



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

ÁREA BIOLÓGICA Y BIOMÉDICA

TÍTULO DE INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL

**Diversidad de Briofitos y Líquenes en un bosque húmedo tropical con
diferentes tipos de perturbación de Santo Domingo de los Tsáchilas.**

TRABAJO DE TITULACIÓN.

AUTOR: González Rivadeneira, Efrén Isaac.

DIRECTOR: Benítez Chávez, Ángel Raimundo, Mgtr.

CENTRO UNIVERSITARIO SANTO DOMINGO

2016



Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

2017

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Magister.

Ángel Raimundo Benítez Chávez.

DOCENTE DE LA TITULACIÓN

De mi consideración:

El presente trabajo de fin de titulación: Diversidad de Briofitos y Líquenes en un bosque húmedo tropical con diferentes tipos de perturbación de Santo Domingo de los Tsáchilas, realizado por: González Rivadeneira Efrén Isaac, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, noviembre de 2016

f).....

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

“Yo González Rivadeneira Efrén Isaac declaro ser autor del presente trabajo de fin de titulación: Diversidad de Briofitos y Líquenes en un bosque húmedo tropical con diferentes tipos de perturbación de Santo Domingo de los Tsáchilas, de la Titulación de Ingeniero en Gestión Ambiental, siendo Ángel Raimundo Benítez Chávez director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 88 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”

f).....
Autor: González Rivadeneira Efrén Isaac
Cédula: 1722603212

DEDICATORIA

A Dios, por cada día hacerme saber que siempre está conmigo, brindándome salud y vida, fortaleciendo mi corazón y espíritu para seguir adelante a pesar de todas las adversidades. A mis padres, Efrén y Marilyn por su apoyo incondicional, sus consejos, valores, ejemplos de superación y perseverancia que me han permitido ser una persona de bien. A mis siete hermanos: Felipe, Carolina, Jhonathan, Estefanía, Diana, Josue y Benjamín por ser lo más valioso en mi vida, los quiero mucho, especialmente Felipe por ser ejemplo de hermano mayor, digno de admiración. A mis sobrinos Emily y Jeremy por inspirar amor y que vean en mi un ejemplo a seguir y a mi tío Carlos por confiar en mí cuando más necesité.

Sobretudo quiero dedicar mi trabajo a Nataly por su gran motivación, ayuda y amor, desde el inicio de mis estudios, incentivándome a mantenerme en ellos, hasta culminar con mi propósito, ya que siempre a tu manera has deseado lo mejor para mí.

AGRADECIMIENTOS

A Dios.

Por permitirme llegar a este momento, alcanzar uno de los objetivos más importantes en mi vida hasta este momento, cuidándome en cada paso dado, brindándome salud y vida; por haber puesto en mi camino a aquellas personas que fueron mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis padres.

Por siempre estar a mi lado, haciéndome saber que puedo contar con ellos en cada momento, por sus enseñanzas e influencias que me marcaron como persona, constantemente motivándome a superarme. Gracias al camino que impusieron en mí, hoy por hoy soy todo lo que soy.

A mis hermanos, hermanas, sobrina y sobrino.

Todos ustedes de cierta manera me motivaron a superar cada obstáculo, espero mi logro sea inspiración para cada uno de ustedes y lo consideren como una buena referencia de superación. Felipe, hermano del alma, gracias por tu incondicional apoyo “Never give up!”

A Nataly.

En cada momento estuviste conmigo, de una u otra manera interviniste en mi formación, no solo educativa, sino también personal y espiritual, siempre siendo objetiva, clara y firme me ayudaste a lograr mi meta.

A mi tutor Dr. Ángel Benítez.

Por su apoyo ofrecido en este trabajo, haciéndose presente en cada etapa del desarrollo de mi tesis, compartiéndome valiosa información y conocimiento.

A la Universidad.

Por la facilidad de estudiar a distancia

Al equipo de trabajo de Bosque Protector “LA PERLA”

Por permitirme el ingreso a sus inmediaciones y dar a conocer un pequeño mundo de gran importancia.

A mis amigos y familiares, que no mencioné pero que saben los llevo en mi corazón.

Este trabajo ha sido posible gracias a todos ellos.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARATULA	0
APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
INDICE DE FIGURAS.....	vii
INDICE DE TABLAS	vii
RESUMEN.....	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN.....	3
OBJETIVOS	6
OBJETIVO GENERAL.....	6
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO.....	6
1.1. Biodiversidad.....	8
1.2. Diversidad en el Ecuador.....	9
1.3. Briofitos	9
1.3.1. Clasificación.....	10
1.3.2. Importancia de los briofitos.	13
1.3.3. Diversidad de briofitos en el Ecuador.	13
1.3.4. Estado de conservación.....	14
1.4. Líquenes	14
1.4.1. Componentes de la simbiosis liquénica.	14
1.4.2. El talo liquénico.	15
1.4.3. Formas de crecimiento de los líquenes: - Biotipos.	15
1.4.4. Estructuras reproductoras.	19
1.4.5 Importancia.	19
1.4.6. Diversidad de Líquenes.	20
1.5. Bosques Húmedos Tropicales.	20
1.5.1. Características	21
1.5.2. Subregión norte (húmeda) de Ecuador.....	22

CAPITULO 2: MATERIALES Y MÉTODO.....	23
2.1. Área de estudio	24
2.1.1. Ubicación.....	24
2.2. Diseño y Recolección de datos.....	25
2.3. Análisis de datos.....	25
CAPITULO 3: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
3.1. Resultados.....	28
3.1.1. Riqueza de especies.	28
3.1.2. Especies características del Bosque Protector “La Perla”.....	30
3.2. Composición de especies.	32
3.3. Estado de conservación.....	34
3.4. Discusión	34
CONCLUSIONES	37
RECOMENDACIONES	37
BIBLIOGRAFÍA.....	38
ANEXOS	45
ANEXO 1.	46
Especies de briófito a la izquierda (<i>Octoblepharum albidum</i> Hedw.) y líquen a la derecha (<i>Pyrenula</i> sp1).....	46
ANEXO 2. Navajas (arriba) y formón (abajo), para extraer muestras de las cortezas de los árboles.....	47
ANEXO 3. Cuadrante de 20 x 30 cm en el árbol 1, punto 1.....	48
ANEXO 4. Muestreo de briófitos y líquenes.....	49
ANEXO 5.	49

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Bryopteris filicina</i> (Sw.) Nees, (hepática)	9
Figura 2. <i>Neckeropsis undulata</i> (Hedw.) Reichardt, (musgo)...	16
Figura 3. <i>Graphis</i> sp1. (Crustáceo)	16
Figura 4. <i>Coenogonium linkii</i> Fée. (Filamentoso).....	16
Figura 5. <i>Ramalina peruviana</i> Ach. (Fruticulosa)	17
Figura 6. <i>Leptogium milligranum</i> Sierk 1964. (Gelatinoso).....	17
Figura 7. <i>Parmotrema</i> sp. (Folioso).....	18
Figura 8. Mapa del Bosque Protector “La Perla”	24
Figura 9. Riqueza de especies total por bosque	28
Figura 10. Riqueza de briófitos y líquenes en el bosque no intervenido y bosque intervenido	29
Figura 11. Riqueza de especies de epífitos no vasculares (líquenes y briofitos) en los dos tipos de bosques. BP: Bosque Primario, BS: Bosque Secundario.....	

¡Error! Marcador no definido.

Figura 12. Riqueza de especies de epífitos no vasculares (líquenes y briofitos) en los dos tipos de bosques. BP: Bosque Primario, BS: Bosque Secundario.....	32
Figura 13. Análisis de escalamiento multidimensional de las muestras (árboles) en los dos tipos de bosque. Bosque primario (círculos blancos) y Bosque secundario (círculos negros).	33

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Briofitos representativos del Bosque Protector “La Perla”	30
Tabla 2. Líquenes representativos del Bosque Protector “La Perla”	30
Tabla 3. Resultados del PERMANOVA por pares entre los diferentes tipos de bosque (% de acuerdo a la distancia Bray-Curtis) y nivel de significancia (<i>P</i>).	34
Tabla 4. Tabla de especies de epífitos no vasculares (briófitos y líquenes) encontrados en el Bosque Protector “La Perla”	49

RESUMEN

Los briofitos y líquenes son un grupo característico de los bosques húmedos tropicales y por sus características fisiológicas, son altamente sensibles a las perturbaciones. El estudio analizó la variación de la diversidad y la composición de especies de briófitos y líquenes en un bosque húmedo tropical de la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, en el Bosque Protector La Perla. La variación de la riqueza de especies se determinó con el análisis de varianza ANOVA Kruskal-Wallis, mientras que, para la composición de especies se utilizó el Análisis de Escalamiento Multidimensional NMDS, ANOSIM y PERMANOVA por pares. Los resultados obtenidos mostraron que hay cambios en la riqueza y composición de especies entre el bosque intervenido y el bosque no intervenido. Se encontraron 39 especies de briófitos y 68 especies de líquenes para los dos bosques. Se concluye que la disturbancia de los bosques reduce la diversidad no vascular en el bosque húmedo tropical.

PALABRAS CLAVES: Diversidad, briófitos, líquenes, bosque húmedo tropical, Bosque Protector “La Perla”

ABSTRACT

Bryophytes and lichens are integral component in tropical humid forests and due to physiological characteristics, are highly sensitive to disturbance. The study analyzed diversity and composition changes in bryophytes and lichens species on tropical humid forest of the province of Santo Domingo de los Tsáchilas, at La Perla Protective Forest. We determined changes in species richness with the analysis of variance ANOVA Kruskal-Wallis, while, for the species composition we used the Nonmetric Multidimensional Scaling NMDS, ANOSIM and the pairwise PERMANOVA. We found 39 species of bryophytes and 68 lichens in two forests. We found changes in richness and composition species between disturbed and undisturbed forest. We concluded that forest disturbance reduces non-vascular diversity in tropical humid forest.

KEYWORDS: Diversity, bryophytes, lichens, tropical rain forest, Forest Protector "La Perla".

INTRODUCCIÓN

El **Ecuador** se caracteriza por ser un país de gran riqueza natural, considerado como megadiverso ya que concentra en un pequeño territorio una gran diversidad de plantas y animales (Saltos & Vásquez, 2009), conforma una parte de la formación biológica del Chocó, considerada como uno de los “hot spot” de biodiversidad en el mundo, debido a su alto endemismo (Mittermeier *et al.*, 2001, Smith & Smith, 2007), destacando así los bosques occidentales de la costa, siendo el área noroccidental del **Ecuador** uno de los sectores más afectados por la pérdida de bosque natural, con el 95 % de la cubierta vegetal convertida en plantaciones agrícolas y pastizales (Smith & Smith, 2007, Saltos & Vásquez, 2009). **Ecuador** presenta una de las tasas más altas de deforestación en el Neotrópico (0.66%) para el período 2000 – 2008, que implica una deforestación anual 77.647 ha/año, para la costa ecuatoriana la tasa anual es de 2,19% (25.481 ha/año), mientras que la provincia de Santo Domingo 3,01% (1.095 ha/año) (Ministerio del Ambiente, 2012), esta situación genera una gran amenaza a la conservación de la diversidad biológica de la región.

Dentro de la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, en el cantón La Concordia, podemos encontrar al Bosque Protector “La Perla” que contempla 250 hectáreas de bosque tropical húmedo costero, siendo éste el último remanente de bosque protegido con dichas características en este cantón (Mena & Suárez, 1993, Garcés, 2010, Navarrete, 2010, Plan De Desarrollo Y Ordenamiento Territorial – La Concordia, 2011, Chiquín & Troya, 2013). Este bosque protector cumple un papel muy importante en la conservación *in situ* de la biodiversidad característica del bosque húmedo tropical (Ganzenmüller *et al.*, 2010, Ulloa, 2013), aspecto relevante ya que este tipo de bosque es considerado como uno de los más biodiversos del mundo debido al alto nivel de endemismo local y regional (Critical Ecosystem Partnership Fund, 2005, Vázquez, Freire & Suárez, 2005, Grijalva *et al.*, 2012), especialmente en lo que a riqueza florística se refiere (Palacios & Jaramillo, 2001, Estrella *et al.*, 2005). A pesar de su importancia, este ecosistema se ve seriamente amenazado por la fragmentación y pérdida de cobertura vegetal, causada principalmente por la deforestación cuyas causas son esencialmente, la expansión de la frontera agrícola, construcción de nuevos ejes viales y presión demográfica (World Wildlife Fund, 2008, Sierra, 2013).

