

**Universidad de El Salvador**  
**Facultad de Ciencias Naturales y Matemática**  
**Escuela de Biología**



**Diversidad de la Clase Bryopsida en el bosque nebuloso y bosque  
subcaducifolio del Parque Nacional Montecristo, El Salvador.**

Trabajo de graduación presentado por:

Maribel Lissette Cabrera Galdámez

Para optar al grado de

Licenciada en Biología

Ciudad universitaria, 11 de octubre de 2024

**Universidad de El Salvador**  
**Facultad de Ciencias Naturales y Matemática**  
**Escuela de Biología**



**Diversidad de la Clase Bryopsida en el bosque nebuloso y bosque subcaducifolio del Parque Nacional Montecristo, El Salvador.**

Trabajo de graduación presentado por:

Maribel Lissette Cabrera Galdámez

Para optar al grado de

Licenciada en Biología

Docente Asesor de investigación

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Carlos Alberto Elías Ortíz', is written above a horizontal line.

Lic. Carlos Alberto Elías Ortíz.

Ciudad Universitaria, 11 de octubre de 2024

**Universidad de El Salvador**  
**Facultad de Ciencias Naturales y Matemática**  
**Escuela de Biología**



**Diversidad de la Clase Bryopsida en el bosque nebuloso y bosque  
subcaducifolio del Parque Nacional Montecristo, El Salvador.**

Trabajo de graduación presentado por:

Maribel Lissette Cabrera Galdámez

Para optar al grado de

Licenciada en Biología

Tribunal calificador

Lic. Dagoberto Rodríguez Delcid

Lic. Roberto Amado Vásquez Díaz

Ciudad Universitaria, 11 de octubre de 2024

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR**

M.SC. JUAN ROSA QUINTANILLA

**VICERRECTOR ACADÉMICO**

DRA. EVELYN BEATRIZ FARFÁN

**VICERRECTOR ADMINISTRATIVO**

M.SC. ROGER ARÍAS

**SECRETARIO GENERAL**

LIC. PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA

**FISCAL**

LIC. CARLOS AMILCAR SERRANO RIVERA

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA**

**DECANO**

DR. LUIS GILBERTO PARADA GÓMEZ

**VICE DECANA**

DR. JOSÉ NERYS FUNES TORRES

**SECRETARIA**

LICDA. ANGELA GUDELIA PORTILLO DE PÉREZ

**DIRECTORA ESCUELA DE BIOLOGÍA**

LICDA. MILAGRO ELIZABETH SALINAS

Ciudad Universitaria, 11 de octubre de 2024

## DEDICATORIA

*A mis padres, este logro se los debo a ellos, con amor y esfuerzo me motivaron a seguir adelante en todo momento.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Principalmente a Dios por darme fuerzas y conocimientos para culminar esta etapa importante de mi vida.

A mis padres, mi hermano, mis hermanas que son mi pilar fundamental en mi formación académica y mi motivación de vida.

A mis amigos y compañeros de la licenciatura en biología, especialmente a Gaby, Monse, Carlos, Saúl, Diego y Heriberto por todo su apoyo, comprensión, alegrías, tristezas, muchos viajes de campo exitosos y fallidos, así mismo por permitirme aprender más de la vida a su lado.

A Carlos, Heriberto y mi hermana Ruth por acompañarme en los viajes de campo y el apoyo en la toma de fotografías.

A mi asesor, Lic. Carlos Elías por sus consejos, paciencia, conocimientos que han sido muy importantes para culminar esta investigación, además mostrarme el hermoso mundo de las briofitas y siempre apoyar mis ideas.

Al Drc. Ángel Motito Marín (BIOECO Cuba) y al Dr. Juan Larraín (Pontificia Católica de Valparaíso, Chile) por sus consejos y la ayuda con la identificación de algunas especies, además transmitirme sus conocimientos y material para la identificación de musgos.

A CENSALUD y la Escuela de Biología por permitirme el uso de microscopio, estereoscopio y cámaras para la identificación, fueron indispensables para investigación.

Al Herbario ITIC de la Universidad de El Salvador, por permitirme comparar las muestras, en especial a M. Sc. Nohemy Elizabeth Ventura Centeno por abrirme las puertas del herbario y brindarme su ayuda en todo momento.

Al Herbario del Museo de Historia Natural de El Salvador (MHES) y Jardín Botánico de la Laguna (LAGU) por el apoyo en la revisión de muestras pertenecientes a cada colección.

A la dirección del Parque Nacional Montecristo y trabajadores, especialmente a la Licda. Nohemy Guerra por los consejos y apoyo en la investigación, además muy agradecida con todos los guardarecursos, principalmente a Don Aníbal Meza por acompañarme en los recorridos y por su interés en la investigación.

Y gracias a todas las personas que me brindaron un consejo, apoyo e ideas que terminaron por enamorarme de los briofitos e inspirarme a seguir trabajando con este grupo.

## **LISTA DE ACRÓNIMOS, ABREVIATURAS Y SIGLAS**

**BN:** bosque nublado.

**BSC:** bosque subcaducifolio.

**CENSALUD:** Centro de Investigación y Desarrollo en Salud.

**CNR:** Centro Nacional de Registro

**ISJ:** Índice de Similitud de Jaccard

**ITIC:** Herbario de la Universidad de El Salvador.

**KOH:** Hidróxido de potasio

**LAGU:** Herbario del Jardín Botánico de La Laguna.

**MARN:** Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

**MHES:** Herbario del Museo de Historia Natural de El Salvador.

**MUHNES:** Museo de Historia Natural de El Salvador.

**PNM:** Parque Nacional Montecristo.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. OBJETIVOS.....	2
2.1. General:.....	2
2.2. Específicos: .....	2
3. MARCO TEÓRICO .....	3
3.1. Características generales de los musgos .....	3
3.2. Diversidad de musgos a nivel mundial.....	5
3.2.1. Diversidad de musgos a nivel regional.....	5
3.2.2. Diversidad de musgos en El Salvador .....	6
3.3. Factores que afectan la diversidad de los musgos .....	6
3.4. Métodos para medir vegetación (briofitas) .....	7
3.4.1. Tipos de muestreo de Briofitas .....	8
3.5. Musgos en El Salvador .....	9
3.6. Importancia de los musgos .....	9
4. METODOLOGÍA .....	11
4.1. Descripción del área de estudio.....	11
4.1.1. Topografía .....	12
4.1.2. Hidrología .....	12
4.1.3. Clima .....	13
4.1.4. Vegetación. ....	14
4.2. Metodología de Campo .....	14
4.2.1. Sitios de muestreo .....	14
4.2.2. Recolecta y toma de datos .....	16
4.3. Fase de Laboratorio.....	18
5. PROCESAMIENTO DE DATOS .....	21

5.1. Técnicas de análisis .....	21
5.1.1. Índice de diversidad.....	21
5.2. Tablas en Excel .....	21
6. RESULTADOS .....	22
6.1. Frecuencia absoluta .....	24
6.2. Sustrato.....	28
6.3. Parámetros ambientales.....	29
6.4. Índice de similitud de Jaccard.....	29
7. DISCUSIÓN.....	30
7.1. Frecuencia absoluta .....	32
7.2. Sustrato.....	33
7.3. Parámetros ambientales.....	34
7.4. Índice de similitud de Jaccard.....	35
8. CONCLUSIONES .....	36
9. RECOMENDACIONES.....	37
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	38

## ANEXOS

### ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Diversidad de briofitas en el Neotrópico, tomado de ANAM 1998; Búcaro et al. 2016; Gradstein et al. 2001; Salazar et al. 2015; Sutherland 2004.....5

Cuadro 2. Estudios de brioflora en El Salvador entre 1921 y 2016.....9

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. A). Clase Anthoceropsida. B). Clase Marchantiopsida. C). Clase Bryopsida. Fotografías: Lissette Cabrera.....	3
Figura 2. Ciclo de vida de los briofitos, con alternancia de generaciones. Fuente: Curtis y Barnes (2004).....	3
Figura 3. Células especializadas en la conducción de agua y de metabolitos en caulidio de <i>Sphagnum</i> . Fuente: Izco et al. (2004).....	4
Figura 4. Ubicación geográfica del Parque Nacional Montecristo, Santa Ana. Fuente: CNR y MARN.....	11
Figura 5. Tipos de Suelos del Parque Nacional Montecristo en el área. Fuente: MARN.....	12
Figura 6. Principales ríos del Parque Nacional Montecristo. Fuente: MARN.....	13
Figura 7. Tipos de Vegetación en El Parque Nacional Montecristo. Fuente: CNR y MARN.....	14
Figura 8. Distribución de transectos de muestreo en el Parque Nacional Montecristo en 2017 (tomado de shapefile de CNR Y MARN).....	15
Figura 9. Uso del termómetro ambiental y medidor de humedad Springfield.....	15
Figura 10. A). Recolección de muestras de musgos con hábito rupícola, utilizando espátula. B). Gametofitos y esporofitos de <i>Hypopterygium tamarisci</i> en el mes de agosto, 2017.....	16
Figura 11. Hoja de recolecta que se empleó en El Parque Nacional Montecristo en 2017.....	17
Figura 12. A). Caja plástica donde se trasportaban las muestras durante la fase de campo. B). Secado de las muestras a la luz del sol.....	17

Figura 13. A). Observación de musgos al microscopio estereoscopio. B). Observación de filidios al microscopio óptico de campo claro utilizando la cámara USB. C) Medición de filidio de <i>Porotrichum longirostre</i> al 4X. D) Medición de esporas de <i>Trachyxiphium glanduliferum</i> al 40X.....	19
Figura 14. Frecuencia absoluta de especies de musgos en el BN del PNM en 2017.....	26
Figura 15. Frecuencia absoluta de especies de musgos en el BSC del PNM en 2017.....	28
Figura 16. Preferencia de sustrato de musgos en el BN y BSC del Parque Nacional Montecristo en 2017.....	29

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos de condiciones climáticas registradas en la estación meteorológica del Parque Nacional Montecristo durante 2015. Fuente: MARN 2015.....	13
Tabla 2. Riqueza de especies de la Clase Bryopsida en el bosque nebuloso y bosque subcaducifolio del Parque Nacional Montecristo, El Salvador en 2017.....	22
Tabla 3. Frecuencia absoluta de especies de musgo reportadas en el BN en 2017.....	24
Tabla 4. Frecuencia absoluta de especies de musgo reportadas en el BSC en 2017.....	27
Tabla 5. Promedios de Temperatura y humedad relativa durante los meses de julio-agosto de 2017.....	29

## RESUMEN

Se presentan los resultados de la investigación sobre diversidad de la clase Bryopsida en el bosque nebuloso y bosque subcaducifolio del Parque Nacional Montecristo en 2017. Para ello se realizaron 3 viajes de campo y se delimitaron 8 transectos de muestreo de 2 x 20 m para cada comunidad vegetal, donde se recolectaron muestras botánicas de musgos de los siguientes sustratos: corteza de árboles, rocas, suelo y sobre madera en descomposición.

Para el análisis de los resultados se estimó la riqueza de especies, la diversidad beta con el índice de Jaccard y las frecuencias absolutas por tipo de bosque.

La riqueza de especies de la clase Bryopsida fueron diferentes entre las comunidades en estudio, para el bosque nebuloso se reportan 43 especies de musgos y 23 para el bosque subcaducifolio, así como baja similitud entre ambas comunidades (ISJ= 0.0645) respecto a su composición.

En ambos tipos de bosque las especies de musgos tuvieron mayor preferencia por el sustrato corteza de árboles, seguido por el de rocas, mientras que, con los parámetros ambientales, para el bosque nebuloso se registró mayor humedad relativa y menor temperatura, por estar a mayor altitud, lo que ha favorecido a la riqueza de especies de musgos.

## 1. INTRODUCCIÓN

El Salvador tiene diversas comunidades vegetales que se distribuyen desde el nivel del mar hasta los puntos más altos. El Parque Nacional Montecristo posee tres comunidades vegetales, las cuales presentan diferencias en hidrología, topografía y composición vegetal.

Se realizó el estudio sobre la riqueza de especies briofíticas en dos comunidades vegetales del Parque Nacional Montecristo, el bosque nebuloso y el bosque subcaducifolio, durante los meses de junio y agosto del año 2017; ambas comunidades presentan diferencias altitudinales, de temperatura, de humedad relativa y de disponibilidad de agua, que favorecen o no la presencia y diversidad de especies de musgos. El principal objetivo de la investigación fue reconocer la diversidad de la Clase Bryopsida en ambas comunidades.

Para realizar la investigación se establecieron y delimitaron 8 transectos de 2 x 20 m en cada comunidad vegetal, se recolectaron muestras botánicas de musgos de 4 tipos de sustratos para su posterior identificación taxonómica y se estimó la diversidad beta con el Índice de Similitud de Jaccard a partir de la composición de especies entre ambas comunidades.

Se obtuvieron 62 especies de musgos, de las cuales, 43 especies fueron para el bosque nebuloso y 23 especies para el bosque subcaducifolio. Se observó preferencia por el sustrato corteza de árbol, seguido del sustrato rocas.

La clase Bryopsida presentó baja similitud de especies entre ambos tipos de bosque con valor de 0.0645 (6.45%), posiblemente la diferencia en la composición de especies se deba a los valores promedios de temperatura y humedad relativa, así como a la altitud.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. General:**

- Reconocer la diversidad de la Clase Bryopsida en el bosque nebuloso y el bosque subcaducifolio del Parque Nacional Montecristo.

### **2.2. Específicos:**

- Realizar un inventario de los musgos del bosque nebuloso y del bosque subcaducifolio del Parque Nacional Montecristo.
- Estimar la diversidad beta de la Clase Bryopsida del bosque nebuloso y el bosque subcaducifolio del Parque Nacional Montecristo.
- Determinar la variabilidad entre las comunidades de la Clase Bryopsida del bosque nebuloso y el bosque subcaducifolio del Parque Nacional Montecristo.

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. Características generales de los musgos

La división Bryophyta está constituida por tres clases: Anthocerotopsida, Marchantiopsida y Bryopsida (Figura 1), siendo, los musgos son los más diversos en el neotrópico con aproximadamente 2,600 especies (Gradstein et al., 2001).



