe, y el peristoma se abre, evidenciado en el conjunto de dientes alrededor de la boca, lo que facilita la liberación de las esporas (figura 5.B). Tal caracterización es típica de los musgos acrocarpos de la clase *Bryopsida*, subclase *Bryidae*, orden *Bryales*, familia *Bryaceae*, género *Bryum*.

Figura 5. Micrografía de cápsula en el ápice de la seta (ampliación 20x) correspondiente a las muestras 11 del transecto 1, y 10 del transecto 2.



De acuerdo con Delgadillo (2014), inicialmente la boca de la cápsula está cubierta por el opérculo, y este por la caliptra. Por debajo, los procesos filiformes del peristoma o serie de anillos “dentados” especializados que rodea la boca de la cápsula, regulan el número de esporas liberadas en cada evento de disseminación.

Lo anterior permite reconocer que esta estructura reviste de gran importancia ecológica, ya que favorece la reproducción, asegurando la colonización de nuevos espacios mediante la propagación de esporas, así como la rápida regeneración de las zonas intervenidas.

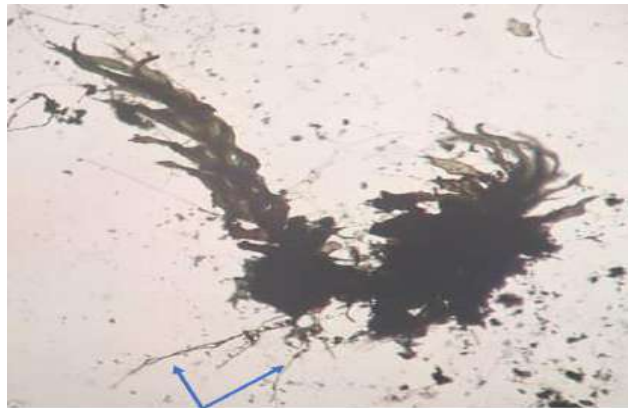
2.6. Rizoides

De acuerdo con Estébanez et al. (2011) y Delgadillo et al. (2022), los rizoides son estructuras filamentosas ubicadas en la base del gametofito, unicelulares o pluricelulares, sin tejidos vasculares, en el caso de los musgos siempre se presentan ramificados, y cuya función principal es anclar las plantas al sustrato, y facilitar la absorción pasiva de agua y nutrientes.

En la figura 6, se señalan con flechas los rizoides ramificados en la base del gametofito: se trata de filamentos delgados, que aparecen como delgados hilos que se adhieren al suelo cumpliendo una función de anclaje. La ramificación sugiere que son multicelulares, típico de los musgos, su apariencia oscura y rígida sugiere paredes engrosadas típico de musgos *Bryophita*, y la

Franklin Núñez Ravelo et al// Estructura morfológica de los briófitos emplazados en el sector quebrada... 152-168
base ancha en la unión con el gametofito permite suponer cierto nivel de fortalecimiento estructural.

Figura 6. Micrografía en donde se señalan los rizoides (ampliación 20x) correspondientes a la muestra 2 del transecto 2.



2.7. Clasificación taxonómica, hábitad, distribución y beneficios ecosistémicos

Con base en los rasgos identificados, se reconoce que los individuos muestreados clasifican taxonómicamente en: (a) división *Bryophyta* que se distingue por presentar rizoides multicelulares, peristoma en la boca de la capsula y gametofito con caulidio y filidios claramente diferenciables; (b) grupo morfológico musgo folioso, con presencia de filidios claramente identificables dispuestos en forma coplanar, con nervio central percurrente, crecimiento acrocárpico o erecto; (c) clase *Bryopsida* caracterizado por poseer una capsula en el esporofito, que se abre mediante un opérculo, en el que subyacen los peristoma de tipo artodronto, es decir, se forman a partir de las paredes de las células; (d) subclase *Bryidae* con filidios dispuestos de manera coplanada con ápice agudo y costa percurrente, de hojas lanceoladas. La seta es alargada, flexible, con paredes celulares delgadas, cuyo ápice se ve coronado por una cápsula, que en su fase juvenil es cubierta por una calíptra. Los rizoides, generalmente pluricelulares, presentan coloración oscura y paredes engrosadas; (e) orden *Bryales*, de gametofito folioso, de crecimiento acrocárpico, con filidios alargados, lisos y con nervio simple, el esporofito con seta alargada que

Franklin Núñez Ravelo et al// Estructura morfológica de los briófitos emplazados en el sector quebrada... 152-168

nace en el ápice del tallo, y presencia de rizoides en la base del gametofito; (f) familia *Bryaceae* con filidios de una célula de espesor, excepto en la zona media en donde se desarrolla un nervio con células especializadas en soporte y conducción, y capsula con opérculo que cubre inicialmente la boca y peristoma con dientes que regulan la liberación de esporas; y (g) del género *Bryum*, caracterizados por presentar tallo erecto de mas de 1.5 cm, gametofito acrocárpico y sin ramificaciones significativas, esporofitos con setas erectas que al madurar se curvan para colgar la capsula cilíndrica.