Los briofitos y líquenes son un grupo característico de los bosques húmedos tropicales relacionados con la disponibilidad de agua, frecuentes y abundantes precipitaciones, humedad y la intensidad de luz (Campos, Uribe & Aguirre 2008, Normann *et al.*, 2010, Ruiz & Ceballos, 2003, Herrera *et al.*, 2014). De todos los bosques húmedos tropicales son los bosques mixtos y más complejos los que ofrecen mayor diversidad de hábitats para que se

establezcan mayor diversidad de especies y comunidades de briófitos y líquenes (Gradstein *et al.*, 1990). Estos organismos cumplen funciones ecológicas de gran importancia en los ecosistemas en las que se destacan como productores primarios, descomponedores, formadores de suelo y en los ciclos de nutrientes y agua, por la capacidad para mantener el balance hídrico y de retener el agua procedente de las lluvias, incorporándola lentamente al suelo para ser absorbida por las raíces de los árboles y disminuyendo la incidencia de deslaves e inundaciones (Richards, 1988, Glime, 2007, Herrera *et al.*, 2014), así como las interacciones ecológicas (hábitat para otros animales). Además debido a su sensibilidad en la pérdida de agua y alteraciones en el cambio de luz solar son buenos indicadores de microclimas y favorecen a la zonificación altitudinal en bosques tropicales (Gradstein, 1992a, Frahm *et al.*, 2003, Morales *et al.*, 2014), algunas especies son muy sensibles a presiones ambientales, siendo utilizados como indicadores de contaminación del aire y el agua, contaminación por metales pesados, radiación solar ultravioleta, radiactividad y los cambios abruptos generados por la deforestación (Barreno & Perez, 2003, Frahm *et al.*, 2003, Hawksworth, Iturriaga & Crespo, 2005, Herrera *et al.* 2014).

A pesar de la gran importancia de los briofitos y líquenes estos han sido un grupo poco estudiado, sólo se han desarrollado estudios netamente localizados (Toapanta, 2002, León-Yáñez *et al.*, 2006, Benítez & Gradstein, 2011, Schäfer-Verwimp *et al.*, 2013). Los estudios realizados han permitido identificar 950 especies de musgos (Churchill *et al.*, 2000) y 700 especies de hepáticas y antoceros (León-Yáñez *et al.*, 2006, Benítez & Gradstein, 2011, Benítez *et al.*, 2012, Schäfer-Verwimp *et al.*, 2013), mientras que en líquenes se tendría un total de 930 especies citadas para todo el Ecuador (Cevallos, 2012). La gran mayoría de las especies corresponden a las partes altas de los Andes, y probablemente las especies de tierras bajas contribuyen aproximadamente con sólo el 10% de la diversidad de briofitos (Churchill *et al.*, 2000).

En la mayoría de los estudios los cambios en la composición y diversidad de briófitos y líquenes fueron significativos, relacionados con la alteración de los bosques y causados por cambios en la cobertura del dosel y el tamaño del árbol, por lo tanto, la diversidad de briófitos y líquenes fue mayor en bosques no perturbados que en los bosques perturbados (Holz, 2003, Benítez, Prieto, González & Aragón, 2012, Benítez, Prieto & Aragón, 2015). Sin embargo, en Nöske *et al.* (2008), se encontró que la riqueza de especies de briófitas epífitas se reduce significativamente de un bosque maduro a vegetación perturbada, como ya mencionamos, mientras que la riqueza de especies de los líquenes epífitos no cambia con el aumento de la alteración de los bosques.

Por lo anteriormente mencionado la investigación está enfocada en analizar los cambios en la diversidad de briofitos y líquenes con diferentes tipos de perturbación y determinar el estado de conservación a nivel local, generando así inventarios de briofitos que generen investigaciones más especializadas y profundas. Además, es importante realizar este tipo de investigaciones en los ecosistemas que albergan las provincias de la costa noroccidental ecuatoriana, como el Bosque Protector “La Perla” de aproximadamente 250 has, que es el único bosque protegido de estas dimensiones en la zona, ya que precisamente esta zona costera ecuatoriana no ha sido tomada en cuenta para realizar este tipo de estudios. Quedan pocos remanentes de bosques húmedos tropicales en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, los mismos que están cada vez bajo mayor presión de desaparecer, sin haber podido conocerse la diversidad botánica que albergan y su respectiva importancia ecológica.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar la diversidad de briofitos y líquenes en diferentes tipos de perturbación y determinar el estado de conservación.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los cambios en la riqueza y composición de briofitos y líquenes con diferentes tipos de perturbación.
- Analizar los cambios de la riqueza y composición de briofitos y líquenes con diferentes tipos de perturbación.
- Determinar el estado de conservación de las especies encontradas.

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

1.1. Biodiversidad

Existen varias definiciones sobre diversidad biológica o biodiversidad, pero todas llegan a un mismo consenso en que representa más que una simple cantidad de especies representada en números. La diversidad biológica es el total de genes, especies y ecosistemas en una región (Pedroni, 2002)

Diversidad de genes

Por diversidad de genes se entiende la variabilidad de los genes entre los individuos de una misma población o de diferentes poblaciones de una misma especie. Es un recurso valioso, pues representa la capacidad de una especie de adaptarse a nuevas condiciones, incluyendo la capacidad de sobrevivir a cambios y perturbaciones que se pueden presentar en su ambiente (Pedroni, 2002).

Diversidad de especies

La diversidad de especies es considerada el indicador más utilizado para describir la diversidad biológica de una región (Pedroni, 2002).

Diversidad de ecosistemas

La diversidad de ecosistemas es considerada más difícil de medir que la diversidad de especies, debido a la dificultad que representa definir los límites entre diferentes ecosistemas. Sin embargo, siempre y cuando se utilicen criterios consistentes para definir los ecosistemas, es posible comparar la diversidad biológica de una región con otra (Pedroni, 2002).

¿Qué es la biodiversidad?

El contacto con la biodiversidad y su reconocimiento es una de las experiencias más emocionantes de la existencia humana; a la vez, la biodiversidad es tan inmensa, que puede llegar a considerarse incalculable. Según el Convenio Sobre Diversidad Biológica (1992) aprobado en Río de Janeiro, por *biodiversidad* se entiende:

“La variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas”.

Esta enorme y compleja diversidad biológica puede ser descrita y analizada dentro de un esquema jerárquico de niveles de organización biológica que va desde genes hasta paisajes, en el cual se distinguen tres atributos: composición, estructura y función (Primack *et al.* 2013)

1.2. Diversidad en el Ecuador

El Ecuador se caracteriza por ser un país de gran riqueza natural en cuanto a biodiversidad, considerado como megadiverso a nivel global ya que concentra en un pequeño territorio una gran diversidad de plantas y animales (Myers, 2001, Saltos & Vásquez, 2009), es parte de la formación biológica del Chocó, **considerada** como uno de los “hot spot” de biodiversidad en el mundo, debido a su alto endemismo (Mittermeier *et al.*, 2001, Smith & Smith, 2007), también, se lo **considera** como Área de Importancia para la Conservación de las Aves por BirdLife Internacional (Primack *et al.*, 2013). La biodiversidad del Ecuador es impresionante **al considerar** que cuenta con 256.370 km², que representa menos del 2% de América del Sur y ocupa tan solo el 0.19% de la superficie terrestre, pero alberga el 10.7% de los animales vertebrados y el 6.4% de las plantas del mundo (Sierra, 1999, Estrella *et al.*, 2005). Para la flora ecuatoriana se registra 18.198 especies de plantas vasculares; en los últimos 13 años se reportaron 2.433 especies nuevas para el país, de las cuales 1.663 son especies nuevas para la ciencia (MAE, 2010).

Un importante componente de la diversidad está conformado por los epífitos no vasculares, los cuales están representados por 950 especies de musgos (Churchill, 2000) y 700 especies de hepáticas y antoceros (León-Yanez *et al.*, 2006, Benítez & Gradstein, 2011) y 930 especies para líquenes (Cevallos, 2012).

1.3. Briofitos

Los briofitos son plantas terrestres, en general de pequeño tamaño, se encuentran en todos los hábitats en los que puedan crecer las plantas vasculares, excepto en aguas marinas (Estébanez *et al.*, 2011). Abundan en lugares húmedos y sombríos, aunque hay especies capaces de crecer en medios que estacionalmente son secos o incluso desérticos. Para ello detienen su metabolismo cuando falta el agua y vuelven a iniciar sus funciones normales cuando vuelven a hidratarse (Estébanez *et al.*, 2011). Esto es posible gracias a la escasa diferenciación de sus tejidos (Anexo 1).

1.3.1. Clasificación.

Según la clasificación de plantas de Curtis & Barnes (2001) la división *Bryophyta* se divide en hepáticas (Figura 1), antoceros (figura 1) y musgos (Figura 2), estos son bastante diferentes unos de otros y hay cierta duda acerca de si representan tres linajes distintos provenientes del mismo ancestro o son derivaciones posteriores de un linaje surgido de ese antecesor.



Figura 1. *Bryopteris filicina* (Sw.) Nees, (hepática) a la izquierda y *Anthoceros punctatus* L. (antocero) a la derecha.



Figura 2. *Neckeropsis undulata* (Hedw.) Reichardt, (musgo).

1.3.1.1. División Bryophyta.

a. Características.

Se los puede encontrar en sustratos poco codiciados por plantas vasculares o superiores. Colonizan diversos hábitats, encontrándose en suelos, rocas, paredes, tejados, ríos, lagos e incluso epífitos, siendo los ambientes húmedos más frecuentados por los briofitos (Curtis & Barnes, 2001). En los ambientes secos la presencia de agua es indispensable durante la reproducción, ya que por lo menos lleva una fase acuática durante su vida (Delgado & Cárdenas, 1990)

Son plantas relativamente pequeñas, crecen en manojos erectos o en matas, tapices o céspedes, sus tallos van desde diminutos hasta 70 cm., las hojas tienen una lámina generalmente de una sola célula, los márgenes de las hojas son planas o enrolladas, las células de las hojas son de diferente forma, la reproducción es comúnmente asexual, poseen inflorescencias unas veces autoicos, dioicos y pocos sinoicos (Churchill & Linares, 1995).

Los briofitos poseen un sistema de sencillos filamentos llamados rizoides poco desarrollado y de estructuras netamente especializadas en el transporte de agua. Por lo tanto, su complejidad es considerablemente menor al de las plantas vasculares. Crecen exitosamente en parajes húmedos y sombreados, y en ciénagas (Curtis & Barnes, 2001). Una sola planta de musgo se puede dispersar en un área considerable, pero la mayoría de las hepáticas son tan pequeñas que sólo son perceptibles para un observador agudo (Curtis & Barnes, 2001).

Muchos briofitos también tienen pequeñas estructuras foliáceas en las cuales ocurre la fotosíntesis (Ardiles, Cuvertino y Osorio, 2008). Estas estructuras carecen de los tejidos especializados que tienen las hojas verdaderas de las plantas vasculares y tienen sólo el grosor de una o unas pocas capas de células. Si bien tienen ésta lejana similitud, las estructuras foliáceas de los briofitos y las hojas de las plantas vasculares han evolucionado de modo independiente (Curtis & Barnes, 2001)

b. Reproducción de las briofitas.

Los briofitos tienen un ciclo de vida con alternancia de generaciones: sexual y asexual. Durante el proceso de reproducción sexual el briofito da lugar a un gametofito, el cual, desarrolla gametangios, anteridios y arquegonios, mientras que, en la reproducción asexual, el gametofito se fragmenta por gemación del protonema. Sin embargo, en contraste con las

plantas vasculares, los briofitos se caracterizan por poseer un gametofito haploide que, en general, es de mayor tamaño que el esporofito diploide (Curtis & Barnes, 2001)

1.3.1.1.1. Clase Anthocerotopsida.

a. Características

Los Antoceros, con un estimado de 200 – 250 especies, constituyen la división más reducida (Villarreal *et al.*, 2010). Tienen como característica principal una gran uniformidad de caracteres morfológicos, distinguiéndolos de la diversidad filogenética del grupo. Presentan un gametofito laminar, sencillo, poco diferenciado histológicamente y, un esporofito persistente, complejo donde, a diferencia de los musgos y hepáticas, la meiosis no afecta simultáneamente a todo el tejido esporógeno (Estébanez *et al.*, 2011).

Frey & Stech (2005) proponen la siguiente división:

- Orden Anthocerotales: Familia Anthocerotaceae y Familia Foliocerotaceae.
- Orden Phaeocerotales: Familia Phaeocerotaceae y Familia Notothyladaceae.
- Orden Dendrocerotales: Familia Dendrocerotaceae.