Figura 1. A). Clase Anthocerotopsida. B). Clase Marchantiopsida. C). Clase Bryopsida. Fotografías: Lissette Cabrera.

La clase Bryopsida comprende plantas terrestres de pequeño tamaño, que poseen ciclo de vida con alternancia de generaciones heteromorfas (Figura 2); el gametofito (parte vegetativa, haploide y dominante) y el esporofito (diploide y formador de esporas), ambas importantes para el desarrollo y colonización de estas plantas en el medio (Cronquist, 1974; Glime, 2007; Izco et al., 2004).

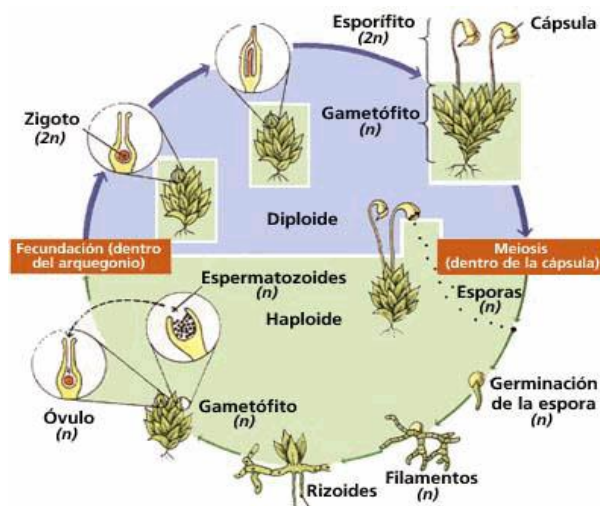


Figura 2. Ciclo de vida de los briofitos, con alternancia de generaciones. Fuente: Curtis y Barnes (2004).

Las briofitas son plantas avasculares, no tienen tejidos conductores especializados, en su lugar poseen hidroides y leptoides que realizan la conducción de agua y de sustancias elaboradas respectivamente, de manera directa por toda la superficie de la planta (Figura 3); debido a esa organización, presentan tamaño pequeño (Cronquist, 1974; Izco et al., 2004). Por otra parte, tienen la característica peculiar de absorber metales pesados que son retenidos en el talo, por lo que pueden ser utilizados como bioindicadores de la calidad del agua, del suelo, entre otros aspectos (Glime, 2007; Shacklette, 1984).

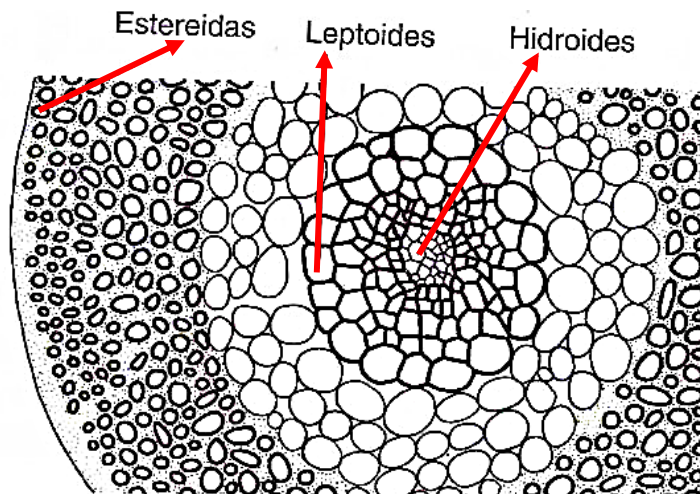


Figura 3. Células especializadas en la conducción de agua y de metabolitos en caulidio de *Sphagnum*. Según Izco et al., 2004.

Los musgos son plantas terrestres, subacuáticas y algunas acuáticas, lo cual no representa un carácter primitivo, sino derivado (evolucionado), para adaptarse al medio, habitan en la mayoría de los ambientes como bosques húmedos con poca iluminación, también existen especies xerófilas que habitan en lugares secos por su capacidad de retener agua de 5 a 10 veces su peso seco. Están asociados a estaciones húmedas que facilitan la reproducción, ya que necesitan de una fase acuosa para que se transporten los espermatozoides al arquegonio y se realice la fecundación (Cronquist, 1974; Izco et al., 2004; Proctor, 1982). Son capaces de colonizar diversos sustratos como el suelo, la corteza de árboles (epifitos), rocas (saxícolas), ladrillos, troncos de árboles y madera en descomposición, y cuando poseen condiciones necesarias, forman alfombras en la superficie (Cronquist, 1974; Glime, 2007; Izco et al., 2004).

### 3.2. Diversidad de musgos a nivel mundial

Debido a las características fisiológicas que poseen los musgos, estos pueden colonizar la mayoría de los espacios, por lo que tienen una distribución amplia y poseen unas 12,800 especies a nivel mundial, es uno de los grupos más diversos de la división Bryophyta (Gradstein et al., 2001).

La mayor diversidad de musgos ocurre en el trópico debido a las condiciones ambientales que posee, pero, generalmente los bosques de montaña presentan una diversidad de briofitas mayor que en lugares de baja altitud (Drehwald, 1998; Izco et al., 2004).

#### 3.2.1. Diversidad de musgos a nivel regional

En el Neotrópico se representa un tercio de la diversidad total de briofitas, siendo los musgos los que poseen la mayor diversidad con 2,600 especies distribuidas en 400 géneros y 76 familias (Gradstein et al., 2001). En países del Neotrópico, México presenta el mayor número de géneros, 286 y de especies, 891, tal como se observa en el cuadro 1 (Gradstein et al., 2001). Los países Centroamericanos han avanzado con las investigaciones en este grupo, cuyos reportes por país se detallan a en el cuadro 1.

Cuadro 1. Diversidad de briofitas en el Neotrópico.

País	Autor	Familias	Géneros	Especies
El Salvador	Búcaro et al., (2016)	43	128	269
Guatemala	Salazar et al., (2015)	50	206	552
Honduras	Sutherland, (2004)	37	126	270
México	Gradstein, (2001)	-	286	891
Panamá	ANAM, (1998)	89	-	826

### **3.2.2. Diversidad de musgos en El Salvador**

La diversidad biológica o biodiversidad es la variabilidad de organismos vivos en cualquier espacio, incluidos los ecosistemas terrestres, marinos, de agua y los complejos ecológicos de los que forman parte (MARN, 2012); también se define como la variedad y la abundancia de especies, a su composición genética, a las comunidades, ecosistemas y paisajes en donde se encuentran; igualmente se refiere a las funciones que desempeñan en el ecosistema y los procesos en todos estos niveles (Magurran, 1988); desde el punto de vista de los ecólogos, la diversidad de especies tiene dos componentes de mayor importancia: la riqueza de especies y la distribución de la abundancia de cada una de las especies (Krebs, 1999).

En El Salvador se reportan 269 especies de musgos, distribuidas en 9 órdenes, de los cuales, aquellos con mayor número de especies son los órdenes Hypnales con 100 especies (34.8%), Dicranales con 55 especies (19%) y Bryales con 39 especies (13.3%) (Búcaro et al., 2012).

### **3.3. Factores que afectan la diversidad de los musgos**

La diversidad de especies en una comunidad está determinada por factores bióticos y abióticos, al determinarlas se debe tener en cuenta todos estos factores:

#### **Factores Abióticos**

- Elementos climáticos: la humedad afecta directamente a los musgos ya que la mayor diversidad depende de la cantidad de humedad que se encuentre en los hábitats donde se desarrollan, así, las temperaturas altas provocan pérdida de agua en los musgos y hace difícil su reproducción (Gimingham y Birse, 1957).
- Tipos de hábitat: los bosques nebulosos y los bosques húmedos son los lugares donde se encuentra la mayor abundancia de musgos, ya que estos poseen todas

las condiciones favorables para su desarrollo; sin embargo, la complejidad y perturbación del ambiente, influyen sobre la diversidad de briófitos, siendo menor la diversidad de musgos en los lugares sometidos a mayor presión antrópica, y conforme avanza el grado de alteración del bosque, la diversidad de musgos, sus formas de vida y la disponibilidad de sustratos, se reduce (Rovere, 2011; Zepeda et al., 2014).

- Tipo de sustrato: la mayoría de los musgos son específicos en cuanto a sustratos, por ejemplo, los musgos pleurocarpicos habitan en la corteza de los árboles, pero la pérdida de sustratos hace que muchas de estas especies no puedan adaptarse a otro y desaparezcan, según Búcaro et al., (2012) es posible que el tipo de suelo esté ligado a la diversidad de musgos, probablemente por el tipo de minerales que lo constituyen.

### **Factor Biótico**

Antropogénico: el ser humano es el principal responsable de la pérdida de biodiversidad de fauna y flora, en el caso de los musgos, han sido significativamente afectados por la tala para extracción maderera, ganadería y agricultura, además, son utilizados con fines comerciales, para decorar arreglos florales y navideños, entre otros, y aún no se establece un control sobre la extracción de estos lo que provoca que especies que puedan estar en peligro de extinción terminen por perderse (García et al., 2016; Gil et al., 2017; Glime 2007).

#### **3.4. Métodos para medir vegetación (briofitas)**

En vegetación generalmente se utiliza el muestreo aleatorio simple, el cual consiste en cuadricular el mapa de la zona de estudio y se elige de forma aleatoria un determinado número de cuadrantes, este tipo de muestreo es para determinar la abundancia promedio (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

### 3.4.1. Tipos de muestreo de Briofitas

- Muestreo de hábitat florístico (FHS): este utiliza el mesohábitat para realizar el muestreo, es decir, muchas especies de briofitas exhiben una alta especificidad a condiciones peculiares de meso y microhábitat, cada mesohábitat es visitado y muestreado hasta que no se reportan nuevas especies (Vanderpoorten et al., 2000).
- Transectos: estos pueden tener diferentes medidas de acuerdo al tipo de vegetación que se desea estudiar, dentro de ellos, se evalúa el número de individuos y otras características de la comunidad. Algunas de las medidas que se utilizan en diversos estudios de musgos son de 2 x 50 m y estos separados a una distancia ~100 m en línea recta, también de 1 x 100 m (Gil y Morales, 2014; Mostacedo y Fredericksen, 2000; Vásquez, 2014).
- Cuadrantes: permiten muestreos más homogéneos y estos consisten en colocar un cuadrante donde se pueden medir la cobertura y frecuencia de las plantas. En investigaciones relacionadas con musgos se han utilizado medidas de 40 x 40 cm para un total de doce unidades de muestro, las cuales fueron cubiertas por una malla flexible dividida en 100 cuadrados, cada uno de ellos con un área de 16 cm<sup>2</sup>, también cuadrantes de 5 x 5 cm (Cataño et al., 2014; Castillo y Benítez, 2015; Mostacedo y Fredericksen, 2000).
- Muestreos Fitosociológicos: estiman la dominancia de especies por medio de la cobertura, no es muy certero, pero estima la abundancia en términos de porcentajes, este método es utilizado por diversos briólogos para determinar la abundancia mediante una cuadrícula que se le adjudica un porcentaje de cobertura según el número de cuadros en los que esté presente y se determina el porcentaje de abundancia de cada especie (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

Estos muestreos descritos son los más utilizados por los briólogos para realizar estudios ecológicos y determinar la riqueza, la diversidad de especies, el porcentaje de cobertura y similitud entre comunidades.

### 3.5. Musgos en El Salvador

En El Salvador la división Bryophyta ha sido poco estudiada, desde 1921 hasta la fecha se han realizado seis investigaciones que han contribuido a enriquecer el listado de especies de musgos, dichos autores y fechas se indican en el cuadro 2.

Cuadro 2. Estudios de la brioflora en El Salvador (1921-2016).

Investigación	1	2	3	4	5	6
Año	1921, 1941	1946	1965	1991	2012	2016
Investigador	Calderón y Standley	Steere y Chapman	Winkler	Menzel	Búcaro	Búcaro
Especies reportadas	11	47	230	233	264	269

En El Salvador falta mucho esfuerzo en investigación para completar un listado de especies de musgos, MARN (2005), predice que puede haber más de 400 especies; además, indica que se debe incentivar el estudio de los musgos y contribuir a la conservación de estos. No existen para El Salvador investigaciones sobre aspectos ecológicos de las briofitas, lo cual se desarrolla en otros países de América Latina, entre ellos: Colombia, México, Chile, Brasil, entre otros., (Cataño et al., 2014; Zepeda et al., 2014).

### 3.6. Importancia de los musgos

Los musgos son considerados como bioindicadores de áreas conservadas y perturbadas, es decir, brindan información valiosa para conocer las condiciones en un área determinada, por sus características morfológicas y fisiológicas que conllevan amplios requerimientos de humedad, disponibilidad de agua, sombra, entre otros (García et al., 2016).

Las alfombras de musgos dotadas de cianobacterias fijadoras de nitrógeno, pueden contribuir con cantidades de nitrógeno al suelo, particularmente en tierras secas de pastoreo; también, son utilizados como semilleros, presentan tanto ventajas y

desventajas; a menudo promoviendo la germinación de las semillas o inhibiendo la supervivencia de las plántulas (Glime, 2007).

Las briofitas sirven de hábitat para organismos como los artrópodos, los cuales depositan sus huevos entre el musgo, de camuflaje contra depredadores y de alimento para estos organismos, así como para animales más grandes (Glime, 2008). Sin embargo, la carencia de valor económico, su tamaño y el poco conocimiento sobre el papel que juegan en los ecosistemas, los musgos parecen no tener alguna utilidad para la mayoría de las personas (Glime, 2007).

Debido a las funciones que los musgos desempeñan en el ecosistema, es fundamental protegerlos contra la extracción, la degradación del ambiente y cualquier acción antropogénica que limite su desarrollo y la pérdida de su diversidad y abundancia.