Los musgos del género *Bryum* presentan una gran adaptación a diversas condiciones, desde ubicación en zonas urbanas, hasta zonas montañosas alcanzando hasta 4000 msnm, prefiriendo condiciones húmedas y sombreadas, soportando períodos secos (Zaccara et al., 2020; Kalinowski y Fernandes, 2022; Moss and Stone Gardens, s/f). De acuerdo con Pisa (2015) y Cannone et al. (2024) este género de musgo está ampliamente expandido por el mundo: Europa, América del Norte, Sudamérica, Asia, África, Australia, e incluso en la Antártida, lo que evidencia su amplia adaptabilidad y notable plasticidad fenotípica.

Esta condición le confiere la posibilidad de recolonizar zonas que han sido intervenidas por acciones antropogénicas, aportando, como ya hemos referido, diversos servicios ecosistémicos que van desde la regulación de las condiciones hídricas y microclimáticas, la estabilidad del suelo, e incluso la constitución de microhábitat como sistemas saludables.

En la literatura, se reconoce que los musgos del género *Bryum*, actúan como: (a) reguladores de microclima a escala local y contribuye con la mitigación del calentamiento global al secuestrar de manera natural parte del carbono orgánico en sus tejidos y en los sustratos en donde crece, (b) fomento de la pedogénesis al gestionar la humedad edáfica y aportar materia orgánica, (c) estimulador de la sucesión ecológica, además de constituir microhábitat que fomentan la biodiversidad terrestre, y (d) restaurador ecológico de áreas degradadas por las acciones antropogénicas, debido a su alta adaptabilidad a las condiciones del ambiente (Acatitla et al., 2020; Zaccara et al, 2020; Kalinowski y Fernandes, 2022; Cannone et al., 2024)

Conclusiones

A modo de conclusión, se puede afirmar que en el sector de estudio predomina el musgo de la familia *Bryaceae*, género *Bryum*, el cual morfológicamente se caracteriza por presentar filidios lanceolados con nervio percurrente, setas elongadas con crecimiento acrocárpico, y cápsulas protegidas por caliptra y peristoma, que favorecen su reproducción y dispersión. La presencia de rizoides pluricelulares contribuye con la adhesión al sustrato y la absorción de nutrientes, esenciales para su adaptación a las condiciones del ecosistema, generalmente húmedo y sombreado.

Como ya hemos referido, el musgo del género *Bryum*, es un gran contribuyente de beneficios ecosistémicos, lo que, aporta al sostenimiento y regeneración de áreas expuestas a los impactos antropogénicos, como es el caso de la zona en estudio, que pudiese verse mayormente afectada por el continuo transitar de turistas y visitantes, cuyas acciones generan amenazas al ecosistema asociadas con la deforestación o compactación del suelo.

De allí que se reconoce, la necesidad de continuar estudiando la diversidad biológica del Parque Nacional Waraira Repano, y en especial de las características fisionómicas, aportes ecosistémicos de los briofitos e interacción con las condiciones ambientales específicas, a fin de promover el conocimiento y comprensión integral de estos organismos, y fomentar la formulación de lineamientos ambientales que contribuyan con el manejo sustentable y conservación de estas microhabitats de gran relevancia para el mantenimiento de los ecosistemas forestales en zonas sometidas a presiones antropogénicas crecientes.