1.3.1.1.2. Clase Marchantiopsida.

a. Características

Se suele estimar entre 5000 y 6000 el número de especies de este grupo (Estébanez *et al.*, 2011). El gametofito se presenta como fase dominante del ciclo vital (alternancia de generaciones). No existe acuerdo entre que caracteres son más primitivos o evolucionados, tampoco hay homogeneidad en cuanto al desarrollo de esporofito y gametofito. Cerca del 90% presentan cuerpos oleíferos, que no aparecen en Anthocerotopsida y Bryopsida, presentan formas variadas y pueden ser de color gris, pardo, azul claro o incoloro y están constituidos por aceites volátiles. Los rizoides no están ramificados y no poseen tabiques transversales. Cuando presentan filidios estos se encuentran en posición ventral. Las células tienen cuerpos oleíferos. Los filidios crecen por una única célula apical unilátera. El tamaño es variado, desde formas foliosas como *Cephaloziella* (0,15-0,35 x 2-10 mm) hasta formas grandes lobuladas como en *Dumortiera* (2-3,5 x 15-25 cm) y *Monoclea* (5x20 cm) (Tinitana, 2009).

1.3.1.1.3. Clase Bryopsida.

a. Características.

La Bryopsida es la clase principal de musgos, estimadas entre 9.000 y 12.500 especies grupo (Estébanez *et al.*, 2011). El gametofito se encuentra dividido siempre en caulidios y filidios. Los rizoides en general ramificados y subdivididos pluricelulares por tabiques transversales oblicuos. Las ramas laterales se originan por debajo de los filidios. Los filidios no están en posición ventral, sino helicoidal, aparentemente en tres ortósticos o con simetría radiada, en los musgos raptantes puede haber cierta lateralidad pero se conservan estos ortósticos. Los filidios se desarrollan a partir de dos células apicales dígonas (bilaterales), a menudo con nervio medio. No presentan cuerpos oleosos (Estébanez *et al.*, 2011).

El esporofito a menudo presenta estomas y esta se desarrolla como una cápsula con columna sostenida por una seta generalmente larga, sin eláteres (Tinitana, 2009)

1.3.2. Importancia de los briofitos.

A semejanza de los líquenes, los briófitos son indicadores sensibles de la contaminación del aire, agua y suelo (Frahm *et al.*, 2003).

Tradicionalmente a las briofitas se las ha considerado como un grupo de plantas de escaso valor económico, pero **recientes** investigaciones han demostrado que su valor es muy grande (Frahm *et al.*, 2003). **Actualmente** se las considera como indicadores de contaminación del suelo, del agua y del aire (Frahm *et al.*, 2003); el desarrollo de técnicas para obtener e identificar compuestos químicos ha permitido determinar algunas de las sustancias que contienen y que son biológicamente activas. También ha aumentado su uso en horticultura pues ha empezado a apreciarse su belleza y elegancia como adorno de jardines (Delgado & Cárdenas, 1990)

1.3.3. Diversidad de briofitos en el Ecuador.

Se conoce para el Ecuador alrededor de 1650 especies de briófitos, de las cuales 950 especies de musgos (Churchill *et al.*, 2000) y 700 especies de hepáticas y antoceros (León-Yáñez *et al.*, 2006, Benítez & Gradstein, 2011). Las briofitas endémicas del Ecuador están representadas por dos especies de antoceros (una familia y dos géneros), 29 especies, una subespecie y una variedad de hepáticas (10 familias y 22 géneros) y 27 especies de musgos (14 familias y 19 géneros). También se incluyen cuatro especies de hepáticas distribuidas principalmente en Ecuador, con uno o pocos registros en los demás países, de las cuales tres son especies muy poco estudiadas (León – Yáñez *et al.*, 2011).

1.3.4. Estado de conservación.

De 63 especies de briofitas tratadas en León–Yáñez *et al.* (2011), 41 no han podido ser evaluadas debido a que aún es muy poco lo que se conoce sobre ellas. Se consideran 4 En Peligro Crítico, 1 En Peligro, 9 son Vulnerables, 2 Casi Amenazadas y 6 de Preocupación Menor. Dentro del SNAP están dentro 26 especies; 13 especies (todas hepáticas) están en Galápagos pero 2 de estas también se hallan en el continente (León–Yáñez *et al.*, 2011).

1.4. Líquenes

Los líquenes es la relación de simbiosis entre un hongo heterótrofo (micobionte) y un alga fotosintética (fotobionte) y de cuyo estrecho contacto físico se origina un talo estable con morfología, anatomía, fisiología, genética y ecología específicas del organismo simbiótico único e independiente, diferente a las que tienen los hongos o algas por separado (Bungartz *et al.*, 2013). El hongo protege al alga de las radiaciones solares, le brinda agua y sales minerales, mientras que, el alga realiza fotosíntesis y proporciona nutrientes a los hongos en forma de azúcar o alcohol (Rodríguez & Ortega, 2003). Los líquenes son capaces de desarrollarse en un gran número de nichos, considerando cualquier sustrato inerte u orgánico, siendo algunos de ellos altamente específicos a determinados nichos relacionados con los árboles (hojas, ramas, troncos gruesos, decorticados, caídos, en distinto grado de descomposición, fisuras, briófitos, etc.), que solo son posibles encontrar cuando hay continuidad temporal y a la capacidad de obtener alimentos del fotobionte y no netamente del sustrato (Rodríguez & Ortega, 2003).

1.4.1. Componentes de la simbiosis líquénica.

Micobionte

Los hongos que entran en la asociación de un líquen no pertenecen a un conjunto monofilético independiente del resto de hongos sino que hay especies de distintos phyla. La gran mayoría son los Ascomycota y sólo unos pocos pertenecen a los Basidiomycota y Deuteromycota. Se han observado también algunas formas más o menos inciertas de liquenzación en otros grupos fungales. De los 35 órdenes que conforman los Ascomycota, 18 de ellos incluyen taxa que liquenzan dando ascolíquenes, mientras que otros órdenes están conformados sólo por especies liquenzadas (Verrucariales, Ostropales, Gyalectales, Peltigerales, Pertusariales, Opegraphales, Pyrenulares o Teloschistales). De los Basidiomycota se conocen unas 50 especies liquenzadoras, que no llegan a tener verdaderos talos, a su vez tienen basidios simples y basidiomas del tipo de los agaricales o de los afiloforales (Bungartz *et al.*, 2013, Rodríguez & Ortega, 2003)

Fotobionte

Las algas presentes en los talos liquénicos son muy pocos los géneros, unos 30, en comparación con los hongos, estas reciben diferentes denominaciones como: algas simbióticas, algas liquénicas, componente algal, fotobionte o ficobionte. La mayoría de las algas simbiotes también se encuentra libre de la simbiosis, es decir que pueden subsistir libremente en la naturaleza en donde se reproducen sexual y asexual y se comportan como simbiotes facultativos en la asociación liquénica. Los géneros *Trebouxia* (color verde), *Trentepohlia* (color anaranjado) y *Nostoc* (color verde azulado) son los fotobiontes más frecuentes, y de amplia distribución en las asociaciones liquénicas. *Trebouxia* y *Trentepohlia* son eucarióticos y pertenecen a las algas verdes, aproximadamente 92% de los líquenes las contienen; *Nostoc* pertenece al grupo de bacteria oxígeno-fotosintética (cianobacteria), aproximadamente 8% de los líquenes la contienen. Cuando un alga se encuentra asociada con un micobionte no se reproduce sexualmente, sino asexualmente. Las cianobacterias son de naturaleza procariótica, no tienen cloroplastos, mitocondrias ni núcleo (Bungartz *et al.*, 2013, Rodríguez & Ortega, 2003, Tinitana, 2009).

1.4.2. El talo liquénico.

La formación de un talo es la principal característica de los líquenes, son sistemas emergentes que generan una gran variedad de estructuras vegetativas, formas de crecimiento, reproducción y biotipos especiales (Bungartz *et al.*, 2013). Actualmente, la anatomía y morfología de los líquenes es interpretada como la expresión de finas adaptaciones a las características ecofisiológicas de la simbiosis, constituyendo un carácter taxonómico importante. El mayor grado de complejidad lo alcanzan en los biotipos foliáceos y fruticulosos (Rodríguez & Ortega, 2003).

1.4.3. Formas de crecimiento de los líquenes: - Biotipos.

Las llamadas formas biológicas, formas de crecimiento o biotipos en los líquenes están relacionadas con la fisiología y, por tanto, representan adaptaciones al hábitat que ocupan. Los biotipos no constituyen nada más que puntos en una escala continua de diferenciación, desde estructuras primitivas a complejas, el micobionte generalmente es el que determina la apariencia externa, excepto en algunos casos donde el que más influye en la morfología es el fotobionte. Tradicionalmente se reconocen estos biotipos: filamentosos (Figura 4), dimórfico, crustáceos (Figura 3), escuamulosos, placodioides, umbilicado, foliáceos (Figura 7), gelatinosos (Figura 6) y fruticulosos (Figura 5) (Rodríguez & Ortega, 2003).



Figura 3. *Graphis* sp1. (Crustáceo)



Figura 4. *Coenogonium linkii* Fée. (Filamentoso)



Figura 5. *Ramalina peruviana* Ach. (Fruticulosa)



Figura 6. *Leptogium milligranum* Sierk 1964. (Gelatinoso)



Figura 7. *Parmotrema* sp. (Folioso)

Forma crustácea

Se encuentran siempre en estrecho contacto con el sustrato, carecen de córtex inferior o de órganos de sujeción: se sujetan al sustrato por medio de la médula o de un hipótalo y no pueden ser separadas de él sin ser destruidas. La variabilidad morfológica y anatómica del talo es grande: leproso, continuos, rimoso, rimoso-areolado, areolado, o escuamuloso. Hay transiciones de unos tipos por el talo foliáceo, por ejemplo, los líquenes placodioides tienen forma de placa, crustáceos o escuamulosos en el centro, pero están lobulados en el margen (Bungartz *et al.*, 2013).

Forma foliácea

Tienen forma laminar, generalmente tendidos sobre el sustrato, estratificados, con organización dorsiventral y cara inferior diferenciada, son los que ofrecen una estructura más compleja. Sus lóbulos son separables del sustrato al cual pueden estar parcialmente adheridos, por lo que se les puede separar sin ser destruidos, pero siempre constan de algún órgano de sujeción como las rizinas que además se encargan de captar agua tanto del sustrato como de la atmósfera. Se presentan transiciones con el tipo fruticuloso, los líquenes foliáceos tienen lóbulos muy estrechos parecidos a un talo fruticuloso, pero todavía en forma dorsiventral con una capa superior e inferior y una anatomía interna diferenciada (Bungartz *et al.*, 2013).

Forma fruticulosa

Son ejes más o menos ramificado con forma de pequeños arbustos, sobresalen siempre del sustrato al que sujetan a veces por una mínima superficie, discos de fijación o hapterios. El tamaño es muy variable en ocasiones son cortos y casi simples. Pueden ser erectos, colgantes, ascendentes, resupinados o reptantes. Los lóbulos pueden ser cilíndricos o aplastados y de organización radial; sólo en ocasiones son dorsiventrales (ej. *ramalina*). Muchos talos fruticulosos son dimorficos, por ejemplo las especies de *Cladonia* o de *Stereocaulon* que tienen un talo primario crustoso o escuamuloso y un talo secundario fruticuloso. Dependen de la humedad relativa del aire para su hidratación, siendo más abundantes en territorios con nieblas frecuentes (Bungartz *et al.*, 2013, Rodríguez & Ortega, 2003).

1.4.4. Estructuras reproductoras.

Los líquenes presentan dos tipos de reproducción, por propágulos vegetativos o asexual (isidios y soledios) y sexual (apotecio y peritecio) que producen ascas y ascasporas las cuales son incapaces de convertirse en un líquen, a menos que se asocien con las células de las algas adecuadas (Bungartz *et al.*, 2013). En los líquenes solo el micobionte presenta en su ciclo de vida la reproducción sexual, quedando la reproducción del fotobionte casi siempre restringida a la asexual. Algunos líquenes han desarrollado propágulos vegetativos especiales que contiene los dos componentes liquénicos, solucionando el detrimento de la variabilidad genómica que se consigue con la reproducción sexual (Rodríguez & Ortega, 2003).