## 4. METODOLOGÍA

### 4.1. Descripción del área de estudio

El Parque Nacional Montecristo (PNM), se ubica en la formación volcánica antigua sobre el macizo de Montecristo, cordillera Metapán-Alotepeque, en el municipio de Metapán, departamento de Santa Ana (Figura 4), en la región NO de El Salvador, forma parte de los cantones San José Ingenio, El Limo y El Rosario; su referencia geográfica es de 14.025° LN y 89.023° LO. Posee un vértice superior que marca las fronteras de Honduras, Guatemala y El Salvador, conocido como Punto Trifinio este punto, es el más alto del Parque Nacional Montecristo a 2,418 msnm (MARN, 2012). El parque posee una extensión de 1,973 ha y un ámbito altitudinal de 700 a 2,400 msnm, cuenta con cuatro tipos de bosque, tres nativos (bosque nebuloso, bosque subcaducifolio y bosque pino-roble) y uno que corresponde a cultivo de ciprés (Girón et al., 2014; MARN, s.f); el bosque nebuloso (BN), fue declarado Parque Nacional en 1987 mediante Decreto Ejecutivo No. 53 (MARN, 2012).

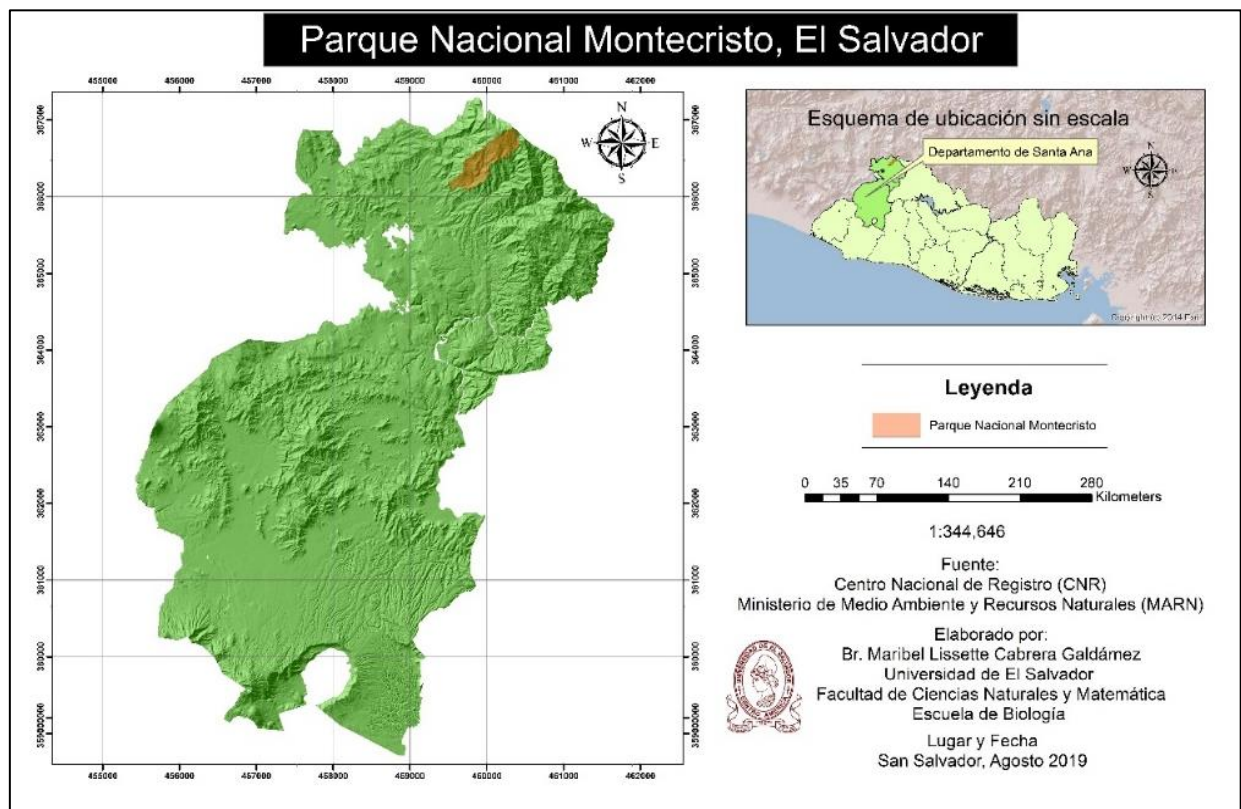


Figura 4. Ubicación geográfica del Parque Nacional Montecristo, Santa Ana. Fuente: CNR y MARN.

### 4.1.1. Topografía

La topografía del Parque Nacional Montecristo es muy accidentada, el 85% de su superficie presenta pendientes superiores al 20% y en algunas zonas es superior al 35% (Handal, 2011). Por pertenecer a una zona montañosa colindante con Honduras y Guatemala cuenta con cinco cerros, La Joya, Llano Redondo, Los Cántaros, Miramundo y Montecristo (información extraída de shapefile de cerros creado por el CNR), presenta suelos Aluviales, Andosoles, Grumosoles, Litosoles y Latosoles Arcillo Rojizos, en su mayoría está constituido por estos últimos (Figura 5); en el bosque nebuloso los suelos son húmedos y con profundas capas de humus.

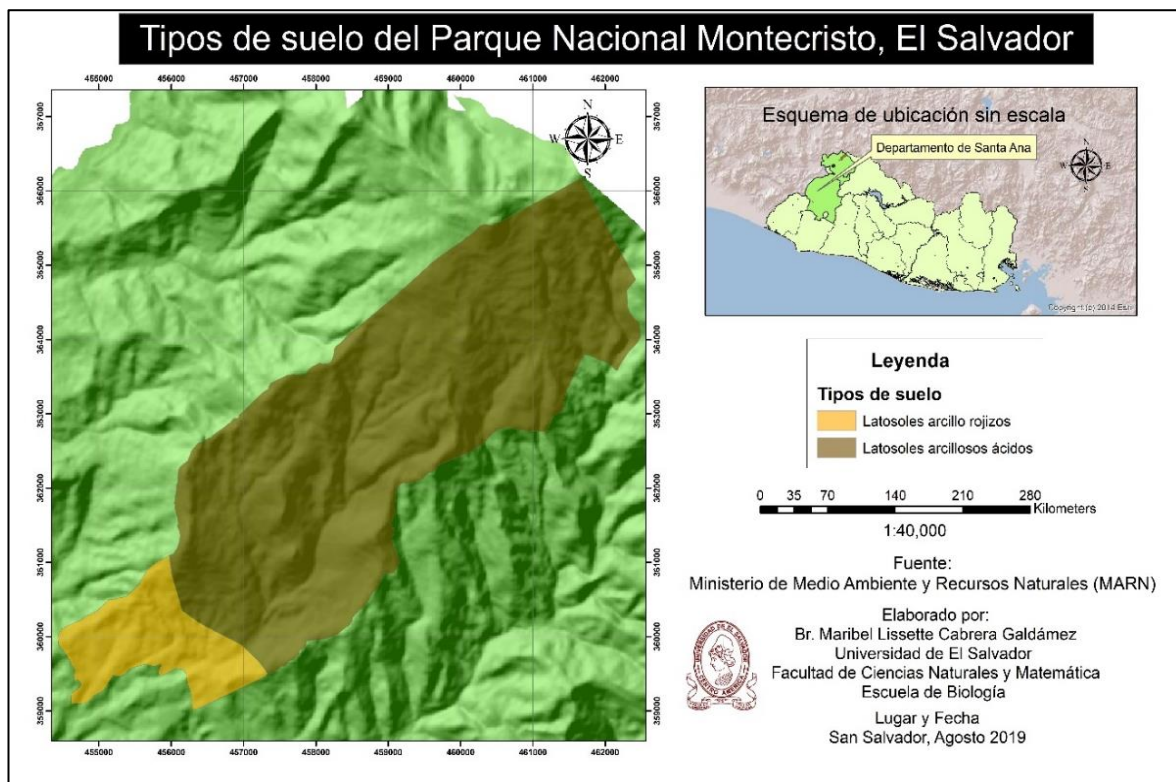


Figura 5. Tipos de Suelos del Parque Nacional Montecristo en el área. Fuente: MARN.

### 4.1.2. Hidrología

Dentro del Parque Nacional Montecristo se encuentran un total de 7 riachuelos o quebradas que abastecen a los Ríos San José, Angue, Chimualapa y El Rosario (Figura 6). El río Angue llamado el Brujo, el Frío o el Negro es uno de los más importantes porque conecta a Honduras y a Guatemala (MAG, 2012).

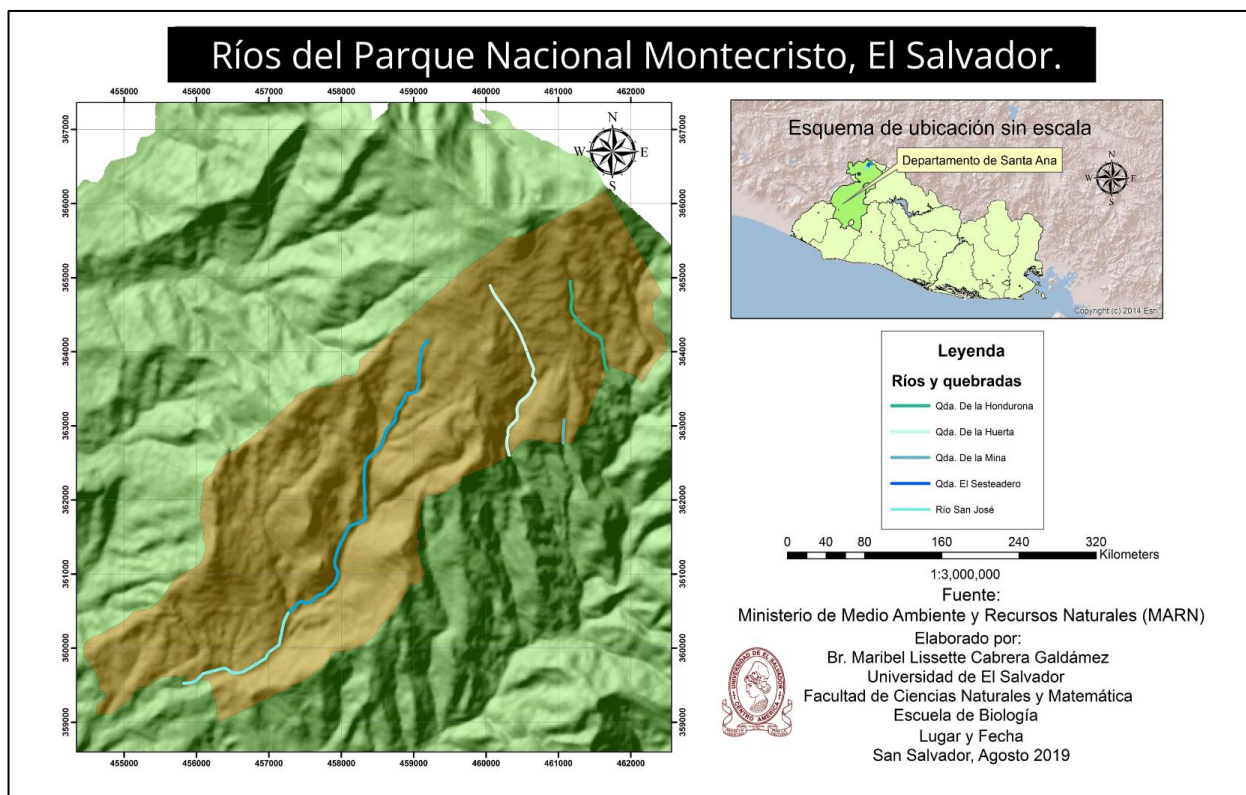


Figura 6. Principales ríos del Parque Nacional Montecristo. Fuente: MARN.

### 4.1.3. Clima

El Parque Nacional Montecristo posee una estación meteorológica ubicada en el sector de Los Planes ( $14^{\circ}23.9'N$   $89^{\circ}21,6'O$ ) en la cual se registran los datos de las variaciones en el clima durante un año (Tabla 1). Esta es la región más húmeda de El Salvador, con 2,400 mm de precipitación anual y 84% de humedad relativa anual (MARN, 2015).

Tabla 1. Datos de condiciones climáticas registradas en la estación meteorológica del Parque Nacional Montecristo durante 2015.

Condiciones Climatológicas	Registro anual
Precipitación Anual: Lluvia acumulada	2,400 mm
Temperatura mínima anual ( $\bar{x}$ )	13.2 °C
Humedad relativa anual ( $\bar{x}$ )	84%

Fuente: MARN, 2015.

#### 4.1.4. Vegetación.

El Parque Nacional Montecristo cuenta con 3 tipos principales de comunidades vegetales (Figura 7), bosque de Pino-Roble, bosques subcaducifolios y bosque nebuloso, predominan temperaturas bajas y permanece con alta humedad relativa (MAG, 2010).

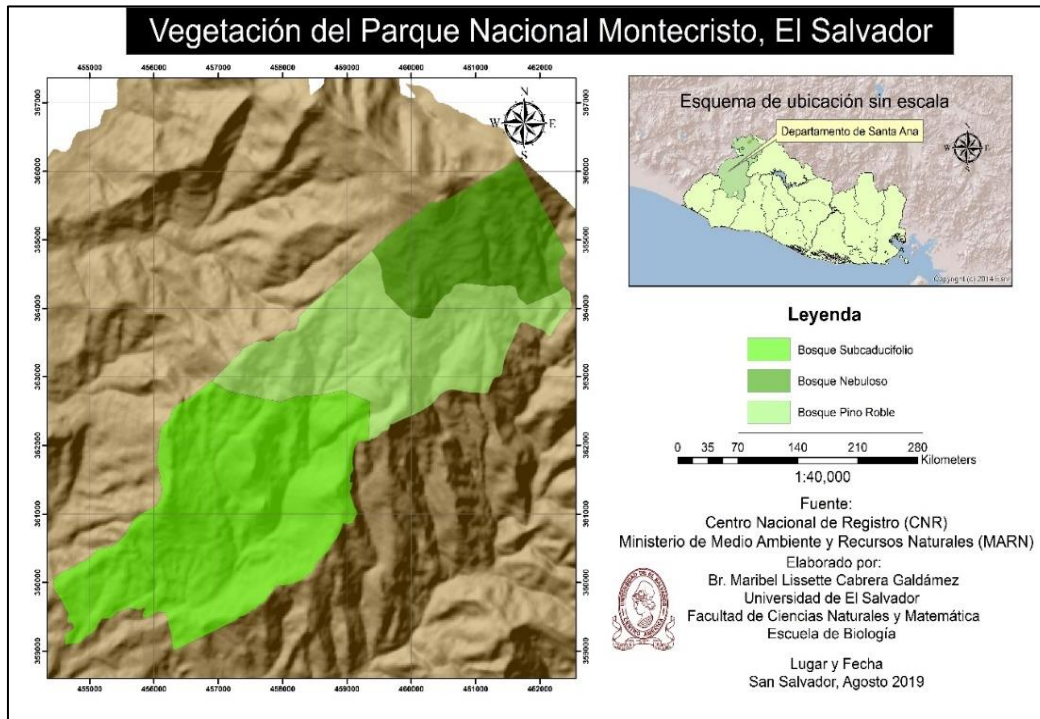


Figura 7. Tipos de Vegetación en El Parque Nacional Montecristo. Fuente: CNR y MARN.