Referencias

- Acatitla, O., Villamil, C., y Martínez, J. (2020). La importancia comercial de los musgos en el estado de Tlaxcala, México. *Madera y Bosque*, 26 (3). <https://myb.ojs.inecol.mx/index.php/myb/article/view/e2632031/2106>
- Agustín, M., Zepeda, C. y Manjarrez, J. (2025). Los musgos: bioindicadores de la salud del ecosistema. *Ciencia*, 76 (1), 60-67. https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/76_1/PDF/12_76_1_1486_Muzgos.pdf

Franklin Núñez Ravelo et al// Estructura morfológica de los briófitos emplazados en el sector quebrada... 152-168

Calzadilla, E. y Churchill, S. (2014). *Glosario ilustrado para musgos neotropicales*. https://museoelkempff.org/museo/wp-content/uploads/2020/12/7_Glosario_ilustrado_musgos_neotropicales.pdf

Cannone, N., Vanneti, I., Convery, P., Snacho, L., y Zaccara, S. (2024). Molecular analyses support revision of species diversity of the moss genus *Bryum* in Antarctica. *Botanical Journal*, 205 (1). <https://doi.org/10.1093/botlinnean/boad070>

Castillo, A. (2017). Intervención de los paisajes ecológicos en el parque nacional Waraira Repano. Trabajo de pregrado. Universidad Central de Venezuela. <https://saber.ucv.ve/bitstream/10872/20048/1/Trabajo%20de%20Licenciatura%20Anyoelis%20Castillo.pdf>

Delgadillo, C. (2014). Biodiversidad de Bryophyta (musgos) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85. 100-105. <https://doi.org/10.7550/rmb.30953>

Delgadillo, C., Escolástico, D., Hernández, E., Herrera, P., Peña, P., y Juárez, C. (2022). *Manual de Briófitas*. <https://www.ib.unam.mx/ibunam/Manual-Briofitas.pdf>

Estébanez, B., Draper y Díaz, I., y Medina, R. (2011). Briófitos: una aproximación a las plantas terrestres más sencillas. *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural*. 2 (9). 19-73. https://www.bfa.fcnym.unlp.edu.ar/catalogo/doc_num.php?explnum_id=1860

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura de la Universidad Nacional del Nordeste (s/f). *Briofitas*. <https://exa.unne.edu.ar/carreras/docs/estudio%20BRIOFITOS.pdf>

Frahm, J., O'Shea, B., Pócs, T., Koponen, T., Piippo, S., Enroth, J., Rao, P., y Fang, Y.M. (2003). Manual of tropical bryology. *Tropical Bryology*, 23, 1-196. <https://core.ac.uk/download/pdf/14530151.pdf>

Glime, J. (2007). *Bryophyte Ecology Volume 1: Physiological Ecology*. <https://digitalcommons.mtu.edu/bryophyte-ecology1/>

Glime, J. (2024). Roles of Bryophytes in Forest Sustainability—Positive or Negative? *Sustainability*, 16, 1-70. <https://doi.org/10.3390/sul6062359>

Goffinet, B., Buck, W. y Shaw, A. (2009). Morphology, anatomy and classification of the Bryophyta. En: *Bryophyte Biology: Second Edition*. Cambridge University. https://assets.cambridge.org/97805216/93226/frontmatter/9780521693226_frontmatter.pdf

Gradstein, S., Nadkarni, N., Krömer, T., Holz, I., y Nöske, N. (2003). A Protocol for rapid and representative sampling of vascular and non-vascular epiphyte diversity of tropical rain forests. *Selbyana*. 24 (1), 105-111. <https://journals.flvc.org/selbyana/article/view/121584>