1.4.5 Importancia.

Los líquenes son los colonizadores de las rocas desnudas, cubren la primera capa vegetal, que al acumularse se convierte en humus (Tinitana, 2009). Tienen un importante papel como indicadores biológicos de la calidad del suelo, aire y agua, permiten una lectura inmediata de la contaminación medioambiental, cambios climáticos y desequilibrio del suelo. Las técnicas para monitorear y valorar la contaminación son costosas y requieren de grandes equipos, por lo que utilizar líquenes como biomonitores se está generalizando cada vez más. Estos facilitan una medición inmediata de los niveles de contaminación en grandes áreas actuando como señales de alarma (Hawksworth, Iturriaga & Crespo, 2005). Muchos metabolitos liquénicos tienen interés farmacológico, bromatológico, industrial, etc., que ya era conocido en la antigüedad. Algunas sustancias son capaces de producir reacciones alérgicas, como dermatitis por contacto y eczemas. En la actualidad, tienen importancia en

la industria de la perfumería de calidad y en la industria farmacéutica, que busca sobretudo moléculas orgánicas nuevas con propiedades antibacterianas, antivirales y anticancerígenas (Rodríguez & Ortega, 2003).

1.4.6. Diversidad de Líquenes.

Según Barreno & Perez (2003), cerca de 14000 especies de líquenes están descritas en el mundo, mientras que Sipman & Aptroot (2001), estiman alrededor de 18000 especies. En el Ecuador los estudios sobre líquenes han sido muy escasos, excepto en las Islas Galápagos donde se ha reportado un total de 570 especies de flora liquénica (Bungartz *et al.*, 2013) y según referencias bibliográficas con datos de líquenes, se tendría un total de 930 especies citadas para todo el Ecuador (Cevallos, 2012).

1.5. Bosques Húmedos Tropicales.

Los bosques lluviosos tropicales se encuentran predominantemente en las regiones húmedas y ecuatoriales de América, África y Asia. Los bosques tropicales cubren el 7% de la superficie del mundo y contienen más de la mitad de las especies del planeta (Heywood, 1995). La radiación solar es intensa, sin embargo, el follaje no permite que llegue al suelo más que el 2%. No hay una verdadera estación seca, pues, las lluvias están presentes gran parte del año, la temperatura promedio es alta 25°C y el ambiente siempre está saturado de humedad (Alcaraz, 2012). Su exuberante biodiversidad lo distingue de los demás ecosistemas del mundo. La vegetación se divide en varios estratos o pisos, que depende de su altura (suelo, sotobosque, dosel, árboles emergentes.) Los árboles del dosel generalmente miden entre 25 y 35 m de altura, mientras que los árboles emergentes llegan a superar los 50 m de altura (Vázquez, Freire & Suárez, 2005).

Los bosques tropicales pueden hacer una importante contribución a la mitigación y a la estrategia de adaptación al cambio climático, por lo tanto deberían ser una parte significativa de cualquier solución climática (Conservation International, 2011), entre los beneficios que ofrecen, tenemos: la regulación del ciclo de agua y el clima, son productores de oxígeno, absorben dióxido de carbono, controlan la erosión e inundaciones, proveen de alimentos y contienen alta biodiversidad (Vázquez, Freire & Suárez, 2005). La quema y tala de los bosques tropicales es actualmente una fuente importante, pero a menudo no reconocida de las emisiones de gases de efecto invernadero. Se calcula que unos 14 millones de hectáreas de bosques son talados cada año, la liberación de hasta 1,5 millones de toneladas de CO₂ a la atmósfera (Conservation International, 2011). Eso representa aproximadamente el 20 por ciento del total de las emisiones globales de gases de efecto

invernadero, o más de las emisiones de todos los coches del mundo, camiones y aviones combinados. En algunos países tropicales en desarrollo, como Brasil e Indonesia, la conversión de bosques a otros usos del suelo es la principal fuente de emisiones de gases de efecto invernadero, lo que representa al menos el 70 por ciento de las emisiones totales del país (Conservation International, 2011).

De acuerdo con Mittermeier *et al*, 2001, las ecorregiones del Chocó-Darién y Noroeste de Ecuador, en parte del territorio que correspondiente a Panamá, Colombia y Ecuador, conforman 122.297 km² de bosques húmedos tropicales y son una de las zonas más biodiversas del mundo. La diversidad en estos bosques es tal que en 1 hectárea se han encontrado más de 100 especies de árboles de más de 10 cm de DAP (Valencia *et al.*, 1998)

En el Ecuador los bosques húmedos tropicales se encuentran en las provincias de Esmeraldas, Santo Domingo de los Tsáchilas y región amazónica. Las especies arbóreas oscilan entre 30 a 40 m de altura, incluso algunas especies pasan los 50 m (Vázquez, Freire & Suárez, 2005).

1.5.1. Características

Los bosques húmedos de la costa del Ecuador en la cuenca del río Esmeraldas, dominados frecuentemente por especies arbóreas de las familias, como: Myristicaceae, Moraceae, Fabaceae y Meliaceae. El dosel tiene una media de 40 m de alto, más o menos continuo con pocos claros; sotobosque denso, compuesto por varias especies de Rubiaceae y palmas pequeñas, en especial Geonoma. Las epífitas son comunes y están presentes en la parte baja de los troncos de la mayoría de árboles (MAE, 2012b).

Según el GAD – La Concordia (2011) existen 14 usos de suelo, entre los que destaca el cultivo de la palma africana con 19.423 ha, que representa un porcentaje de 60% del cantón La Concordia, seguido del pasto sembrado con 2.500 ha, que representa el 7.7% y el cultivo de plátano con 1560 ha (4.8%), mientras que el bosque natural representa apenas 650 ha que equivale al 2% de cobertura vegetal en toda La Concordia. La deforestación es muy notoria en los sitios relativamente planos. Los bosques han sido talados para extraer madera y establecer pastizales y zonas de cultivo especialmente palma africana, pasto y plátano (MAE, 2012b).

1.5.2. Subregión norte (húmeda) de Ecuador.

Según el sistema de clasificación de la vegetación propuesto para el Ecuador de Sierra (1999), la Subregión Norte, se localiza aproximadamente desde los 0° de latitud, al norte de Manabí, hasta el límite con Colombia, abarcando las provincias de Esmeraldas, parte del Carchi, Imbabura y Manabí, húmeda y muy húmeda. Esta formación vegetal es una continuación del Corredor biológico Chocó – Darién (Mittermeier *et al*, 2001, Smith & Smith, 2007).

1.5.1.1. Sector de las estribaciones de la Cordillera Occidental.

Incluye toda la región sobre los 300 y hasta los 1300 m.s.n.m. al pie de la cordillera de los Andes, como por ejemplo en la Cordillera de Toisán en Imbabura, Pichincha y Esmeraldas (Sierra, 1999).

1.5.1.1.1. Bosque siempreverde de tierras bajas.

Esta formación boscosa llega hasta los 300 m.s.n.m., es una formación caracterizada por una gran dominancia de especies arbóreas de las familias Myristicaceae, Arecaceae, Moraceae, Fabaceae y Meliaceae. El dosel puede llegar a medir hasta los 30 m o más de altura. Presenta abundantes epífitas, trepadoras y un estrato bajo herbáceo denso dominado por especies de la familia Araceae y Polypodiophyta (Sierra, 1999).

El Bosque Protector “La Perla” protege 250 hectáreas de bosque tropical húmedo costero, último remanente de bosque protegido con dichas características (Mena & Suárez, 1993, Garcés, 2010, Navarrete, 2010, Plan De Desarrollo Y Ordenamiento Territorial – La Concordia, 2011, Chiquín & Troya, 2013). Este bosque protector cumple un papel muy importante en la conservación in situ de la biodiversidad característica del bosque húmedo tropical (Ganzenmüller *et al.*, 2010, Ulloa, 2013), aspecto relevante ya que este tipo de bosque es considerado como uno de los más biodiversos del mundo debido al alto nivel de endemismo local y regional (Critical Ecosystem Partnership Fund, 2005, Vázquez, Freire & Suárez, 2005, Grijalva *et al.*, 2012), especialmente en lo que a riqueza florística se refiere (Palacios & Jaramillo, 2001, Estrella *et al.*, 2005). A pesar de su importancia, este ecosistema se ve seriamente amenazado por la fragmentación y pérdida de cobertura vegetal, causada principalmente por la deforestación cuyas causas son esencialmente, la expansión de la frontera agrícola, construcción de nuevos ejes viales y presión demográfica (World Wildlife Fund, 2008, Sierra, 2013).

CAPITULO 2: MATERIALES Y MÉTODO

2.1. Área de estudio

2.1.1. Ubicación.

El Bosque Protector La Perla según Sierra (1999) se encuentra en la categoría de Bosque siempreverde de tierras bajas. Está ubicado en el noroccidente ecuatoriano, en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, cantón La Concordia en el km 1 vía a Santo Domingo (Figura 8) colindante con el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Cuyas coordenadas geográficas del bosque son: - 0°00'49" latitud sur, y - 79°22'21" longitud oeste.

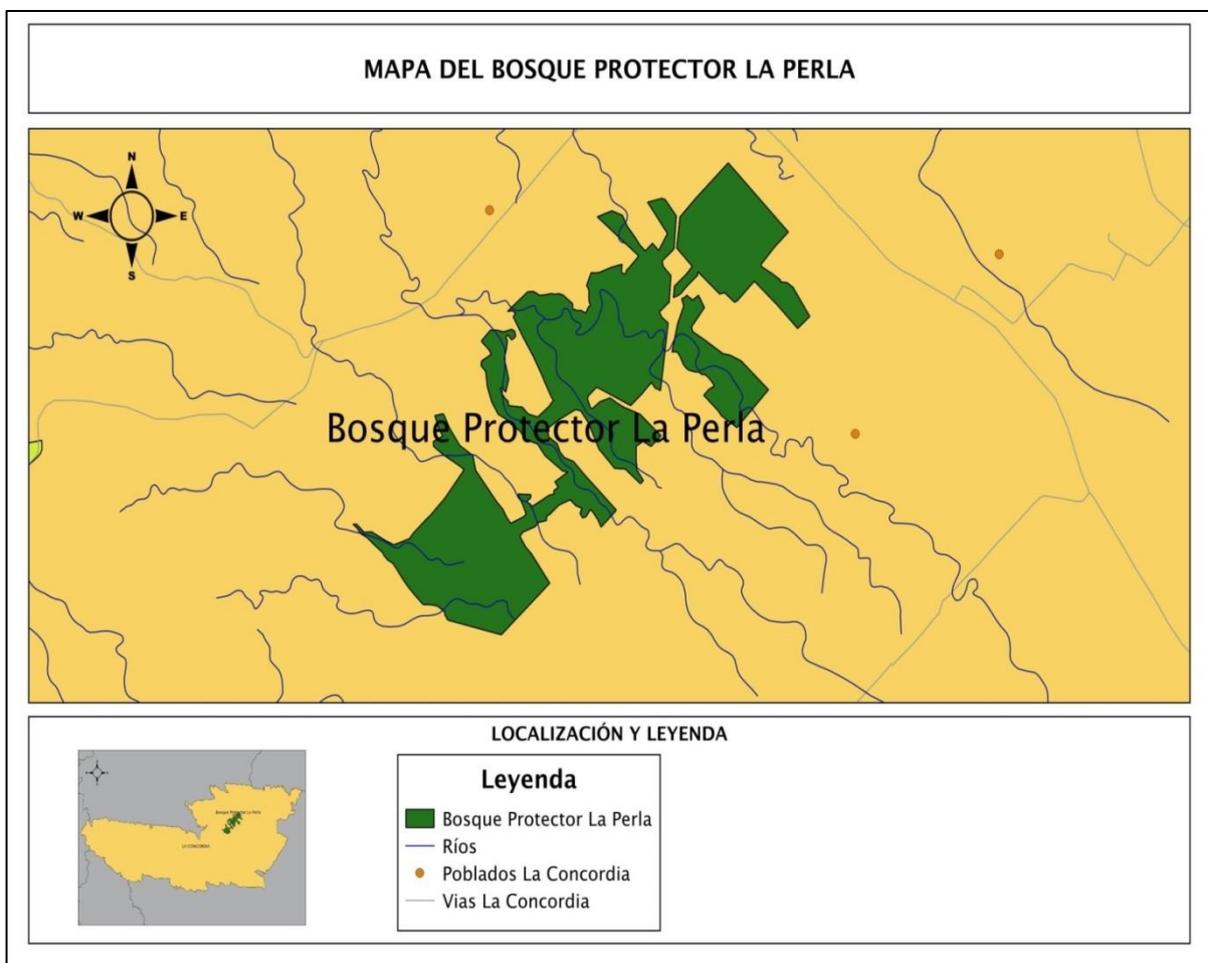


Figura 8. Mapa del Bosque Protector “La Perla”

Elaborado por: El autor.