## 4.2. Metodología de Campo

### 4.2.1. Sitios de muestreo

Para el trabajo de campo se establecieron 2 sitios de muestreo: el bosque nebuloso (BN) y el bosque subcaducifolio (BSC), en cada sitio se establecieron y delimitaron 8 transectos temporales de 2 x 20 m (Figura 8), de forma dirigida con la intención de obtener la mayor riqueza posible de musgos (Ferro-Díaz, 2015). En cada transecto se recolectaron muestras de musgos, en cuatro tipos de sustratos: corteza de árbol (epífitos), madera en descomposición, roca (rupícolas) y suelo (terricolas) (Hernández et al., 2010; Gradstein et al., 2001).

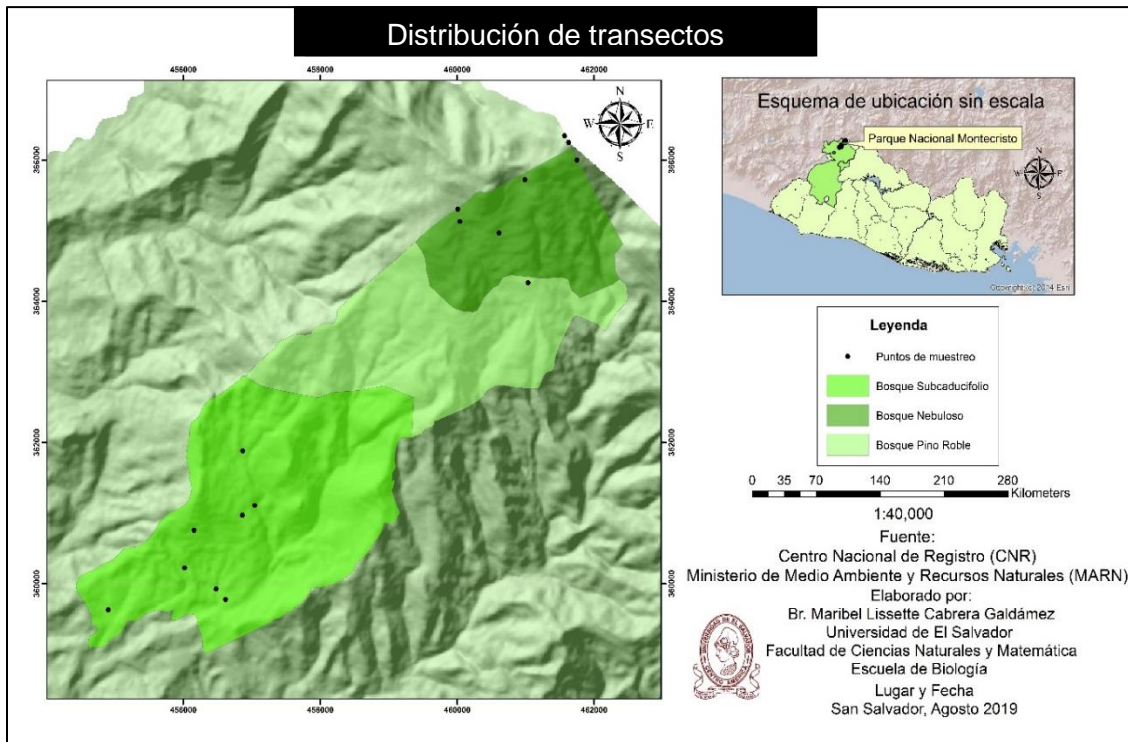


Figura 8. Distribución de transectos de muestreo en el Parque Nacional Montecristo en 2017 (tomado de shapefile de CNR Y MARN).

En cada uno de los transectos se registraron los siguientes parámetros: la temperatura ambiente, la humedad relativa y la altitud, se utilizó un termómetro ambiental con medidor de humedad marca Springfield (Figura 9) y para medir la altitud se utilizó un GPS marca garmin etrex.



Figura 9. Termómetro ambiental y medidor de humedad Springfield.

#### 4.2.2. Recolecta y toma de datos

Se realizó un viaje de reconocimiento en el mes de junio de 2017 para la ubicación y delimitación de los transectos de muestreo, se realizaron dos muestreos, uno en el mes de julio y el segundo en el mes de agosto de 2017. Para la recolección de muestras de musgos se utilizó una navaja y una espátula, se extrajo un fragmento de 20 cm<sup>2</sup> cuando fue posible, procurando que tuvieran gametofito y esporofito para ser identificados posteriormente (Figura 10). Las muestras de musgo y sus respectivos duplicados se colocaron en sobres de papel de 12 x 14 cm, elaborados a partir de hojas de papel bond A4 (Gradstein et al., 2001).



Figura 10. A. Recolección de muestras de musgos de hábito rupícola, utilizando espátula. B). Gametofitos y esporofitos de *Hypopterygium tamarisci*, agosto, 2017.

En cada sobre se anotó: nombre del colector, tipo de sustrato, tipo de vegetación, coordenadas geográficas, número de muestra, fecha, hora, lugar, nombre común y nombre científico y observaciones, también fueron anotados en la hoja de colecta con la que posteriormente se elaboró la base de datos en Excel (Figura 11). En el caso de los musgos del suelo, se extrajeron con 1-3 cm de sustrato y se depositaron en un sobre de papel.

Hoja de Recolecta						
Tipo de Vegetación : BN						
Lugar: PNM					Fecha:	
Punto	N°	Nombre científico	Nombre común	Sustrato	Hora	Observaciones
1	1		—	Corteza	10:15	Filicoides largos.
1	2		—	Corteza	10:15	similitud. muestra 1
1	3		—	Corteza	10:20	—
1	4		—	Roca	10:23	verde intenso.
1	5		—	Corteza	10:45	Pleurocer Pico
1	6		—	suelo	10:50	Awo carpud.
1	7		—	Roca	11:03	Filicoides largos. Dura
1	8		—	Corteza	11:11	—

Figura 11. Hoja de recolecta que se empleó en El Parque Nacional Montecristo en 2017.

Para el transporte de las muestras en campo se utilizó una caja de plástico debido a las constantes precipitaciones en los sitios de muestreo, posteriormente las muestras con su respectivo sobre se colocaron sobre una mesa para secarlas a la luz del sol, procurando no dañarlas (Figura 12), las muestras ya secas y en su respectivo sobre, se almacenaron en cajas de cartón.



Figura 12. A). Caja plástica donde se trasportaban las muestras durante la fase de campo. B). Secado de las muestras a la luz del sol.

### **4.3. Fase de Laboratorio**

La identificación taxonómica de las muestras de musgo se realizó en el Laboratorio “A” de la Escuela de Biología y en el Laboratorio de Entomología de Vectores del Centro de Investigación y Desarrollo en Salud (CENSALUD) de la Universidad de El Salvador.

Para la identificación se utilizó un microscopio estereoscopio y un microscopio óptico de campo claro (Figura 13), iniciando con la observación del gametofito para reconocer la forma de crecimiento, el color de la planta y los filidios; de estos últimos, los siguientes caracteres: la disposición, la forma, el margen, la base, el ápice, la costa, las células foliares, la pared celular y las papilas (Delgadillo y Cárdenas, 1990).

Entre los implementos utilizados están una cámara digital USB para microscopia (marca AmScope), pinzas finas para la extracción de las estructuras, goteros, agujas de disección y hojas de afeitar para realizar cortes trasversales de filidios y caulidios.

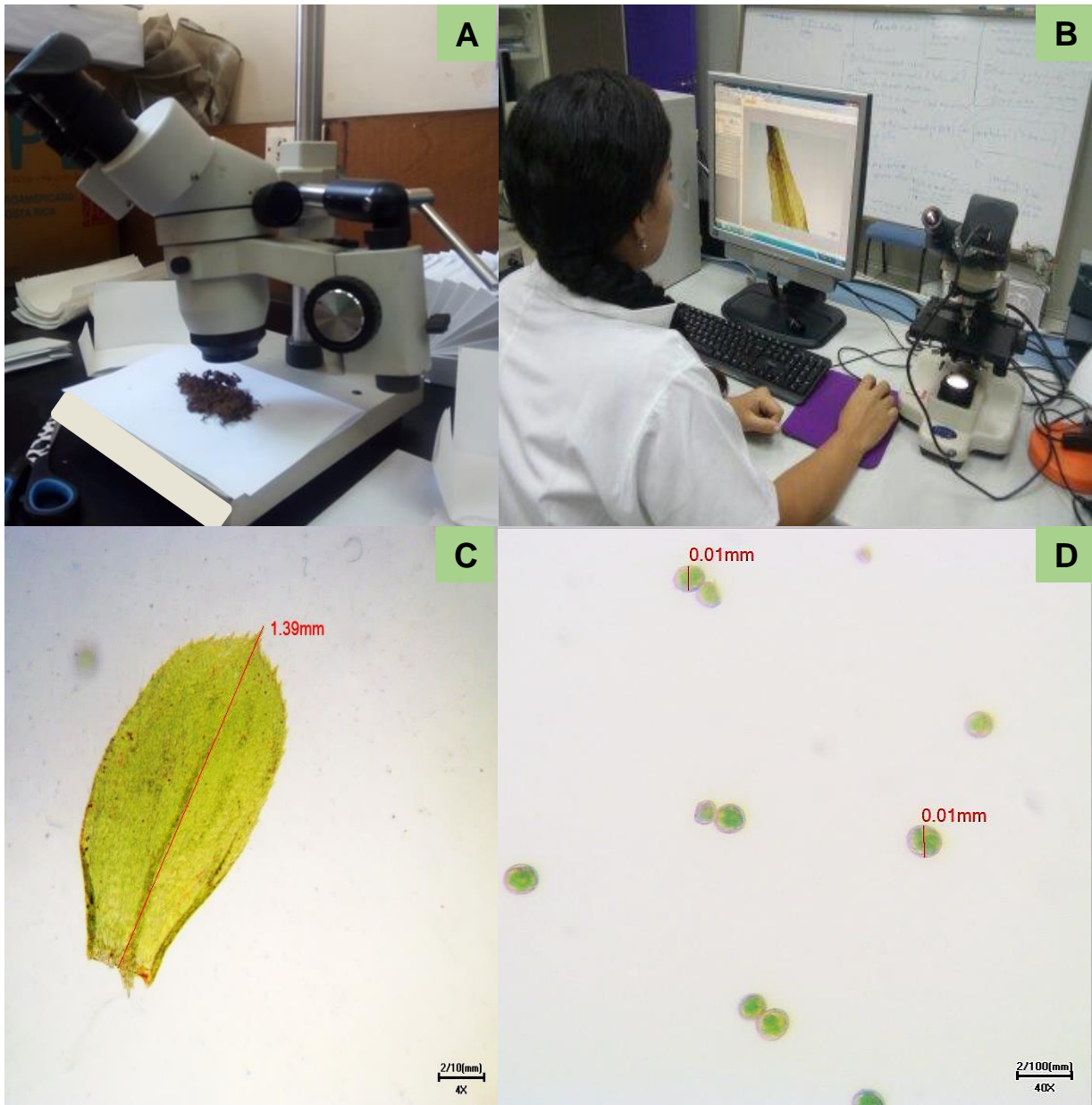


Figura 13. A). Observación de musgos al microscopio estereoscopio. B). Observación de filidios al microscopio óptico de campo claro utilizando la cámara USB. C) Medición de filidio de *Porotrichum longirostre* al 4X. D) Medición de esporas de *Trachyiphium glanduliferum* al 40X.

En la identificación de los musgos es fundamental la estructura del esporofito, se observó la posición del esporofito, la forma de la caliptra, el opérculo, la cápsula y la composición del peristoma (Delgadillo y Cárdenas, 1990).

Se utilizó solución de KOH al 3% para desprender el opérculo y observar el peristoma, Azul de metileno para colorear algunas células de los filidios que son

difíciles de identificar y aceite de inmersión para la observación de las ornamentaciones de las esporas a 100x.

Para la identificación taxonómica se utilizó la siguiente bibliografía: The Moss Flora of México Parte I (Sharp et al., 1994), The Moss Flora of México Parte II (Sharp et al., 1994), Prodrómus Bryologiae Novo-Granatensis Parte I (Churchill y Linares, 1995), Prodrómus Bryologiae Novo-Granatensis Parte II (Churchill y Linares, 1995), Musgos de Cuba (Duarte, 1997), Pleurocarpous Mosses of the West Indies (Buck, 1998), Guía ilustrada de los briofitos del parque Arví (Cuspoca et al., 1999), Guide to the Bryophytes of Tropical America (Gradstein et al., 2001), Briofitas de los Bosques templados de Chile (Ardiles et al., 2008).

Las muestras recolectadas fueron depositadas en El Herbario ITIC de la Universidad de El Salvador y El Museo de Historia Natural de El Salvador.

## 5. PROCESAMIENTO DE DATOS

### 5.1. Técnicas de análisis

La riqueza de especies y la similitud de la Clase Bryopsida en el bosque nebuloso y el bosque subcaducifolio del Parque Nacional Montecristo se determinó mediante el siguiente cálculo:

#### 5.1.1. Índice de diversidad

##### Diversidad Beta

- **Índice de similitud de Jaccard:** se utiliza para determinar la similitud entre las comunidades en estudio, dado que se toma en cuenta las especies presentes en A y en B:

$$I_J = \frac{c}{a + b - c}$$

Donde:

a= número de especies presentes en el sitio A.

b= número de especies presentes en el sitio B.

c= número de especies en común entre ambos sitios A y B (Moreno, 2001).