- Franklin Núñez Ravelo et al// Estructura morfológica de los briófitos emplazados en el sector quebrada... 152-168
- Huttunen S., Bell N., y Hedenäs L. (2018). The evolutionary diversity of mosses—taxonomic heterogeneity and its ecological drivers. *Critical Reviews in Plant Sciences* 37(2–3): 128–174. <https://doi.org/10.1080/07352689.2018.1482434>
- Jaroszynska, F., Althuisen, I., Halbritter, A., Klanderud, K., Lee, H., Telford, R., y Vandvik, V. (2023). Bryophytes dominate plant regulation of soil microclimate in alpine grasslands. *Oikos Journal*, 1-14. <https://doi.org/10.1111/oik.10091>
- Kalinowski, B. y Fernandes, D (2022). Synopsis of *Anomobryum* and *Bryum* (Bryaceae, Bryophyta) in Brazil. *Acta Botánica Brasílica*. (36) <https://doi.org/10.1590/0102-33062021abb0283>
- Moss and Stone Gardens (s/f). *The Science Of Bryum Moss | Habitat, Distribution, Characteristics & More*. <https://www.scielo.br/j/abb/a/8v34sCqpRmrfQx8kdyLDQQB/?format=html&lang=en>
- Núñez, F., Ugas, M., y Hernández, M. (2017). Contribución del musgo *Fissidens taxifolius* en algunas propiedades del suelo ubicado en el Parque Nacional El Guácharo, Venezuela. *Terra Nueva Etapa*. XXXIII (53), 139-162. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=72152384007>
- Oishi, Y. (2018). Evaluation of the Water-Storage Capacity of Bryophytes along an Altitudinal Gradient from Temperate Forests to the Alpine Zone. *Forest*. 9 (7), 2-14. <https://doi.org/10.3390/f9070433>
- Pisa, S. (2015). Dispersión a Larga Distancia, Adaptación Local y Persistencia a Largo Plazo en Briófitos: Estudios en el Musgo *Bryum argenteum*. Tesis doctoral. Universidad de Murcia. <https://digitum.um.es/server/api/core/bitstreams/d6750d83-3faf-4e46-alc2-14alf2573501/content>
- Ramos, A. (2024). Los musgos, pequeñas plantas de grandeza oculta. *Revista Aquaciencia*.4 (1), 24-29. <https://revistas.ues.edu.sv/index.php/aqc/article/download/2958/4422/10703>
- Renzaglia, K., Duff, R., Ligrone, R., Shaw, A., Mishler, B., y Duckett, J. (2007). Bryophyte phylogeny: Advancing the molecular and morphological frontiers. *The Bryologist*, 110 (2). 179-2013. [https://doi.org/10.1639/0007-2745\(2007\)110\[179:BPATMA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1639/0007-2745(2007)110[179:BPATMA]2.0.CO;2)
- Seitz, S., Nebel, M., Goebes, P., Käppeler, K., Schmidt, K., Shi. X., Song, Z., Webber, C., y Scholten, T. (2017). Bryophyte-dominated biological soil crusts mitigate soil erosion in an early successional Chinese subtropical forest. *Biogeosciences*. 14, 5775-5788. www.biogeosciences.net/14/5775/2017/
- Shevock, J., Ma, W., y Akiyama H. (2017). Diversity of the rheophytic condition in bryophytes: field observations from multiple continents. *Bryophyte Diversity and Evolution*. 39(1), 75-93. <https://doi.org/10.11646/bde.39.1.12>
- Toledo, V., Álvarez, J. y Nieves, S. (2017). Relación entre las pisadas de los visitantes y la compactación sobre el suelo del sendero de Sabas Nieves del Parque Nacional Waraira Repano

Franklin Núñez Ravelo et al// Estructura morfológica de los briófitos emplazados en el sector quebrada... 152-168

(El Ávila). *Revista de Investigación*, 41 (92).

https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-29142017000300010

Universidad Complutense de Madrid (s/f). *Biodiversidad y Taxonomía de plantas criptógamas*. https://web.bioucm.es/cont/grupos/criptogamas/plantas_criptogamas/materiales/musgos_caracteristicas.html

Universidad de Magdalena (2017). Briofitos: un mundo en miniatura. *Infoflora. Boletín de Botánica*. https://www.unimagdalena.edu.co/Content/Public/Docs/Entrada_Facultad3/adjunto_1029-20181004104040_495.pdf

Zaccara, S., Patiño, J., Convery, P., Vanetti, I., y Cannone, N. (2020). Multiple colonization and dispersal events hide the early origin and induce a lack of genetic structure of the moss *Bryum argenteum* in Antarctica. *Ecology and Evolution*, 10 (16). <https://doi.org/10.1002/ece3.6601>

Conflicto de interés

Los autores de este manuscrito declaran no tener ningún conflicto de interés.

Declaración ética

Los autores declaran que el proceso de investigación que dio lugar al presente manuscrito se desarrolló siguiendo criterios éticos, por lo que fueron empleadas en forma racional y profesional las herramientas tecnológicas asociadas a la generación del conocimiento.

Copyright

La *Revista de la Universidad del Zulia* declara que reconoce los derechos de los autores de los trabajos originales que en ella se publican; dichos trabajos son propiedad intelectual de sus autores. Los autores preservan sus derechos de autoría y comparten sin propósitos comerciales, según la licencia adoptada por la revista

Licencia Creative Commons

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-Compartir Igual 4.0 Internacional



REVISTA DE LA UNIVERSIDAD DEL ZULIA, Fundada el 31 de mayo de 1947

UNIVERSIDAD DEL ZULIA, Fundada el 11 de septiembre de 1891