Posee un rango altitudinal entre los 226 msnm en su hondonada más baja y 286 msnm en su parte más alta con una media de 246msnm, en una zona con ligeras ondulaciones que van desde 0° a 12° corresponde a relieves de llanura, es una zona típica del noroccidente del Ecuador (Plan De Desarrollo Y Ordenamiento Territorial – La Concordia, 2011).

El Bosque Protector La Perla, tiene agua permanente, que llega a ser un importante refugio de algunas especies acuáticas. También podemos encontrar pequeños humedales, zonas pantanosas y algunas vertientes de agua que conforman una serie de riachuelos y a su vez desembocan en los principales esteros, estos son: Cucaracha, Ramón y Cañero (PDOT-LC, 2011). El clima promedio es de 24.44°C, con temperaturas que van desde los 32.18 °C y 20.09 °C. La humedad relativa promedio es del 88% y una precipitación anual promedio de 3m³ x m² de suelo (PDOT-LC, 2011).

2.2. Diseño y Recolección de datos

Se consideró dos sitios de muestreo en la zona de estudio, uno el bosque intervenido (BI) que incluía la Zona Turística, y el otro el bosque no intervenido (BNI) que representa el Área Intangible. Se muestreó un total de 100 árboles al azar utilizando como transecto las vías, caminos y senderos de la propiedad, 50 árboles para el bosque intervenido y 50 árboles para bosque no intervenido. Para realizar los inventarios se utilizó un cuadrante de 20 x 30 cm (Anexo 3), a dos alturas (50 cm y 150 cm) de la base del árbol y dos orientaciones (N y S) (Benítez *et al.*, 2012). Las muestras se colectaron en bolsas de papel, posteriormente fueron secadas al ambiente exponiéndolas al sol. Todas las especies fueron procesadas, identificadas y depositadas en el Museo de Colecciones Biológicas de la Universidad Técnica Particular de Loja (HUTPL).

Para conocer el estado de conservación de briofitos se revisó la segunda edición del libro rojo de plantas endémicas del Ecuador, capítulo de Briofitos.

2.3. Análisis de datos

Para determinar los cambios en la riqueza total de epífitos no vasculares (briofitos y líquenes) a lo largo del bosque intervenido y el bosque no intervenido se utilizó un análisis de varianza ANOVA Kruskal-Wallis (Scheffe, 2003), que es un método no paramétrico para probar si las muestras provienen de la misma distribución y comparar dos o más muestras independientes de tamaños de muestras iguales o diferentes utilizando el programa STATISTICA (StatSoft, 2003)

Para analizar los cambios en la composición de epífitos no vasculares en los dos tipos de bosque se realizó un Análisis de Escalamiento Multidimensional NMDS que nos permite visualizar la representación espacial de los árboles muestreados, un ANOSIM para comparar la variación de la abundancia y composición de las especies entre unidades de muestreo y un PERMANOVA por pares para determinar el porcentaje de similitud entre el

bosque intervenido y el bosque no intervenido, donde se utilizó el programa PRIMER y R (Anderson, Gorley & Clarke, 2008).

CAPITULO 3: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

3.1.1. Riqueza de especies.

Se registró 107 especies de epífitos no vasculares (39 briófitos y 68 líquenes) distribuidos en 48 géneros y 31 familias en el Bosque Protector “La Perla” (ver Anexo 5, Tabla 4). Para los briofitos se identificaron 39 especies (23 hepáticas y 16 musgos) distribuidos en 23 géneros que corresponden a 16 familias, mientras que, para los líquenes se identificaron 68 especies (47 crustáceos, 9 escumulosos, 1 filamentoso, 6 foliosos y 5 gelatinosos) distribuidos en 26 géneros correspondientes a 15 familias, siendo este grupo el más diverso.

El bosque intervenido presenta más especies que el bosque no intervenido (Figura 9).

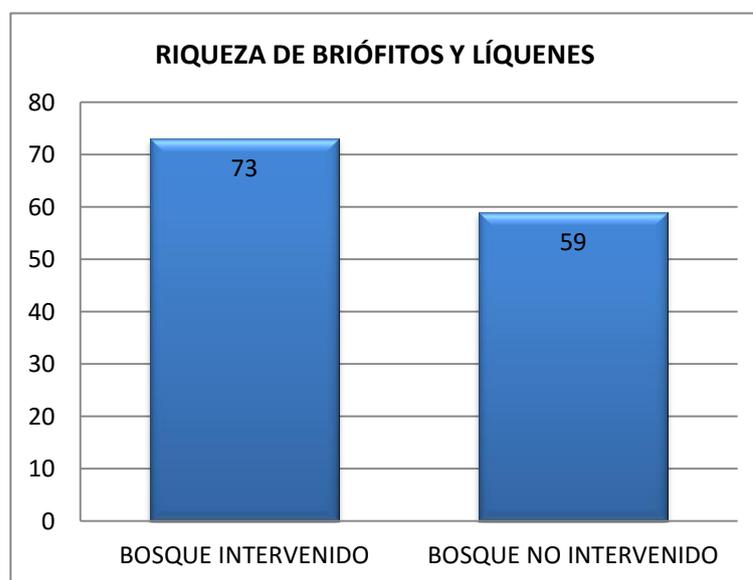


Figura 9. Riqueza de especies total por bosque

En el bosque intervenido encontramos 32 especies de briófitos, distribuidos en 17 géneros y 11 familias, donde la división Marchantiophyta (hepáticas) está representada con 19 especies y Briophyta (musgo) con 13 especies. La familia más representativa fue Lejeuneaceae con 6 géneros (14 especies), seguido de Neckeraceae con 2 géneros (3 especies), las demás familias están representadas por 1 género, mientras que el género más representativo fue *Lejeunea* (5 especies), seguido de *Microlejeunea*, *Plagiochila*, *Sematophyllum* (3 especies).

Para los líquenes tenemos 41 especies, distribuidos en 21 géneros y 14 familias, siendo el tipo de crecimiento crustáceo más característico con 27 especies. La familia más representativa fue Roccellaceae con 5 géneros (5 especies), seguida de Arthoniaceae (5

especies), Graphidaceae (9 especies) y Physciaceae (5 especies), con 2 géneros cada una. El género más representativo fue *Graphis* (8 especies), seguido por *Phyllopsora* (5 especies), *Arthonia* y *Heterodermia* (3 especies cada una).

Como podemos apreciar en la Figura 10, los líquenes tienen mayor diversidad que los briófitos.

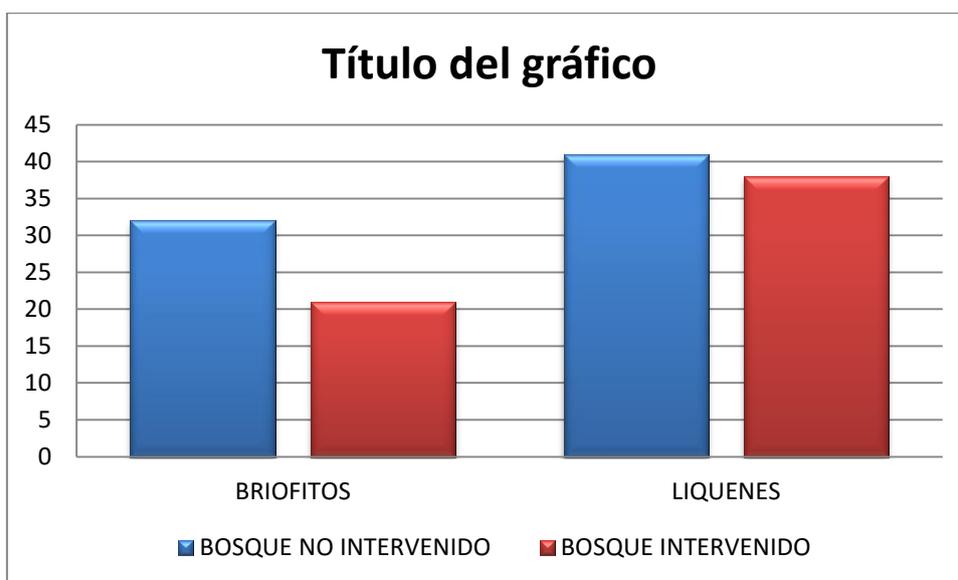


Figura 10. Riqueza de briófitos y líquenes en el bosque no intervenido y bosque intervenido

En el bosque no intervenido encontramos 21 especies de briófitos, distribuidos en 18 géneros y 14 familias, donde la división Marchantiophyta (hepáticas) está representada con 12 especies y Briophyta (musgo) con 9 especies. La familia más representativa fue Lejeuneaceae con 4 géneros (5 especies), seguido de Dicranaceae con 2 géneros (3 especies), las demás familias están representadas por 1 género, mientras que tenemos tres géneros representativos *Lejeunea*, *Plagiochila* y *Stirtonia* (2 especies cada una), los demás géneros están representadas con una especie cada uno.

Para los líquenes tenemos 38 especies, distribuidos en 16 géneros y 11 familias, siendo el tipo de crecimiento crustáceo más característico con 28 especies. La familia más representativa fue Roccellaceae con 3 géneros (4 especies), seguida de Arthoniaceae (4 especies), Graphidaceae (7 especies) y Ramalinaceae (8 especies), con 2 géneros cada una. El género más representativo fue *Graphis* y *Phyllopsora* (6 especies cada una), seguido por *Cryptothecia*, *Leptogium*, *Pertusaria* y *Pyrenula* (3 especies cada una).

Al igual que en el bosque intervenido, los líquenes predominan en cantidad de especies, pero está marcada con mayor diferencia (Figura 9).

3.1.2. Especies características del Bosque Protector “La Perla”.

En la (Tabla 1) podemos apreciar las especies características de Briófitos, mientras que en la (Tabla 2) tenemos las especies características de líquenes del Bosque Protector “La Perla”.

Tabla 1. Briofitos representativos del Bosque Protector “La Perla”

BRIOFITOS	
NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA
<i>Bryopteris filicina</i> (Sw.) Nees	Lejeuneaceae
<i>Cheilolejeunea rigidula</i> (Nees ex Mont.) R.M. Schust.	Lejeuneaceae
<i>Lejeunea laetevirens</i> Nees & Mont.	Lejeuneaceae
<i>Lophocolea trapezoides</i> Mont.	Lophocoleaceae
<i>Marchesinia brachiata</i> (Sw.) Schiffn.	Lejeuneaceae
<i>Microlejeunea bullata</i> (Taylor) Stephani	Lejeuneaceae
<i>Neckeropsis undulata</i> (Hedw.) Reichardt	Neckeraceae
<i>Octoblepharum albidum</i> Hedw.	Octoblepharaceae
<i>Plagiochila aerea</i> Taylor	Plagiochilaceae
<i>Plagiochila cristata</i> (Sw.) Lindenb.	Plagiochilaceae
<i>Plagiochila diversifolia</i> Lindenb. & Gottsche	Plagiochilaceae
<i>Radula quadrata</i> Gottsche	Radulaceae
<i>Sematophyllum subsimplex</i> (Hedw.) Mitt.	Sematophyllaceae
<i>Symbiezidium transversale</i> (Sw.) Trevis.	Lejeuneaceae
<i>Telaranea nematodes</i> (Austin) M. Howe	Lepidoziaceae

Tabla 2. Líquenes representativos del Bosque Protector “La Perla”

LIQUENES	
NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA
<i>Arthonia cinnabarina</i> (DC.) Wallr	Arthoniaceae
<i>Coenogonium linkii</i> Fée	Coenogoniaceae
<i>Coenogonium luteum</i> (Dicks.) Kalb & Lücking	Coenogoniaceae

<i>Cresponea melanocheiloides</i> (Vain.) Egea & Torrent	Roccellaceae
<i>Cryptothecia rubrocincta</i> (Ehrenb.) G. Thor	Arthoniaceae
<i>Cryptothecia striata</i> G. Thor	Arthoniaceae
<i>Dichosporidium nigrocinctum</i> (Ehrenb.) G. Thor	Roccellaceae
<i>Diorygma poitaei</i> (Fée) Kalb, Staiger & Elix	Graphidaceae
<i>Fissurina incrustans</i> Fée	Fissurinaceae
<i>Graphis acharii</i> Fée	Graphidaceae
<i>Graphis anfractuosa</i> (Eschw.) Eschw.	Graphidaceae
<i>Graphis assimilis</i> Nyl.	Graphidaceae
<i>Leptogium azureum</i> (Sw.) Mont.	Collembataceae
<i>Leptogium milligranum</i> Sierk 1964	Collembataceae
<i>Mazosia carnea</i> (Eckfeldt) Aptroot & M. Cáceres.	Roccellaceae
<i>Myelochroa lindmanii</i> (Lyngé) Elix & Hale	Parmeliaceae
<i>Pertusaria pertusa</i> (L.) Tuck.	Pertusariaceae
<i>Phyllopsora confusa</i> Swinscow & Krog	Ramalinaceae
<i>Physcia atrostriata</i> Moberg	Physciaceae
<i>Pyrenula tenuisepta</i> R.C. Harris	Pyrenulaceae
<i>Trypethelium tropicum</i> (Ach.) Müll. Arg.	Trypetheliaceae

El análisis del ANOVA Kruskal-Wallis, nos permite determinar que la riqueza cambia en los tipos de bosques comparados, dando los siguientes valores: $F = 1.98 (6,51)$, puesto que la F obtenida es mayor que el valor crítico de F y el valor $p = 0,0061$ (figura 12).