El rango de este índice va desde cero (0) cuando no hay especies compartidas, hasta uno (1) cuando los dos sitios comparten las mismas especies. Este índice mide diferencias en la presencia o ausencia de especies (Humboldt, 2001).

### 5.2. Tablas en Excel

Se emplearon tablas de Excel para organizar y analizar los datos recopilados durante el estudio.

Las tablas se estructuraron con columnas que representan 'Familia', 'Nombre científico' y 'Presencia en BN o BSC', y filas que corresponden a cada entrada de datos, también la frecuencia de las especies en los transectos establecidos y la frecuencia absoluta de las especies para el análisis de los datos.

## 6. RESULTADOS

En el inventario de la Brioflora realizado en el Parque Nacional Montecristo en un periodo de 3 meses, se identificaron 23 familias, 45 géneros y 62 especies, las familias con mayor riqueza de especies fueron las siguientes: Sematophyllaceae con 8, Dicranaceae y Fissidentaceae con 7, Pilotrichaceae con 6, Daltoniaceae y Meteoriaceae con 4, Bryaceae y Hypnaceae con 3, Entodontaceae, Leskeaceae, Leucomiaceae, Macromitriaceae y Pottiaceae con 2, las familias que presentaron 1 especie son las siguientes: Anomodontaceae, Bartramiaceae, Calymperaceae, Hypopterygiaceae, Leucobryaceae, Plagiotheciaceae, Racopilaceae, Rhizogoniaceae, Stereophyllaceae y Thamnobryaceae; de las 62 especies reportadas, 43 corresponde al BN y 23 al BSC, con 4 especies comunes entre ambas comunidades (Tabla 2, Anexo 1 y 2).

Tabla 2. Riqueza de especies de la Clase Bryopsida en el bosque nebuloso y bosque subcaducifolio del Parque Nacional Montecristo, El Salvador 2017.

N°	Familia	Nombre científico (cf)	BN	BSC
1	Anomodontaceae	<i>Herpetineuron toccoae</i> (Sull. & Lesq.) Cardot	X	
2	Bartramiaceae	<i>Bartramia stricta</i> Brid.		X
3	Bryaceae	<i>Bryum laevigatum</i> Hook. f. & Wilson.		X
4		<i>Bryum sp.</i> Hedw.		X
5		<i>Eipterygium immarginatum</i> Mitt.	X	
6	Calymperaceae	<i>Calymperes erosum</i> Müll. Hal.	X	
7	Daltoniaceae	<i>Daltonia longifolia</i> Taylor.	X	
8		<i>Daltonia pulvinata</i> Mitt.	X	
9		<i>Daltonia splachnoides</i> (Sm.) Hook. & Taylor.	X	
10		<i>Leskeodon pusillus</i> (Mitt.) Broth.	X	
11	Dicranaceae	<i>Bryohumbertia filifolia</i> (Hornsch.) J.-P. Frahm	X	
12		<i>Campylopus flexuosus</i> (Hedw.) Brid.	X	
13		<i>Campylopus fragilis</i> (Brid.) Bruch & Schimp.	X	
14		<i>Campylopus pyriformis</i> (Schultz) Brid.	X	
15		<i>Cynodontium guatemalense</i> (E.B. Bartram) H.A. Crum	X	
16		<i>Holomitrium arboreum</i> Mitt.	X	
17		<i>Rhabdoweisia fugax</i> (Hedw.) Bruch & Schimp.	X	
18	Entodontaceae	<i>Entodon jamesonii</i> (Taylor) Mitt.		X
19		<i>Erythrodontium squarrosus</i> (Hampe) Paris		X
20	Fissidentaceae	<i>Fissidens limbatus</i> Sull.	X	X
21		<i>Fissidens asplenioides</i> Hedw.	X	
22		<i>Fissidens bryoides</i> Hedw.	X	

23		<i>Fissidens hornschuchii</i> Mont.		X
24		<i>Fissidens lagenarius</i> Mitt.		X
25		<i>Fissidens taxifolius</i> Hedw.	X	
26		<i>Fissidens weirii</i> Mitt.		X
27	Hypnaceae	<i>Chryso-hypnum diminutivum</i> (Hampe) W.R. Buck	X	X
28		<i>Ctenidium malacodes</i> Mitt.	X	
29		<i>Isopterygium tenerum</i> (Sw.) Mitt.	X	
30	Hypopterygiaceae	<i>Hypopterygium tamarisci</i> (Sw.) Brid. ex Müll. Hal.	X	
31	Leskeaceae	<i>Haplocladium microphyllum</i> (Hedw.) Broth.		X
32		<i>Leskea angustata</i> Taylor.	X	
33	Leucobryaceae	<i>Octoblepharum albidum</i> Hedw.		X
34	Leucomiaceae	<i>Leucomium strumosum</i> (Hornsch.) Mitt.	X	
35		<i>Rhynchostegiopsis flexuosa</i> (Sull.) Müll. Hal.	X	
36	Macromitriaceae	<i>Groutiella tomentosa</i> (Hornsch.) Wijk & Margad.	X	
37		<i>Schlotheimia rugifolia</i> (Hook.) Schwägr.	X	
38	Meteoriaceae	<i>Orthodontium pellucens</i> (Hook.) Bruch & Schimp.	X	
39		<i>Orthostichella versicolor</i> (Müll. Hal.) Hampe.		X
40		<i>Papillaria crocea</i> (Hampe) A. Jaeger		X
41		<i>Pilotrichella flexilis</i> (Hedw.) Ångstr.	X	X
42	Pilotrichaceae	<i>Callicostella ciliata</i> (Schimp.) A. Jaeger		X
43		<i>Cyclodictyon albicans</i> (Hedw.) Kuntze	X	
44		<i>Cyclodictyon humile</i> (Mitt.) Kuntze	X	
45		<i>Lepidopilidium divaricatum</i> (Dozy & Molk.) Broth.	X	
46		<i>Lepidopilum longifolium</i> Hampe.	X	
47		<i>Trachyxiphium glanduliferum</i> (Hampe) S.P. Churchill & E.L. Linares	X	
48	Plagiotheciaceae	<i>Plagiothecium lucidum</i> (Hook. f. & Wilson) Paris	X	
49	Pottiaceae	<i>Hyophila involuta</i> (Hook.) A. Jaeger		X
50		<i>Tuerckheimia valeriana</i> (E.B. Bartram) R.H. Zander	X	
51	Racopilaceae	<i>Racopilum tomentosum</i> (Hedw.) Brid.		X
52	Rhizogoniaceae	<i>Rigodium toxarion</i> (Schwägr.) A. Jaeger	X	
53	Sematophyllaceae	<i>Acroporium estrellae</i> (Müll. Hal.)	X	
54		<i>Acroporium longirostre</i> (Brid.) W.R. Buck	X	
55		<i>Sematophyllum cuspidiferum</i> Mitt.	X	X
56		<i>Sematophyllum erythropodium</i> Mitt.	X	
57		<i>Sematophyllum galipense</i> (Müll. Hal.) Mitt.		X
58		<i>Sematophyllum subsimplex</i> (Hedw.) Mitt.		X
59		<i>Sematophyllum swartzii</i> (Schwägr.) W.H. Welch & H.A. Crum	X	
60		<i>Taxithelium planum</i> (Brid.) Mitt.		X
61	Stereophyllaceae	<i>Eulacophyllum cultelliforme</i> (Sull.) W.R. Buck & Ireland		X
62	Thamnobryaceae	<i>Porotrichum longirostre</i> (Hook.) Mitt.	X	
Total.	23	62	43	23

## 6.1. Frecuencia absoluta

En el BN se identificaron 43 especies de las cuales *Acroporium estrellae* y *Porotrichum longirostre* fueron las más frecuentes al registrarse en 3 transectos. En segundo lugar, están 8 especies: *Campylopus fragilis*, *Ctenidium malacodes*, *Fissidens bryoides*, *Fissidens taxifolius*, *Isopterygium tenerum*, *Rhynchostegiopsis flexuosa*, *Sematophyllum erythropodium*, *Sematophyllum swartzii*, que se registraron en 2 transectos (Tabla 3 y Figura 14) y para las 33 especies restantes, solo se reportan en 1 transecto.

Tabla 3. Frecuencia absoluta de especies de musgo reportadas en el BN 2017.

Bosque Nebuloso										
	Especie (cf)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	Fa
1	<i>Acroporium estrellae</i> (Müll. Hal.)	5		1			1			3
2	<i>Acroporium longirostre</i> (Brid.) W.R. Buck				1					1
3	<i>Bryohumbertia filifolia</i> (Hornsch.) J.-P. Frahm	1								1
4	<i>Calymperes erosum</i> Müll. Hal.						1			1
5	<i>Campylopus flexuosus</i> (Hedw.) Brid.	1								1
6	<i>Campylopus fragilis</i> (Brid.) Bruch & Schimp.		1	1						2
7	<i>Campylopus pyriformis</i> (Schultz) Brid.			2						1
8	<i>Chryso-hypnum diminutivum</i> (Hampe) W.R. Buck						1			1
9	<i>Ctenidium malacodes</i> Mitt.				1	2				2
10	<i>Cyclodictyon albicans</i> (Hedw.) Kuntze				1					1
11	<i>Cyclodictyon humile</i> (Mitt.) Kuntze					1				1
12	<i>Cynodontium guatemalense</i> (E.B. Bartram) H.A. Crum	1								1
13	<i>Daltonia longifolia</i> Taylor.	1								1
14	<i>Daltonia pulvinata</i> Mitt.			1						1
15	<i>Daltonia splachnoides</i> (Sm.) Hook. & Taylor.	2								1
16	<i>Epipterygium immarginatum</i> Mitt.						1			1
17	<i>Fissidens asplenioides</i> Hedw.							1		1
18	<i>Fissidens bryoides</i> Hedw.		1				1			2
19	<i>Fissidens limbatus</i> Sull.					1				1
20	<i>Fissidens taxifolius</i> Hedw.		1			1				2
21	<i>Groutiella tomentosa</i> (Hornsch.) Wijk & Margad.								1	1
22	<i>Herpetineuron tocoxae</i> (Sull. & Lesq.) Cardot					1				1
23	<i>Holomitrium arboreum</i> Mitt.					2				1
24	<i>Hypopterygium tamarisci</i> (Sw.) Brid. ex Müll. Hal.					1				1
25	<i>Isopterygium tenerum</i> (Sw.) Mitt.					1	1			2
26	<i>Lepidopilidium divaricatum</i> (Dozy & Molk.) Broth.							1		1

27	<i>Lepidopilum longifolium</i> Hampe.		1							1
28	<i>Leskea angustata</i> Taylor.				2					1
29	<i>Leskeodon pusillus</i> (Mitt.) Broth.		1							1
30	<i>Leucomium strumosum</i> (Hornsch.) Mitt.		1							1
31	<i>Orthodontium pellucens</i> (Hook.) Bruch & Schimp.	1								1
32	<i>Pilotrichella flexilis</i> (Hedw.) Ångstr.		1							1
33	<i>Plagiothecium lucidum</i> (Hook. f. & Wilson) Paris								1	1
34	<i>Porotrichum longirostre</i> (Hook.) Mitt.		3	1	1					3
35	<i>Rhabdoweisia fugax</i> (Hedw.) Bruch & Schimp.					2				1
36	<i>Rhynchostegiopsis flexuosa</i> (Sull.) Müll. Hal.		1		1					2
37	<i>Rigodium toxarion</i> (Schwägr.) A. Jaeger					1				1
38	<i>Schlotheimia rugifolia</i> (Hook.) Schwägr.								1	1
39	<i>Sematophyllum cuspidiferum</i> Mitt.								1	1
40	<i>Sematophyllum erythropodium</i> Mitt.			1		2				2
41	<i>Sematophyllum swartzii</i> (Schwägr.) W.H. Welch & H.A. Crum		2						1	2
42	<i>Trachyxiphium glanduliferum</i> (Hampe) S.P. Churchill & E.L. Linares		2							1
43	<i>Tuerckheimia valeriana</i> (E.B. Bartram) R.H. Zander					1				1
Total		12	15	7	7	15	6	2	5	55

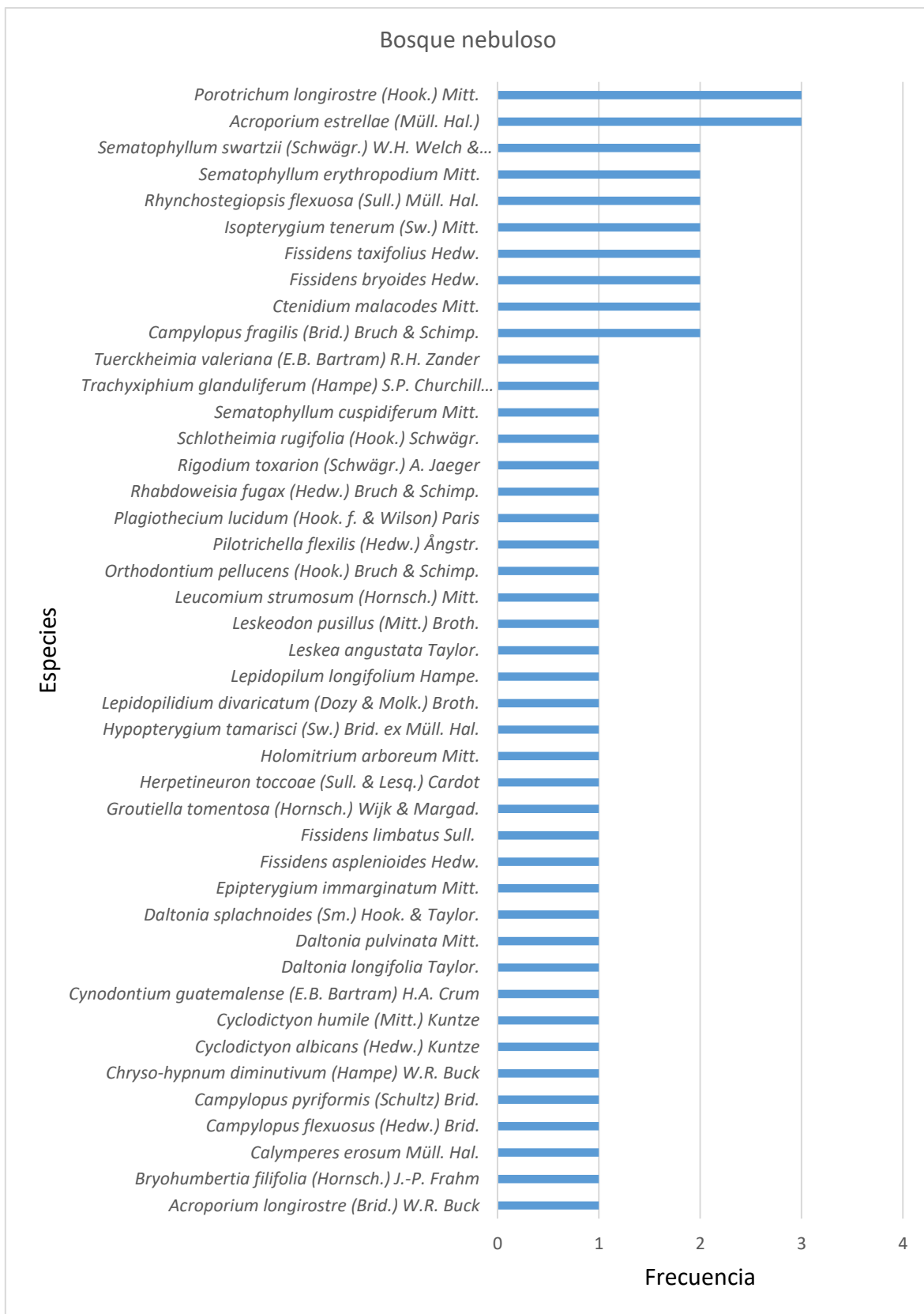


Figura 14. Frecuencia absoluta de especies de musgos en el BN del PNM en 2017.

En el BSC las especies con mayor frecuencia absoluta fueron: *Sematophyllum galipense* y *Octoblepharum albidum*, con registro en tres transectos; en segundo lugar, están *Racopilum tomentosum* y *Sematophyllum cuspidiferum*, con registro en dos transectos y la menor frecuencia fue para 19 especies, con registro en un solo transecto (Tabla 4 y Figura 15).

Tabla 4. Frecuencia absoluta de especies de musgo reportadas en el BSC en 2017.

Bosque subcaducifolio										
	Especie (cf)	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	Fa
1	<i>Bartramia stricta</i> Brid.								1	1
2	<i>Bryum laevigatum</i> Hook. f. & Wilson.				1					1
3	<i>Bryum</i> sp. Hedw.		1							1
4	<i>Callicostella ciliata</i> (Schimp.) A. Jaeger						1			1
5	<i>Chryso-hypnum diminutivum</i> (Hampe) W.R. Buck					1		1		2
6	<i>Entodon jamesonii</i> (Taylor) Mitt.			1						1
7	<i>Erythrodontium squarrosus</i> (Hampe) Paris						1			1
8	<i>Eulacophyllum cultelliforme</i> (Sull.) W.R. Buck & Ireland					1		1		2
9	<i>Fissidens hornschurchii</i> Mont.		1							1
10	<i>Fissidens lagenarius</i> Mitt.								1	1
11	<i>Fissidens limbatus</i> Sull.					1				1
12	<i>Fissidens weirii</i> Mitt.							1		1
13	<i>Haplocladium microphyllum</i> (Hedw.) Broth.				1					1
14	<i>Hyophila involuta</i> (Hook.) A. Jaeger				1					1
15	<i>Octoblepharum albidum</i> Hedw.		1	1		1				3
16	<i>Orthostichella versicolor</i> (Müll. Hal.) Hampe.	2								1
17	<i>Papillaria crocea</i> (Hampe) A. Jaeger	1								1
18	<i>Pilotrichella flexilis</i> (Hedw.) Ångstr.	2								1
19	<i>Racopilum tomentosum</i> (Hedw.) Brid.	2		1						2
20	<i>Sematophyllum cuspidiferum</i> Mitt.	2		1						2
21	<i>Sematophyllum galipense</i> (Müll. Hal.) Mitt.	2	2	1						3
22	<i>Sematophyllum subsimplex</i> (Hedw.) Mitt.		1							1
23	<i>Taxithelium planum</i> (Brid.) Mitt.		1							1
Total		11	7	5	3	4	2	3	2	31

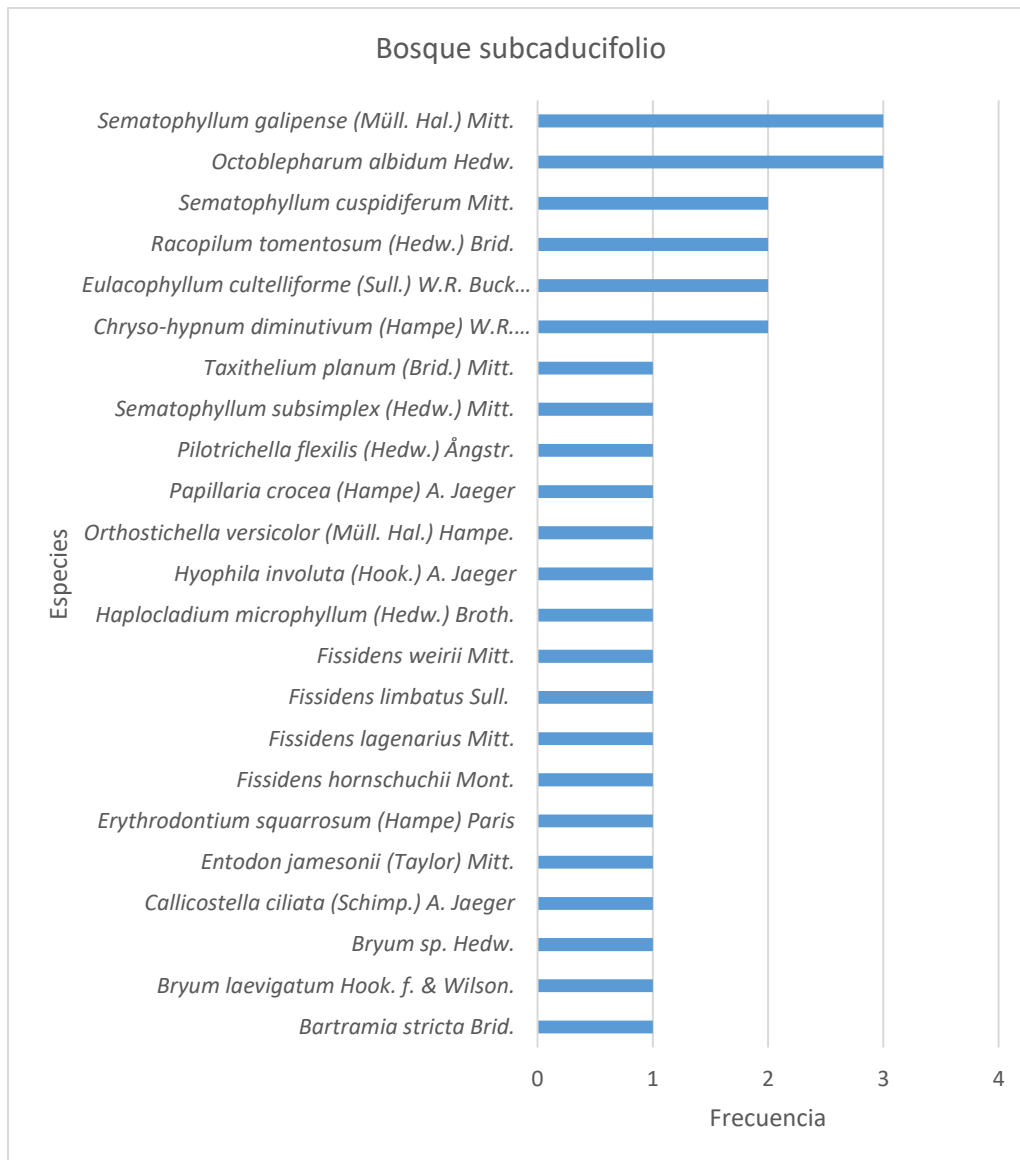


Figura 15. Frecuencia absoluta de especies de musgos en el BSC del PNM en 2017.

## 6.2. Sustrato

Con respecto a la preferencia de los sustratos de los musgos, la corteza de árboles fue la más representativa con 56 y 18 especies reportadas para el BN y el BSC respectivamente, le siguen los rupícolas con 15 especies en el BSC y 7 en el BN; los terrícolas solo presentaron 5 especies en el BN y 1 en el BSC y el sustrato de menor preferencia fue el de madera en descomposición, con 2 especies en el BN y 1 en el BSC (Figura 16).

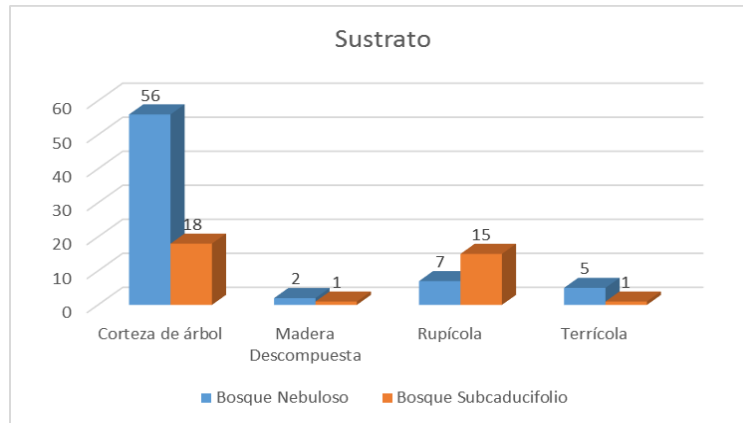


Figura 16. Preferencia de sustrato de musgos en el BN y BSC del Parque Nacional Montecristo 2017.

### 6.3. Parámetros ambientales

Durante los muestreos realizados se registraron los parámetros ambientales siguientes: temperatura y humedad relativa, en los meses de julio y agosto de 2017. En el BN el promedio de temperatura fue mayor en el mes de julio con  $17.3 \pm 0.5$  °C y para el mes de agosto fue de  $15.4 \pm 0.5$  °C, en cambio, la humedad relativa tuvo el promedio más alto en el mes de agosto con 90.3% y en julio fue menor con 84.6%; en el BSC el promedio más alto de temperatura fue en el mes de julio con  $20.8 \pm 0.3$  °C y la menor en el mes de agosto con  $20.5 \pm 0.4$  °C, la humedad relativa tuvo el promedio más alto en el mes de agosto con 84.3% y el menor valor en el mes de julio, con 80.9% (Tabla 5).

Tabla 5. Promedios de temperatura y humedad relativa durante los meses de julio-agosto de 2017.

	Parámetro	Julio 2017	Agosto 2017
BN	Temperatura $\bar{x}$ en °C	$17.3 \pm 0.5$	$15.4 \pm 0.5$
	Humedad $\bar{x}$ en %	84.6	90.3
BSC	Temperatura $\bar{x}$ en °C	$20.8 \pm 0.3$	$20.5 \pm 0.4$
	Humedad $\bar{x}$ en %	80.9	84.3

### 6.4. Índice de similitud de Jaccard

Las comunidades de musgos del BN y BSC presentaron el 0.0645 (**6.45%**) de similitud de especies, con *Chryso-hypnum diminutivum*, *Fissidens limbatus*, *Pilotrichella flexilis* y *Sematophyllum cuspidiferum* presentes en ambas comunidades.

## 7. DISCUSIÓN

Para El Salvador, según Búcaro (2016) se reportan 269 especies de musgos, de las cuales 62 especies (23%), se reportan en esta investigación para el Parque Nacional Montecristo, de esas 62 especies, 43 (65%) corresponden al BN y 23 (35%) al BSC con 4 especies en común entre ambas comunidades: *Chryso-hypnum diminutivum*, *Fissidens limbatus*, *Pilotrichella flexilis* y *Sematophyllum cuspidiferum*. Estos resultados son superiores a las 31 especies reportadas en Cuscatlania (1991), para el Parque Nacional Montecristo, de las cuales solo 3 especies coinciden con esta investigación: *Campylopus flexuosus*, *Chryso-hypnum diminutivum* y *Racopilum tomentosum*.

Las comunidades en el presente estudio muestran heterogeneidad en la composición y diversidad o riqueza de especies, el BN presenta mayor diversidad de especies; lo cual concuerda con González et al. (2003) y Serrano (1992), quienes establecen que los bosques con valores altos de precipitación y nieblas son los que presentan mayor diversidad y cobertura de briofitos y otros organismos, por la disponibilidad de agua, que es esencial para el desarrollo de las especies.

La familia Sematophyllaceae fue la más diversa con 7 especies, de las cuales 5 corresponden al género *Sematophyllum*, lo que concuerda con Mateo (2011), que realizó un estudio de diversidad de musgos en un bosque nublado de la Reserva Científica Ébano Verde, La Vega y determinó que esta familia con 14 especies, presento una amplia distribución en el área de estudio, para esta investigación la familia en mención se reporta en ambas comunidades y en la mayoría de sustratos; esto concuerda con Campos et al. (2008), que establecen que la familia Sematophyllaceae se distribuye desde bosques cálidos tropicales hasta los bosques alto-andinos y Gradstein et al. (2001), reportan al género *Sematophyllum* en bosques húmedos a semisecos de tierras bajas a bosques montanos superiores, desde cerca del nivel del mar hasta los 4,000 msnm; con relación a los sustratos, ambos autores establecen mayor preferencia de los sustratos: suelo, corteza de árboles y arbustos, rocas y madera en descomposición, similares a los de esta investigación.