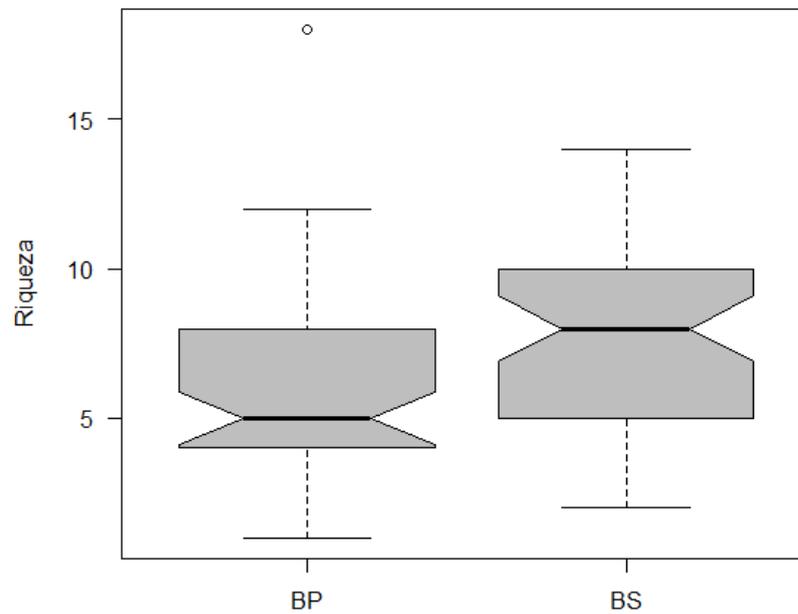


Figura 11. Riqueza de especies de epífitos no vasculares (líquenes y briofitos) en los dos tipos de bosques. BP: Bosque Primario, BS: Bosque Secundario.

3.2. Composición de especies.

El Análisis de Escalamiento Multidimensional NMDS, muestra como los árboles se agrupan en función de tipo de bosque (Figura 12), en este caso se evidencia que la comunidad de briófitos y líquenes cambian en los dos tipos de bosque.

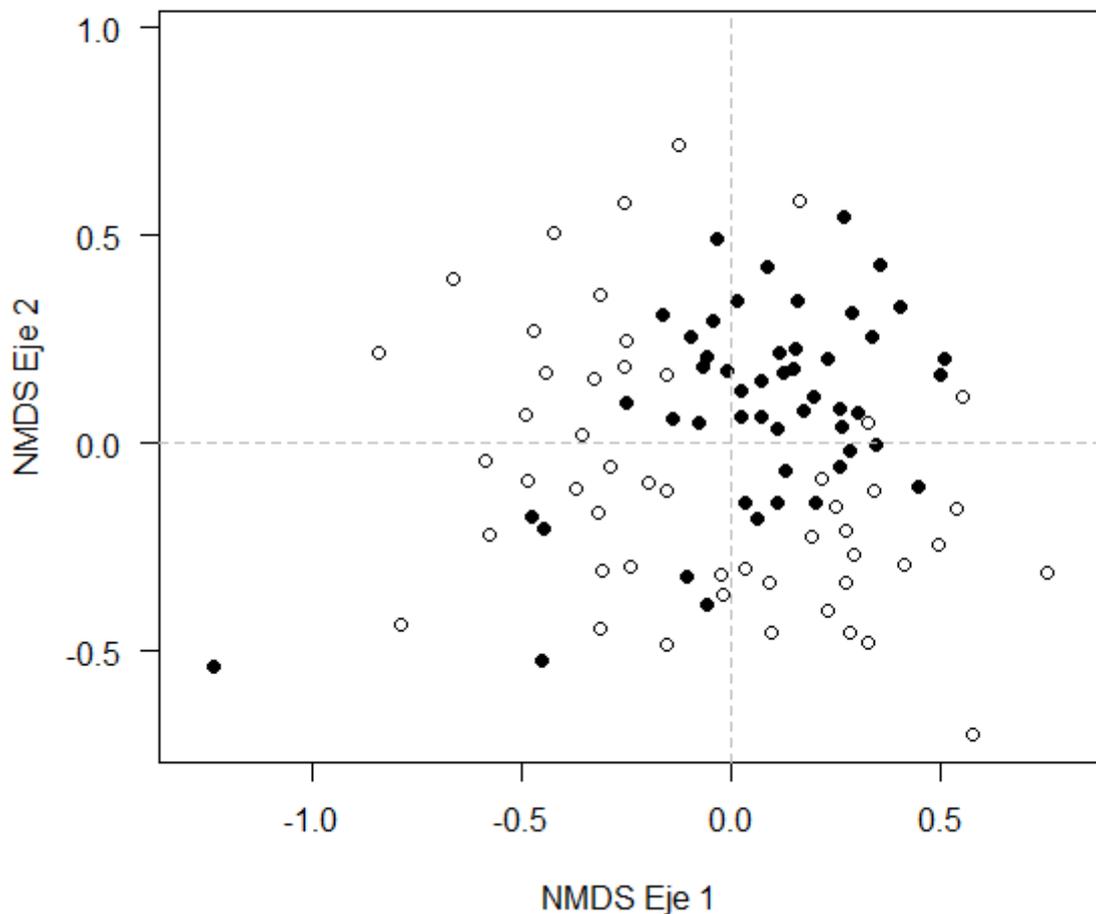


Figura 12. Análisis de escalamiento multidimensional de las muestras (árboles) en los dos tipos de bosque. Bosque primario (círculos blancos) y Bosque secundario (círculos negros).

El análisis de similitud (ANOSIM), nos da: $R=0,17$ ($p=0,001$), calculado con el índice Bray-Curtis. Esto indica que entre los dos tipos de Bosques cambia la composición de especies, reforzando los resultados obtenidos por el Análisis de Escalamiento Multidimensional NMDS (figura 12).

El resultado del Análisis de similitud por pares PERMANOVA, muestra diferencias en la composición de especies de briófitos y líquenes entre el bosque intervenido y el bosque no intervenido, dando un elevado porcentaje (87,16%) de Dissimilaridad y 0,001 de P valor (Tabla 3).

Tabla 3. Resultados del PERMANOVA por pares entre los diferentes tipos de bosque (% de acuerdo a la distancia Bray-Curtis) y nivel de significancia (*P*).

Tipo de bosque	Dissimilaridad (%)	<i>P</i>
Bosque primario vs Bosque secundario	87,16	0.001

3.3. Estado de conservación.

De 63 especies de briofitas tratadas en León–Yáñez *et al.* (2011), 41 no han podido ser evaluadas debido a que aún es muy poco lo que se conoce sobre ellas. Se consideran 4 En Peligro Crítico, 1 En Peligro, 9 son Vulnerables, 2 Casi Amenazadas y 6 de Preocupación Menor. Dentro del SNAP están dentro 26 especies; 13 especies (todas hepáticas) están en Galápagos pero 2 de estas también se hallan en el continente (León–Yáñez *et al.*, 2011). Se buscó en la Lista Roja de la IUCN (www.iucnredlist.org), sin encontrar datos de las especies presentes en este estudio.

3.4. Discusión

En la presente investigación la familia más representativa fue Lejeuneaceae con una clara dominancia en el Boque Intervenido y en el bosque no intervenido, similar con lo reportado en la literatura para las tierras bajas tropicales de 0 – 500 msnm propuestas en Frahm & Gradstein (1991) y en (Gradstein, Churchill & Salazar, 2001, Barbosa *et al.*, 2007).

Se registró 107 especies de epífitos no vasculares (39 briófitos y 68 líquenes), observando que es relativamente bajo, en comparación con estudios similares, como: Holz & Gradstein (2005), con 168 especies reportadas, Noske *et al.* (2008), con 207 especies y Benítez, Prieto, Aragón (2015), con 374 especies. Estas diferencias pueden estar relacionadas con la escala del trabajo y tipo de muestreo donde se incluyó parte del dosel del bosque, excepto en Benítez, Prieto, Aragón (2015), y al rango altitudinal de estos estudios que está comprendido entre (1800 y 2800 msnm) que según Frahm & Gradstein (1991) y Uribe y Gradstein (1998) la franja altitudinal entre los 1500 y 2800 msnm ostenta la mayor diversidad de briófitos y líquenes, mientras que la franja altitudinal comprendida entre 0 y 500 msnm presenta menor diversidad, ya que la densidad del dosel de estos bosques genera limitaciones para el establecimiento de briófitos y líquenes, disminuyendo la cantidad de luz que puede llegar hacia los estratos más bajos (Orrego, 2000 y Frahm & Gradstein, 1991)

Los resultados mostraron cambios significativos en la diversidad de briófitos y líquenes entre el bosque intervenido (perturbado) con 73 especies y el bosque no intervenido (Zona Intangible) con 59 especies, relacionados con la alteración de los bosques. Generalmente los bosques no perturbados presentan mayor diversidad de especies que los bosques perturbados (Acebey, Gradstein & Kromer, 2003, Holz, 2003, Benítez, Prieto, González & Aragón, 2012, Benítez, Prieto & Aragón, 2015) apoyando la noción que la alteración de los bosques conduce a la pérdida de especies en las comunidades, por la exposición prolongada de radiación solar, alteraciones en la temperatura, humedad, sombra, ph, etc., que genera un impacto muy negativo sobre una gran cantidad de especies que no son tolerantes al sol (Aguilar, Martínez & Arriaga, 2000, Barreno & Perez, 2003, MAE, 2012a). Sin embargo, en Nöske *et al.* (2008), se encontró que la riqueza de especies de briófitas epífitas se reduce significativamente de un bosque no perturbado a vegetación perturbada, como ya mencionamos, mientras que la riqueza de especies de los líquenes epífitos no cambia con el aumento de la alteración de los bosques (Holz & Gradstein, 2005). De acuerdo a nuestras observaciones la riqueza de briófitos y líquenes aumentan al aumentar la perturbación, ya que, según Holz & Gradstein (2005), en los bosques secundarios la diversidad disminuye, esto es por los cambios en la composición vegetal, pero en ocasiones estos bosques pueden presentar un efecto contrario, aumentando la diversidad, acción causada por tener una zona de transición muy cercana, intercambiando especies entre las formaciones vegetales, explicando así que la zona menos perturbada, tenga menor diversidad. Además, cabe señalar que la mayor riqueza en los bosques perturbados se debe a una mayor presencia de líquenes, debido a que la zona intervenida tiene el dosel más abierto, disminuyendo la humedad y aumentando la luminosidad, necesaria para el desarrollo de epífitos fotófilos (Gradstein, 2008).

La composición de especies de briófitos y líquenes cambia significativamente del bosque no intervenido al bosque intervenido, cambios que también fueron reportados en estudios realizados con epífitos no vasculares comparados entre áreas perturbadas y no perturbadas (Acebey *et al.*, 2003, Holz & Gradstein, 2005, Nöske *et al.*, 2008, Benítez, Prieto & Aragón, 2015). Estos cambios se explican por la alta sensibilidad de los briófitos y líquenes a las alteraciones en factores ecológicos primarios, luz, humedad y sombra, que a su vez cambia las condiciones microclimáticas, dando lugar a cambios considerables en la composición de especies de briófitos y líquenes (Barreno & Perez, 2003, Sporn *et al.*, 2009). La iluminación es determinante al momento de explicar composición de especies de líquenes foliosos (Lucking, 1998), perjudicando o beneficiando a las especies.