La familia Dicranaceae también presentó alta riqueza de especies con 7, el género *Campylopus* es el más representativo, con 3 especies solo para el BN, lo que concuerda con Mateo (2011), que determinó mayor número de especies (10) de la familia Dicranaceae en su estudio, y con Churchill y Linares (1995), quienes establecen que esa familia se distribuye desde bosques tropicales húmedos hasta bosques alto-andinos, paramos, sabanas y bosques semi-secos, frecuentes en bosques secundarios y en áreas perturbadas; observado en diversos sustratos como suelo, humus, madera en descomposición, rocas, corteza de árboles y arbustos, sin embargo, este género no se reportó en el BSC del presente estudio, posiblemente se deba a que no poseían esporofito por lo que no se recolectó durante los muestreos.

Por otra parte, la familia Fissidentaceae es monotípica, con un solo género *Fissidens* del cual en este estudio se reportan 7 especies, lo que concuerda con Fernandes et al. (2016), que realizó un análisis florístico en Caatinga, en el cual identifica a la familia Fissidentaceae con mayor riqueza de especies, y de amplia distribución ya que se registraron 4 especies tanto para el BN como para el BSC, lo cual concuerda con Gradstein et al. (2001), que reportan a estas especies en sitios sombreados y húmedos, en el suelo, rocas asociadas con arroyos y troncos inferiores de árboles, algunas especies acuáticas; en tierras bajas húmedas o húmedas a bosques montanos superiores, en áreas abiertas cuando están lo suficientemente húmedas, extendiéndose hacia el zacatonal, páramo, desde cerca del nivel del mar hasta los 4,450 msnm.

De la familia Pilotrichaceae se reportan 2 especies del género *Cyclodictyon*, ambas especies se observaron solo en el BN, este resultado concuerda con los de Gradstein et al. (2001), que establecen que ese género se distribuye desde bosques húmedos tropicales hasta bosques alto-andinos, entre los 850 a 2,900 msnm, en sustratos como corteza de ramas y troncos de árboles, suelo, roca y materia en descomposición; además Campos et al. (2008), establecen que se distribuyen entre los 0 a 3,900 msnm, en el suelo y ocasionalmente en rocas, por lo que consideran que el género tiene amplia distribución altitudinal.

La riqueza de especies y la distribución de las familias Sematophyllaceae, Dicranaceae, Fissidentaceae y Pilotricaceae, podría deberse a los valores promedio de temperatura y humedad relativa predominantes, lo que concuerda con Ramírez (2009), quien menciona que la distribución de los musgos en un gradiente altitudinal incrementa la riqueza a medida que asciende.

La familia Anomodontaceae se encuentra entre las 10 familias con un solo representante, el género *Herpetineuron* que se reportó en el BN a 2,056 msnm, lo cual se asemeja a lo establecido por Gradstein et al. (2001), quienes mencionan que crece en el suelo, en rocas y en troncos de árboles de bosques montanos abiertos a elevaciones de 800 a 2,900 msnm; de igual manera la familia Bartramiaceae, con el género *Bartramia*, presentó una distribución limitada con registro solo en el BSC a 798 msnm, similar a lo reportado por Gradstein et al. (2001), quienes establecen que a pesar de que es común en bosques tropicales hasta alto-andinos, con una distribución entre los 200 a 3,500 msnm, sin embargo en El Salvador ambas especies tienen distribución limitada con respecto a lo que establecen los autores antes citados.

El género *Racopilum* (Racopilaceae) se reportó a 1,250 msnm en el BSC tal como establecen Churchill y Linares (1995), quienes mencionan en sus trabajos este género se distribuye desde bosques húmedos a muy húmedos, desde zonas bajas a altas; sobre troncos y ramas de árboles y arbustos, trozos de madera, suelo y rocas, desde los 340 a 3,400 msnm, lo que concuerda con estos resultados.

### **7.1. Frecuencia absoluta**

En el BN las especies más frecuentes fueron *Acroporium estrellae* y *Porotrichum longirostre* ya que se registraron en 3 de 8 transectos, lo cual es similar a lo reportado por Mateo (2011), que registró a *A. estrellae* en 3 de 7 transectos en un BN, y Do Carmo et al. (2016), realizaron un estudio en un bosque lluvioso denso de montaña en el Parque Estadual da Serra do Mar, en el cual se registró a *P. longirostre* en 2 de 6 transectos, ambas especies tanto para el BN así como las

realizadas por los autores anteriores, se considera que tienen frecuencia absoluta media.

También las especies *Ctenidium malacodes* y *Sematophyllum swartzii* fueron frecuentes en 2 de 8 transectos, similar a lo que reportó Lozano y Esquivel (2016), que registraron a *C. malacodes* en 4 de 4 transectos, y Herrera y Martínez (2014), registro a *Sematophyllum swartzii* en 5 de 12 transectos, por lo que se considera que esas 2 especies tienen frecuencia absoluta baja para este estudio, en cambio, con base a las frecuencias registradas por los autores anteriores, *C. malacodes* presenta frecuencia absoluta muy alta y *S. swartzii* una frecuencia absoluta media.

En el BSC, las especies con mayor frecuencia fueron *Octoblepharum albidum* y *Sematophyllum galipense* encontrándose en 3 de 8 transectos, similar a los resultados obtenidos por Cataño (2018), en el cual registro a *O. albidum* en 4 de 4 transectos, y Lopes et al. (2016), que registraron a *S. galipense* en 2 de 8 transectos, por lo que ambas especies del BSC son consideradas con frecuencia absoluta media, en cuanto a las registradas por los autores anteriores, *O. albidum* presenta frecuencia absoluta muy alta y *S. galipense* frecuencia absoluta baja.

También *Sematophyllum cuspidiferum* y *Racopilum tomentosum* fueron frecuentes en 2 de 8 transectos en el BSC, frecuencias inferiores a las que reportan Herrera y Martínez (2014), donde *S. cuspidiferum* se registró en cinco de doce transectos, y Soloaga (2014), que registró a *R. tomentosum* en tres de cuatro transectos, para las especies *S. cuspidiferum* y *R. tomentosum* se considera que tienen frecuencia absoluta baja, en cuanto a las registradas por los autores anteriores *S. cuspidiferum* presenta frecuencia absoluta media y *R. tomentosum* frecuencia absoluta alta.

## **7.2. Sustrato**

Los musgos cortícolas o de hábito epifito fueron los más representativos con 58 especies, en el BN y 18 en BSC, esta preferencia puede deberse a lo propuesto por Barkman (1958), Lesica y Antibus (1991), quienes establecen que las propiedades

de la corteza (la dureza, la rugosidad, la estabilidad y la composición química) pueden ejercer una influencia positiva sobre el epifitismo.

En segundo lugar, están los musgos rupícolas con 15 especies para el BSC y 7 para el BN, esta diferencia posiblemente puede estar ligada a la distribución y ubicación de los transectos de muestreo, ya que fue dirigido a puntos donde se observó mayor presencia de briofitos; de un total de 8 transectos, 6 se encontraban situados cerca de riachuelos o quebradas en el BSC; mientras que en el BN solamente 4 de 8 transectos se encontraban situados cerca de riachuelos o quebradas, lo cual concuerda con Pinzón y Linares (2006), que establecen que la alta riqueza específica de musgos en las rocas podría deberse a la elevada cantidad de fisuras y agujeros en los que se acumula polvo, materia orgánica y agua de manera temporal, lo que favorece el desarrollo de un buen número de especies, principalmente acrocarpicos.

Los musgos terrícolas presentaron baja riqueza de especies para este sustrato, con 5 especies para el BN y una para el BSC, la baja presencia de musgos en el suelo puede deberse, a lo que establece Frahm (2003), que la cantidad de hojarasca y su rápida descomposición limita la variedad de especies de musgo.

### **7.3. Parámetros ambientales**

La temperatura y la humedad relativa son factores importantes para el establecimiento de las comunidades de musgos, en el Parque Nacional Montecristo, el BN presento temperatura promedio de  $16.31 \pm 0.4$  °C y humedad relativa de 90.3%, durante el periodo de muestreo y una riqueza de 43 especies, mientras que en el BSC el promedio de temperatura fue de  $20.62 \pm 0.3$  °C y humedad relativa de 80.9% y una riqueza de 23 especies; esto concuerda con Soloaga (2014), que determinó para un clima tropical de selva alta, con altitud de 1,650 msnm, la mayor riqueza de especies a temperatura de 25.7°C y humedad relativa de 87%; también, establece que si la humedad baja del 80%, los individuos se secan, disminuyendo la riqueza de especies; asimismo Gimingham y Birse (1957), establecen en términos

generales que ciertas condiciones ambientales al interior de cada punto o hábitat puede favorecer o no a ciertas especies de musgo.

#### **7.4. Índice de similitud de Jaccard**

El valor de la diversidad beta establece baja similitud entre las dos comunidades 0.0645 (6.45%), y mayor complementariedad de 0.935 (93.55%), es decir, las comunidades de musgos no son similares en la composición de especies. Estos resultados son similares a los de Zepeda et al. (2014), que realizaron el análisis de las especies de musgos epifitos empleando el índice de similitud de Jaccard, el cual mostró baja similitud promedio de 0.30 y, por lo tanto, mayor complementariedad promedio de 0.70, lo anterior indica que los sitios de estudio poseen diferente composición de especies, lo que concuerda con Bolaños (2012), que obtuvo sólo el 0.4 de similitud de especies de musgo del Río Cocuy y la Quebrada Juntas, con el índice de Jaccard.

## 8. CONCLUSIONES

El bosque nebuloso presentó la mayor riqueza de especies de musgos, con 43 (65%) y la familia Sematophyllaceae, la más representativa por frecuencia de especies, mientras que el bosque subcaducifolio presentó la menor riqueza, con 23 especies (35%) y la familia más representativa fue Fissidentaceae; estas familias tuvieron mayor diversidad de especies y amplia distribución.

La mayor frecuencia absoluta en el bosque nebuloso corresponde a dos especies, *Acroporium estrellae* y *Porotrichum longirostre*, mientras que en el bosque subcaducifolio las dos especies con mayor frecuencia fueron *Octoblepharum albidum* y *Sematophyllum galipense*, en ambos casos la frecuencia absoluta fue media.

Las comunidades de musgos del BN y el BSC en el Parque Nacional Montecristo presentaron baja similitud en la composición de especies (6.45%) según el Índice de Jaccard.

La preferencia de sustratos tuvo una diferencia muy marcada, los musgos en corteza de árbol tuvieron mayor presencia tanto en el BN como en el BSC, las rocas y el suelo presentaron menor preferencia en ambos sitios.

Con respecto a las variables ambientales, el promedio de temperatura fue menor en el BN, lo cual favorece mayores valores de humedad relativa, posiblemente estas variables estén condicionando la riqueza y distribución de especies de musgos.

## **9. RECOMENDACIONES**

Es necesario elaborar un catálogo de especies de musgos del Parque Nacional Montecristo, para compartir el conocimiento con la población y contribuir a la protección de las especies.

Realizar investigaciones de distribución altitudinal de briofitos en otros sitios del Parque para determinar la relación entre la altitud y la diversidad de especies, además de identificar la especificidad de forofitos y otros sustratos.

Establecer líneas de investigación de los briofitos de El Salvador sobre la diversidad, la abundancia, los usos etnobotánicos y ecología de musgos en los diferentes ecosistemas de El Salvador, debido al poco conocimiento de estas plantas.

Establecer medidas de protección para los musgos e incluirlos en los listados de especies amenazadas y en peligro de extinción.

## 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Autoridad Nacional del Ambiente. (1998). *Primer informe de riqueza y estado de la biodiversidad de Panamá*. República de Panamá.
- Ardiles Huerta, V., Cuvertino Santoni, J., y Osorio Zuñiga, F. (2008). *Guía de campo: Briófitas de los bosques templados australes de Chile. Una introducción al mundo de los musgos, hepáticas y antocerotes que habitan los bosques de Chile*. Ed. Corporación Chilena de la Madera, Concepción, Chile.
- Barkman, J. J. (1958). *Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes*. Ed. Van Gorcum & Comp. Nevada.
- Bolaños Rivera, G. Y. (2012). *Briófitas reófilas de la parte alta de la Quebrada Juntas y el Río Cocuy del Departamento del Cauca, Colombia* (Tesis de maestría, Universidad del Valle). Santiago de Cali, Colombia.
- Búcaro, R. D., Bruggerman Nannenga, M. A., & Stech, M. (2016). *Bryoflora Salvadorensis. 2. Fissidens (Fissidentaceae, Bryophyta), new additions*. *Lindbervia*, 39, 24-28.
- Búcaro, R. D., Touw, A., y Stech, M. (2012). *Bryoflora Salvadorensis I. Introduction and contributions to the moss flora of El Salvador*. *Tropical Bryology*, 34, 1-11.
- Buck, W. R. (1998). *Pleurocarpous mosses of the West Indies*. The New York Botanical Garden.
- Campos, S., Uribe, J., y Aguirre, C. (2008). *Santa María, Líquenes, Hepáticas y Musgos*. Serie de guías de campo del Instituto de Ciencias Naturales No. 3. Bogotá, Colombia.
- Castillo, A. P., y Benítez, A. (2015). *Patrones de abundancia y riqueza de componentes de la costra biológica del suelo en un matorral seco del sur de Ecuador*. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 7, 88-97.

- Cataño, E., Uribe, J., y Campos, L. (2014). *Diversidad de hepáticas y musgos en turberas del Nevado del Tolima, Colombia*. *Biodiversidad y Conservación (Caldasia)*, 36, 217-229.
- Cataño Díaz, E. A. (2018). *Diversidad de musgos y hepáticas en troncos en descomposición en el departamento de Amazonas, Colombia* (Tesis de grado, Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, Colombia.
- Churchill, S. P., y Linares, E. L. (1995). *Prodromus Bryologiae Novo-Granatensis Parte I*. Instituto de Ciencias Naturales - Museo de Historia Natural, Universidad Nacional de Colombia.
- Churchill, S. P., y Linares, E. L. (1995). *Prodromus Bryologiae Novo-Granatensis Parte II*. Instituto de Ciencias Naturales - Museo de Historia Natural, Universidad Nacional de Colombia.
- Cronquist, A. (1974). *Introducción a la botánica*. Edición continental, S.A.
- Curtis, H., y Barnes, S. N. (2004). *Biología* (6ta ed.). Editorial Médica Panamericana.
- Cuscatlania. (1991). *Jardín Botánico de la Laguna* (Vol. 1, No. 5). El Salvador.
- Cuspoca Parra, J. D., Posada García, J. A., y Posada, R. C. (1999). *Guía ilustrada de los briófitos del parque Arví (Piedras Blancas)*. Cooperación Autónoma Regional del Centro de Antioquía, Colombia.
- Delgadillo, M. C., y Cárdenas, M. A. (1990). *Manual de briofitas* (Vol. 2, pp. 27-34).
- Do Carmo, D. M., De Lima, J. S., Amélio, L. D., y Fernandes, D. (2016). *Briófitas do Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo de Santa Virgínia, Estado de São Paulo, Brasil*. *Hoehnea*, 43(2), 265-287.
- Drehwald, U. (1998). *Cambios en la vegetación briofíticas*. En Bolivia, Ecuador, Perú (pp. 278-309).
- Duarte Bello, P. P. (1997). *Musgos de Cuba*. Fontqueria XLVII, Madrid.

- Fernandes de Souza, E. R., Gomes-Rufino, M. K., Fernandes Lopes, A. R., Ramos de Almeida, G., y Rangel Germano, S. (2016). *Florística de musgo de uma área de Caatinga*. Diversidade do Semiárido.
- Frahm, J. P. (2003). *Manual of Tropical Bryology*. An international journal on the biology of tropical bryophytes.
- García Martínez, S., Basilio Banqueth, H. J., Herazo Vitola, F. Y., Maercado-Gómez, D., y Morales Puentes, M. E. (2016). *Diversidad de briófitos en los Montes de María, Colosó (Sucre, Colombia)*. Revista de Biología Tropical, 19(1), 41-52.
- Gil Nova, J. E., y Cuta Alarcón, L. E. (2017). *Riqueza y distribución de musgos en un bosque subandino en Bolívar-Santander, Colombia*. Revista de Biología Tropical, 65(4), 1397-1406.
- Gil Nova, J. E., y Morales Puentes, M. E. (2014). *Estratificación vertical de briófitos epífitos encontrados en Quercus humboldtii (Fagaceae) de Boyacá, Colombia*. Revista de Biología Tropical, 62(2), 719-727.
- Gimingham, C. H., y Birse, E. M. (1957). *Ecological studies on growth-form in bryophytes*. British Ecological Society, 45, 533-545.
- Girón, L., Morales, A., Rodríguez Girón, M., y Romero, M. (2014). *Murciélagos de la Familia Phyllostomidae en el Parque Nacional Montecristo, El Salvador*. COLAM 2014 - Primer Congreso Latinoamericano y del Caribe de murciélagos.
- Glime, M. J. (2007). *Economic and Ethnic Uses of Bryophytes*. Journal of Ethnopharmacology, 27, 14-41.
- Glime, M. J. (2008). *Bryophyte Ecology* (Vol. 5). Universidad Tecnológica de Michigan, Houghton.
- Gradstein, S. R., Churchill, S. P., y Salazar Allen, N. (2001). *Guide to the bryophytes of tropical America*. Memoirs of the New York Botanical Garden, 86, 1-577.

- González Mancebo, J. M., Losada Lima, A., y Patiño Llorantes, J. (2003). *Sobre la variación de la biodiversidad de briófitos en el Parque Nacional de Garajonay (La Gomera, Islas Canarias)*. *Vieraea*, 31, 421-445.
- Handal, A. (2011). *Montecristo Capital natural compartido: Guatemala, Honduras y El Salvador*. El Salvador. Impresiones Digitales Diversas, El Salvador C, A. p 130.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación* (5ta ed.). McGraw-Hill.
- Herrera Paniagua, P., y Martínez, M. (2014). *Musgos de Bosques Húmedos de Montaña en La Sierra Madre Oriental: Nuevos Registros Regionales*. *Botanical Sciences*, 92(1), 81-88.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. (2001). *Métodos para el análisis de datos: Una aplicación para resultados provenientes de caracterizaciones de biodiversidad*. Colombia.
- Izco, J., Barreno, E., Brugués, M., Costa, M., Devesa, J. A., Fernández, F., Gallardo, T., Lumona, X., Prada, C., Talavera, G., y Valdés, B. (2004). *Botánica* (2da ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- Krebs, C. J. (1999). *Ecological Methodology* (2da ed.). Benjamin Cummings.
- Lesica, P., y Antibus, R. K. (1991). *Canopy soils and epiphyte richness*. *Research and Exploration*, 7, 156-165.
- Lopes, M. O., Pietrobon, R. C., De Andrade, A. T. D., y Costa, D. P. (2014). *Diversidade de briófitos da Estação Ecológica Estadual de Guaxindiba, São Francisco de Itabapoana, Rio de Janeiro, Brasil*. *Revista Brasileira de Biociências*, 12(1), 1-7.
- Lozano Guzmán, C., y Esquivel, H. E. (2016). *Diversidad y claves de los musgos del páramo de Anaime, Cajamarca (Tolima-Colombia)* *Musgos del Páramo de Anaime*. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, 28, 35-45.

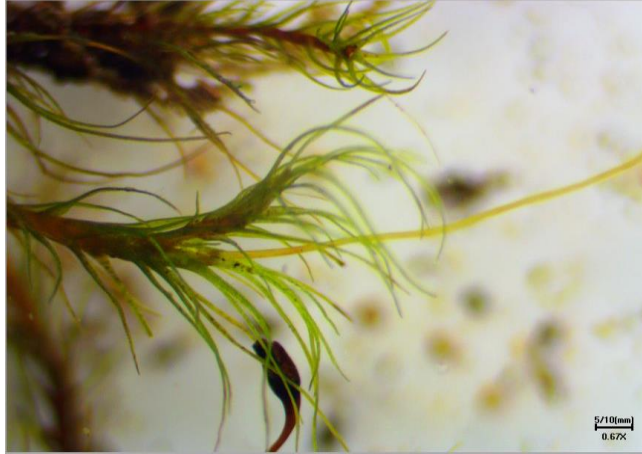
- Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press.
- Mateo Jiménez, A. L. (2011). *Diversidad de Musgos (Bryophyta) de la Reserva Científica Ébano Verde, La Vega, República Dominicana* (Tesis de licenciatura). República Dominicana.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2010). *Cobertura Vegetal de la República de El Salvador, C.A.*.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2012). *Clasificación de ríos por cuencas hidrográficas de El Salvador, C.A.*.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). (2005). *Estado del Conocimiento de la biodiversidad de El Salvador*. El Salvador.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). (2012). *Ley del Medio Ambiente*. El Salvador.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). (2015). *Boletín Climático Anual*. San Salvador, El Salvador.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). (s.f.). *Áreas Naturales Protegidas*. El Salvador.
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad* (Vol. 1). M & T-Manuales y Tesis SEA.
- Mostacedo, B., y Fredericksen, T. S. (2000). *Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal*. Santa Cruz, Bolivia.
- Pinzón, M., y Linares, E. L. (2006). *Diversidad de líquenes y briofitos en la región subxerofítica de La Herrera, Mosquera (Cundinamarca-Colombia)*. *Caldasia*, 28(2), 243-257.

- Proctor, M. (1982). *Physiological Ecology: Water Relations, Light and Temperature Responses*. In A. Smith (Ed.), *Bryophyte Ecology* (pp. 113-168). Chapman and Hall.
- Ramírez Padilla, B. R. (2009). *Riqueza y distribución de musgos en el Departamento del Cauca, Colombia*.
- Reyna Vásquez, M. L. (1979). *Vegetación arbórea del bosque nebuloso de Montecristo* (Tesis de licenciatura). Universidad de El Salvador.
- Rovere, E. A., y Calabrese, G. M. (2011). *Diversidad de musgos en ambientes degradados sujetos a restauración en el Parque Nacional Lago Puelo (Chubut, Argentina)*. *Chilena de historia natural*, 84, 571-580.
- Salazar, A. N., De Gracia, E. J., y Chung, C. (2015). *Aportes al catálogo de musgos de Guatemala*. Biodiversidad de Guatemala.
- Serrano Núñez, Y. (1992). *Estudio poblacional de los musgos de diferentes sectores con alteración ecológica en el municipio de Bayamón, Puerto Rico* (Tesis doctoral). Madrid, España.
- Shacklette, H. T. (1984). The use of aquatic bryophytes in prospecting. *Journal of Geochemical Exploration*, 21, 89–93.
- Sharp, A. J., Crum, H. A., y Eckel, P. M. (1994). *The Moss Flora of Mexico. Part I*. New York Botanical Garden.
- Sharp, A. J., Crum, H. A., y Eckel, P. M. (1994). *The Moss Flora of Mexico. Part II*. New York Botanical Garden.
- Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET). (2015). *Boletín Climatológico Anual*.
- Soloaga Huamán, M. A. (2014). *Diversidad de Musgos en cuatro tipos de uso de suelo en Hermilio Valdizan-Huánuco, Perú* (Tesis de ingeniería en recursos naturales renovables).

- Sutherland, N. C. H. (2004). *La colección de musgos del Herbario del Departamento de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras*. Ceiba, 45, 69-105.
- Vanderpoorten, A., Papp, B., y Gradstein, S. R.. In J. Eyman, J. DeGreef, C. Häuser, J. C. Monje, Y. Samyn, & D. VandenSpiegel (Eds.). (2010). *Sampling of bryophytes Manual on field recording techniques and protocols for all taxa biodiversity inventories and monitoring* (Chapter 13, pp. 340–354). ABC Taxa.
- Vásquez Vélez, A. I. (2014). *Estructura y diversidad de la vegetación del Parque Nacional Natural de la Isla de Gorgona, Colombia*. Revista de Biología Tropical, 62, 13-26.
- Zepeda Gómez, C., Ávila Pérez, P., Díaz García, U. S., Alanís Martínez, Y., Zarazúa Ortega, G., y Amaya Chávez, A. (2014). *Diversidad de musgos epifitos de la zona metropolitana del Valle de Toluca, México*. Revista Mexicana de Biodiversidad, 85, 108-124.

## ANEXOS

**Anexo 1.** Especies reportadas para el bosque nebuloso en el Parque Nacional Montecristo.



***Campylopus fragilis*** (Brid.) Bruch & Schimp.



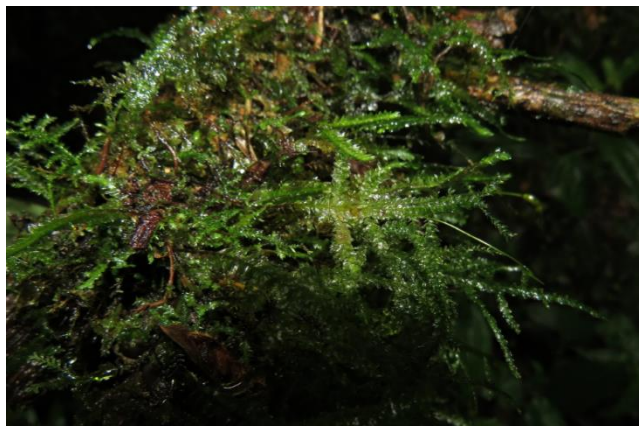
***Daltonia splachnoides*** (Sm.) Hook. & Taylor.



***Fissidens bryoides*** Hedw.



***Porotrichum longirostre*** (Hook.) Mitt.



***Trachyxiphium gladuliferum*** (Hampe) S.P. Churchill & E.L. Linares

**Anexo 2.** Especies reportadas en el bosque subcaducifolio en el Parque Nacional Montecristo



***Hypopterygium tamarisci*** (Sw.) Brid. ex Müll. Hal.



***Plagiothecium lucidum*** (Hook. f. & Wilson) Paris



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



***Tuerckheimia valeriana*** (E.B. Bartram) R.H. Zander

**Anexo 3.** Listado de forofitos de musgos de Parque Nacional Montecristo.

Forofito	Nombre científico	Vegetación
<i>Calliandra sp</i> (Benth).	<i>Fissidens angustre-limbatus</i> (Sull).	Bosque nebuloso
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	<i>Schlotheimia rugifolia</i> (Hook.) Schwägr.	
<i>Hedyosmum mexicanum</i> (Cordem).	<i>Acroporium astrellae</i> (Müll. Hal.)	
	<i>Chryso-hypnum diminutivum</i> (Hampe) W.R. Buck.	
<i>Quercus sp.</i> (L).	<i>Acroporium astrellae</i> (Müll. Hal.)	
<i>Chletra lanata</i> (L).	<i>Groutiella tomentosa</i> (Hornsch.) Wijk & Margad.	
	<i>Sematophyllum cuspidiferum</i> Miit.	
	<i>Plagiothecium lucidum</i> (Hook. f. & Wilson) Paris.	
<i>Saurauia sp</i> (Willd).	<i>Acroporium longirostre</i> (Brid.) W.R. Buck.	
	<i>Cyclodictyon albicans</i> (Hedw.) Kuntze.	
<i>Albizia caribaea</i> (Urb.) Britton & Rose.	<i>Entodon jamesonii</i> (Taylor) Mitt.	Bosque subcaducifolio
<i>Araucaria excelsa</i> (Salisb.) Franco.	<i>Octoblepharum albidium</i> Hedw.	
	<i>Racopilum tomentosum</i> (Hedw.) Brid.	
<i>Ardisia sp</i> (Sw).	<i>Orthostichella versicolor</i> (Müll. Hal.) Hampe.	
<i>Cedrela sp</i> (P.Browne).	<i>Callicostella ciliata</i> (Schimp.) A. Jaeger.	
<i>Cordia dentata</i> (Jacq.) Roem. & Schult.	<i>Eulacophyllum cultelliforme</i> (Sull.) W.R. Buck & Ireland	
<i>Guazuma ulmifolia</i> (LAM).	<i>Orthostichella versicolor</i> (Müll. Hal.) Hampe.	
<i>Pinus sp</i> (L).	<i>Sematophyllum subsimplex</i> (Hedw.) Mitt.	
<i>Quercus sp</i> (L).	<i>Sematophyllum galipense</i> (Müll. Hal.) Mitt.	
	<i>Taxithelium planum</i> (Brid.) Mitt.	