Adicionalmente el bosque intervenido está caracterizado por especies fotófilas de la familia Physciaceae (5 especies) y el género *Heterodermia* (3 especies), que según estudios realizados por Kaffer *et al.* (2011) y Benítez, Prieto, González & Aragón (2012), son especies que soportan altamente la luminosidad siendo características de áreas urbanas. A diferencia los bosques no perturbados al mantener su dosel cerrado contienen mayor humedad, esto les permite albergar especies de sombra (Acebey *et al.* 2003, Gradstein, 2008 & Benítez, Prieto, González & Aragón, 2012), los briófitos tienden a aumentar con la humedad (Gradstein & Pócs, 1989), mientras que los líquenes se ven favorecidos por la disminución de humedad y mayor luminosidad (Gradstein, 1992b, Werner, Homeier & Gradstein, 2005).

Es el primer estudio referente a briófitos y líquenes en el Bosque Protector “La Perla”, como especies representativas tenemos 15 briófitos y 21 líquenes, que a la vez son los primeros reportes para la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

CONCLUSIONES

- Se registró 107 especies briófitos y líquenes distribuidos en 48 géneros y 31 familias en el Bosque Protector “La Perla”.
- Los líquenes tienen mayor diversidad con 68 especies, donde la forma de crecimiento crustácea es más representativa, y la diversidad de briófitos con 39 especies está representada mayoritariamente por las hepáticas.
- El bosque intervenido presenta mayor riqueza de especies, con 73 especies y en el bosque no intervenido existen 59 especies.
- La familia más diversa de briofitos es Lejeuneaceae y el género más diverso es *Lejeunea*, mientras que en los líquenes la familia más diversa es Roccellaceae y el género *Graphis* es el más diverso, esto se evidencia en los dos tipos de bosque.
- En los lugares perturbados hay mayor número de especies fotófilas, como especies del género *Heterodermia*.
- La riqueza y composición de especies de briófitos y líquenes cambia significativamente del bosque no intervenido al bosque intervenido.

RECOMENDACIONES

- Es muy importante contar con la colaboración de un profesional con conocimiento de briófitos y líquenes si se decide realizar estudios en este campo, para elegir el tipo y técnicas de muestreo más adecuado, reconocimiento de las especies en el sitio de muestreo y para la determinación de especies.
- En el muestreo se encontraron especies arbóreas de corteza sumamente dura, en la que el uso de una navaja para extraer las muestras no era suficiente, para lo cual, se sugiere utilizar como herramienta de apoyo un formón (ver Anexo 2).
- Para futuras investigaciones se recomienda que amplíen más el conocimiento en estos organismos poco estudiados y de gran importancia por su utilización en monitoreo de calidad ambiental (agua, suelo y aire), alta sensibilidad a perturbaciones, resistencia a la contaminación, diversidad aún no conocida y que permitan reforzar herramientas para la implementación de políticas de manejo y conservación.

BIBLIOGRAFÍA

- Acebey, A., Gradstein, S. & Kromer, T. (2003). *Species richness and habitat diversification of bryophytes in submontane rain forest and fallows of Bolivia*. *Journal of Tropical Ecology*. 19: 9 – 18.
- Aguilar, C., Martínez, E. & Arriaga, L. (2000). *Deforestación y fragmentación de ecosistemas: qué tan grave es el problema en México*. CONABIO. *Biodiversitas* 30: 7-11.
- Alcaraz, F. (2012). *Selvas ecuatoriales y tropicales*. Universidad de Murcia.
- Anderson, M., Gorley, R. & Clarke, K. (2008). *Permanova For PRIMER: Guide to Software and Statistical Methods*. Plymouth, UK: PRIMER-E.
- Ardiles, V., Cuvertino, J. & Osorio, F. (2008). *Guía de Campo Briófitas de los Bosques Templados Australes de Chile. Una introducción al mundo de los Musgos, Hepáticas y Antoceros que habitan los Bosques de Chile*. Ed. Chilena de la Madera, Concepción, Chile. 168pp.
- Barbosa, I., Uribe J. & Campos, L. (2007). *Las Hepáticas De Santa María (Boyacá, Colombia) Y Alrededores*. Boyacá, Colombia. Universidad Nacional de Colombia.
- Barreno, E. & Perez, S. (2003). *Líquenes de la Reserva Natural Integral de Muniellos, Asturias*. Oviedo: KRK Ediciones.
- Benítez, A. & Gradstein, S. (2011). *Adiciones a la flora de briófitas del Ecuador*. Cryptogamie, Bryologie.
- Benítez A., Gradstein S., Prieto M., Aragón G., León-Yáñez S., Moscoso A. & Burghardt, M. (2012). *Additions to the bryophyte flora of Ecuador 2*.
- Benítez, A., Prieto, M., González, Y. & Aragón, G. (2012). *Effects of tropical montane forest disturbance on epiphytic macrolichens*. *Science of the Total Environment*. Loja, Ecuador.
- Benítez, A., Prieto, M. & Aragón, G. (2015). *Large trees and dense canopies: key factors for maintaining high epiphytic diversity on trunk bases (bryophytes and lichens) in tropical montane forest*. *Forestry An International Journal of Forest Research*. 0: 1-7.
- Bungartz, F., Yáñez, A., Nugra, F. & Ziemmeck, F. (2013). *Guía rápida de líquenes de las Islas Galápagos*. Versión 3. Galápagos, Ecuador. Fundación Charles Darwin.
- Campos, L., Uribe, J. & Aguirre, J. (2008). *Santa María, Líquenes, Hepáticas y Musgos*. Serie de Guías de Campo del Instituto de Ciencias Naturales No. 3. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D. C., Colombia.

- Cevallos, G. (2012). *Checklist de líquenes y hongos liquenícolas de Ecuador Continental*. Conservación de la Diversidad Biológica. Universidad Rey Juan Carlos. 37p.
- Chiquín, N. & Troya, M. (2013). *Levantamiento de la Línea Base Ambiental del Bosque Protector "La Perla", ubicado en la provincia Santo Domingo de los Tsáchilas, cantón La Concordia, para la propuesta del Plan de Manejo Ambiental* (tesis de grado). ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO. Quito, Ecuador.
- Churchill, D. & Linares, E., (1995). *Prodromus Bryologiae Novo – Granatensis. Introducción a la Flora de los Musgos de Colombia*. Santa Fe de Bogota, Colombia. Instituto de Ciencias Naturales – Museo de Historia Natural Biblioteca “Jerónimo Triana” Nro. 12.
- Churchill, S., Griffin, D. & Muñoz, J. (2000). *A checklist of the mosses of the tropical Andean countries*. Madrid, España.
- Colombia, W. W. F. (2008). *Plan de Acción del Complejo Ecorregional Chocó-Darién*. Cali, Unión Europea, Ministerio Británico para el Desarrollo Internacional y WWF Suecia y Reino Unido, 8.
- Consejo del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón La Concordia. (2011). *Plan De Desarrollo Y Ordenamiento Territorial 2011 – 2025*. La Concordia, Ecuador.
- Conservation International. (2011). *Linking Forests, Climate Change and Biodiversity*. USA.
- Critical Ecosystem Partnership Fund. (2005). *Corredor de Conservación Chocó-Manabí, Ecorregión Terrestre Prioritaria del Chocó Darién Ecuador Occidental (HOTSPOT)*. Fondo de Alianzas para Ecosistemas Críticos. Colombia.
- Curtis, H., Barnes, S. (2001). *Biología*. Sexta edición. Editorial Panamericana. Madrid, España.
- Delgado, C. & Cárdenas, S. (1990). *Manual de Briofitas*. México. Instituto de Biología: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Estébanez, B., Draper, I., Díaz, A. & Medina, R. (2011). *Briófitas: una aproximación a las plantas terrestres más sencillas*. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid. p. 19-73.
- Estrella, J., Manosalvas, R., Mariaca, J. & Ribadeneira, M. (2005). *Biodiversidad y Recursos Genéticos: Una guía para su uso y acceso en el Ecuador*. Quito, Ecuador: Abya Yala.
- Frahm, J., & Gradstein, S. (1991). *An altitudinal zonation of tropical rain Forests using bryophytes*. Journal of Biogeography. 18: 669 – 678.
- Frahm, J., O’Shea, B., Koponen, T., Piipoo, S., Enroth, J., Rao, P. & Fang, Y. (2003). *Manual of Tropical Bryology*. Alemania.

- Frey, W. & Stech, M. (2005). *A morpho-molecular classification of the Anthocerophyta (hornworts)*. Nova Hedwigia. 80 (3-4): 541-545.
- Ganzenmüller, A., Cuesta, F., Riofrío, M, González, C & Baquero, F. (2010). *Caracterización ecosistémica y evaluación de efectividad de manejo de los bosques protectores y bloques del Patrimonio Forestal ubicados en el sector ecuatoriano del Corredor de Conservación Chocó-Manabí*. . Ministerio del Ambiente del Ecuador, EcoCiencia y Conservación Internacional. Quito, Ecuador.
- Garcés, S. (2010). *Bienestar y sustentabilidad en el medio rural: análisis de tres agroecosistemas (uno agroecológico, uno convencional y uno mixto) en Carchi y Esmeraldas a través de indicadores multidimensionales* (tesis de maestría). FACULTAD LATINOAMERICANA DE CIENCIAS SOCIALES. Quito, Ecuador.
- Glime, J. (2007). *Bryophyte Ecology*. Vol. 1. Physiological Ecology. EBook sponsored by Michigan Technological University and the International Association of Bryologists. Consultado junio 2015 en [http://: www.bryoecol.mtu.edu/](http://www.bryoecol.mtu.edu/)
- Gradstein, S. (1992a). *Threatened bryophytes of the neotropical rain forest: a status report*. Trop. Bryol. 6: 83-93.
- Gradstein, S. (1992b). *The vanishing tropical rain forest as an environment for bryophytes and lichens*. Pp. 234 – 258.
- Gradstein, S. (2008). *Epiphytes of tropical montane Forests impact of deforestation and Climate change*.
- Gradstein, S., Churchill, S. & Salazar, N. (2001). *Guide to the Bryophytes of Tropical America*. Memoirs of the New York Botanical Garden. 86: 1 – 573.
- Gradstein, S., Montfoort D., & Cornelissen, J. (1990). *Species richness and phytogeography of the bryophyte flora of the Guianas with special reference to the lowland forest*. Tropical Bryology 2:117- 126
- Gradstein, S. & Pócs, T. (1989). *Bryophytes*. pp. 311 – 325.
- Grijalva, J., Checa, X., Ramos, R., Barrera, P. & Limongi, R. (2012). *Situación de los Recursos Genéticos Forestales*. INIAP. Quito, Ecuador.
- Hawksworth, D., Iturriaga, T., & Crespo, A. (2005). *Líquenes como bioindicadores inmediatos de contaminación y cambios medio-ambientales en los trópicos*. Revista Iberoamericana de Micología; 22: 71 – 62. Caracas, Venezuela.
- Herrera, M., Lücking, R., Pérez, R., Miranda, R., Sánchez, N., Barcenás, A., Carrizosa, A., Zambrano, A., Ryan, D. & Nash III, T. (2014). *Biodiversidad de Líquenes en México*. Revista Mexicana de Biodiversidad, Supl. 85: S82-S99. México.

- Heywood, V. (1995). *Global Biodiversity Assessment*. Cambridge University Press. Cambridge, Gran Bretaña.
- Holz, I. (2003). *Diversity and ecology of bryophytes and macrolichens in primary and secondary montane Quercus forests, Cordillera de Talamanca, Costa Rica*. Doctoral dissertation, PhD Thesis, University of Göttingen, Göttingen, Alemania.
- Holz, I. & Gradstein, S. (2005). *Phytogeography of the bryophyte floras of oak forests and paramo of the cordillera de Talamanca, Costa Rica*. *Journal of Biogeography*, 32, 1591-1609.
- Kaffer, M., Azevedo, S., Alves, C., Camejo, V., Fachel, J. & Ferrao, V. (2011). *Corticolous lichens as environmental indicators in urban areas in southern Brazil*. *Ecological Indicators* 1919-1932.
- León-Yáñez S., Gradstein S. & Wegner, C. (2006). *Hepáticas (Marchantiophyta) y Antoceros (Anthocerotophyta) del Ecuador, catálogo*. Quito, Ecuador. Publicaciones del Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- León-Yáñez, S., Valencia, Pitman, N., Endara, L., Ulloa, C. & Navarrete, H., (eds.). (2011). *Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador, 2ª edición*. Publicaciones del Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador.
- Lucking, R. (1998). *Ecology of folicolous lichens at the "Botarrama" trail (Costa Rica), anetropical rain forest. III. Phorophyte ranges and patterns of phorophyte preferences*. *Phyton-Horn*. 38: 195 – 219.
- Mena, P. & Suárez, L. (Eds.). (1993). *La investigación para la conservación de la diversidad biológica en el Ecuador*. Quito, Ecuador. ECOCIENCIA.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2010). *Cuarto Informe Nacional para el Convenio sobre la Diversidad Biológica*. Quito, Ecuador.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2012a): *Línea Base de Deforestación del Ecuador Continental*. Quito, Ecuador.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2012b). *Sistemas de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental*. Quito, Ecuador.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2013). *Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental*. Quito, Ecuador: Subsecretaría de Patrimonio Natural.
- Mittermeier, R.A., Myers, N., Mittermeier, C., & Robles G. (2001). *Hotspots: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions*. México. CEMEX Conservation International, Agrupación Sierra Madre, SC.
- Myers, N. (2001). *Hotspots. Encyclopedia of Biodiversity*, 3: 371 – 381.

- Morales, T., Moreno, E., Ghinaglia, R. & Ángel, R. (2014). *Inventario y estado de conservación de la brioflora del Parque Nacional Yurubí*. Yaracuy, Venezuela. Universidad Central de Venezuela.
- Naciones Unidas. (1992). *Reunión Cumbre de la Tierra sobre Desarrollo y Medio Ambiente. Convenio Sobre Diversidad Biológica*. Río de Janeiro, Brasil.
- Naranjo, C. (2012). *Técnicas de Biología de Campo*. Loja, Ecuador. EDILOJA Cía. Ltda.
- Navarrete, L. (2010). *Birds in Ecuador*. Fundación Jocotó. Recuperado de <http://www.birdsinecuador.com/es/>
- Normann, F., Weigelt, P., Gehrig-Downie, C., Gradstein, R., Sipman, H., Obregon, A. & Bendix J. (2010). *Diversity and vertical distribution of epiphytic macrolichens in low land rain forest and low land cloud forest of French Guiana*. Alemania. Ecological Indicators.
- Noske, N., Hilt, N., Werner, F., Brehm, G., Fiedler, K., Sipman, H. & Gradstein, R. (2008). *Disturbance effects on diversity of epiphytes and moths in a montane forest in Ecuador*. Basic and Applied Ecology. 9: 4 – 12.
- Orrego, O. (2000). *Diversidad de briófitos en bosques relictuales de la zona cafetera del Departamento del Quindío*. Departamento de Biología. Universidad Nacional de Colombia. Bogota, Colombia.
- Palacios, W. & Jaramillo, N. (2001). *Riqueza florística y forestal de los bosques tropicales húmedos del Ecuador e implicaciones para su manejo*. Revista Forestal Centroamericana (CITIE). p:46 – 50.
- Pedroni, L. (2002). *Biodiversidad: el problema y los esfuerzos que se realizan en Centroamérica*. Turriamba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE.
- Primack, R., Rozzi, R., Feinsinger, P., Dirzo, R. & Massardo, F. (2013). *Fundamentos de conservación biológica: Perspectivas latinoamericanas*. Bogotá, Colombia. Ediciones Fondo de Cultura Económica Ltda.
- Richards, P. (1988). *Tropical forest bryophytes. Synusiae and strategies*. J. Hattori Bot. Lab. 64: 1-4.
- Rodríguez, E. & Ortega, S. (2003). *Líquenes de la Reserva Natural Integral de Muniellos, Asturias*. Asturias, España. Grafinsa.

- Ruiz, C. & Ceballos, J. (2003). *Las comunidades de briófitos y su relación con la estructura de la vegetación fanerogámica, en el gradiente altitudinal de la Serranía del Perijá*. Cesar, Colombia. *Tropical Bryology* 24: 101-113.
- Saltos, N y Vázquez S. (2009). *Ecuador: su realidad*. Quito, Ecuador. Fundación de Investigación y Promoción Social “José Peralta”.
- Schäfer-Verwimp, A., Lehnert, M. & Nebel, M. (2013). *Contribution to the knowledge of the bryophyte flora of Ecuador. Phytotaxa*.
- Scheffe, H. (1953). *A method for judging all contrasts in the analysis of variance*. *Biometrika*, (40) 87-104.
- Sierra, R. (1999). *Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental*. 2da. Impresión (2001). Proyecto INEFAN/GEF y EcoCiencia. Quito, Ecuador.
- Sierra, R. (2013). *Patrones y factores de deforestación en el Ecuador continental, 1990–2010. Y un acercamiento a los próximos 10 años*. Conservación Internacional Ecuador y Forest Trends. Quito, Ecuador.
- Sipman, H. & Aptroot, A. (2001). *Where are the missing lichens?* *Mycol Res*, 105:1433-1439.
- Smith, R & Smith, T. (2007). *Ecología: Pérdida del hábitat, biodiversidad y conservación*. Madrid, España. Editorial Pearson Education, S.A.
- Sporn, S., Bos, M., Hoffstatter-Muncheberg, M., Kessler, M. & Gradstein, R. (2009). *Microclimate determines community composition but not richness of epiphytic understory bryophytes of rainforest and cacao agroforests in Indonesia*. *Functional Plan Biology*. 36: 171 – 179.
- StatSoft, Inc. (2003). *STATISTICA für Windows*. [Software-System für Datenanalyse] Version 6. <www.statsoft.com>
- Tinitana, F. (2009). *Botánica*. Loja, Ecuador. EDILOJA.
- Toapanta, E. (2002). *Checklist de musgos del Ecuador*. Herbario Escuela Superior Politécnica del Chimborazo.
- Ulloa, R. (Editor). (2013). *Biocorredores: una estrategia para la conservación de la biodiversidad, ordenamiento territorial y el desarrollo sustentable en la Zona de Planificación 1 (Carchi, Imbabura, Esmeraldas y Sucumbíos)*. Ministerio del Ambiente, Conservación Internacional Ecuador y Fundación Altrópico. Ibarra, Ecuador.
- Uribe, J. & Gradstein, S. (1998). *Catalogue of the Hepaticae and Anthocerotae of Colombia*. *Bryophytorum Bibliotheca*. 53: 1 – 99.

- Valencia, R., Balslev, H., Palacios, W., Neill, D., Josse, C., Tirado, M. & Skov, F. (1998). *Diversity and family composition of trees in different regions of Ecuador: a sample of 18 one-hectare plots*.
- Vázquez, M., Freire, J. & Suárez, L. (2005). *Biodiversidad en el suroccidente de la provincia de Esmeraldas: un reporte de las evaluaciones ecológicas y socioeconómicas rápidas*. ECOCIENCIA y MAE. Quito, Ecuador.
- Villarreal, J., Cargill, D., Hargborg, A., Soderstrom, L. & Renzaglia, K. (2010). *A synthesis of hornwort diversity: Patterns, causes and future work*. Phytotaxa, 9: 150 – 166.
- Werner, F., Homeier, J. & Gradstein, S. (2005). *Diversity of vascular epiphytes on isolated remnant trees in the montane forest belt of southern Ecuador*. ECOTROPICA 11: 21 – 40.
- Werner, F. (2009). *Effects of Human Disturbance on Epiphyte Assemblages in the Andes Of Ecuador*. Georg-August-Universität Göttingen

ANEXOS

ANEXO 1.

Especies de briófito a la izquierda (*Octoblepharum albidum* Hedw.) y líquen a la derecha (*Pyrenula* sp1).



ANEXO 2. Navajas (arriba) y formón (abajo), para extraer muestras de las cortezas de los árboles.



ANEXO 3. Cuadrante de 20 x 30 cm en el árbol 1, punto 1.



ANEXO 4. Muestreo de briófitos y líquenes.



ANEXO 5.

Tabla 4. Tabla de especies de epífitos no vasculares (briófitos y líquenes) encontrados en el Bosque Protector “La Perla”.

ESPECIE	FAMILIA	TIPO DE CRECIMIENTO (LÍQUEN) / DIVISIÓN (BRIÓFITO)	BOSQUE INTERVENIDO	BOSQUE NO INTERVENIDO
BRIOFITOS				
<i>Bryopteris filicina</i> (Sw.) Nees	Lejeuneaceae	Hepática	SI	NO
<i>Campylopus</i> sp1	Dicranaceae	Musgo	SI	SI
<i>Campylopus</i> sp2	Dicranaceae	Musgo	SI	NO
<i>Cheilolejeunea</i> sp1	Lejeuneaceae	Hepática	SI	NO
<i>Cheilolejeunea rigidula</i> (Nees ex Mont.) R.M. Schust.	Lejeuneaceae	Hepática	SI	SI
<i>Cryphaea</i> sp1	Cryphaeaceae	Musgo	SI	NO
<i>Fissidens</i> sp1	Fissidentaceae	Musgo	SI	SI
<i>Lejeunea</i> sp1	Lejeuneaceae	Hepática	SI	NO

<i>Lejeunea</i> sp2	Lejeuneaceae	Hepática	SI	SI
<i>Lejeunea</i> sp3	Lejeuneaceae	Hepática	SI	NO
<i>Lejeunea laetevirens</i> Nees & Mont.	Lejeuneaceae	Hepática	SI	SI
<i>Lejeunea</i> sp4	Lejeuneaceae	Hepática	SI	NO
<i>Leptodontium</i> sp1	Pottiaceae	Musgo	SI	SI
<i>Leptodontium</i> sp2	Pottiaceae	Musgo	SI	NO
<i>Lophocolea trapezoides</i> Mont.	Lophocoleaceae	Hepática	NO	SI
<i>Marchesinia brachiata</i> (Sw.) Schiffn.	Lejeuneaceae	Hepática	SI	SI
<i>Metzgeria</i> sp1	Metzgeriaceae	Hepática	NO	SI
<i>Microlejeunea bullata</i> (Taylor) Stephani	Lejeuneaceae	Hepática	SI	NO
<i>Microlejeunea</i> sp1	Lejeuneaceae	Hepática	SI	NO
<i>Microlejeunea</i> sp2	Lejeuneaceae	Hepática	SI	NO
<i>Neckeropsis undulata</i> (Hedw.) Reichardt	Neckeraceae	Musgo	SI	SI
<i>Octoblepharum albidum</i> Hedw.	Octoblepharaceae	Musgo	SI	SI
<i>Plagiochila aerea</i> Taylor	Plagiochilaceae	Hepática	SI	SI
<i>Plagiochila cristata</i> (Sw.) Lindenb.	Plagiochilaceae	Hepática	SI	NO
<i>Plagiochila diversifolia</i> Lindenb. & Gottsche	Plagiochilaceae	Hepática	SI	SI
<i>Porotrichum</i> sp1	Neckeraceae	Musgo	SI	NO
<i>Porotrichum</i> sp2	Neckeraceae	Musgo	SI	NO
<i>Radula quadrata</i> Gottsche	Radulaceae	Hepática	SI	SI
<i>Riccardia</i> sp1	Aneuraceae	Hepática	SI	NO
<i>Sematophyllum</i> sp1	Sematophyllaceae	Musgo	SI	NO
<i>Sematophyllum</i> sp2	Sematophyllaceae	Musgo	SI	NO
<i>Sematophyllum subsimplex</i> (Hedw.) Mitt.	Sematophyllaceae	Musgo	SI	SI
<i>Stirtonia</i> sp1	Dicranaceae	Musgo	NO	SI
<i>Stirtonia</i> sp2	Dicranaceae	Musgo	NO	SI
<i>Symbiezidium transversale</i>	Lejeuneaceae	Hepática	SI	NO

(Sw.) Trevis.				
<i>Symbiesidium</i> sp1	Lejeuneaceae	Hepática	SI	SI
<i>Symphogyna</i> sp1	Pallaviciniaceae	Hepática	NO	SI
<i>Telaranea nematodes</i> (Austin) M. Howe	Lepidoziaceae	Hepática	NO	SI
<i>Thuidium</i> sp1	Thuidiaceae	Musgo	NO	SI
LIQUENES				
<i>Arthonia cinnabarina</i> (DC.) Wallr	Arthoniaceae	Crustáceo	SI	NO
<i>Arthonia</i> sp1	Arthoniaceae	Crustáceo	SI	NO
<i>Arthonia</i> sp2	Arthoniaceae	Crustáceo	SI	NO
<i>Bactrospora</i> sp1	Rocellaceae	Crustáceo	SI	NO
<i>Bacidia</i> sp1	Ramalinaceae	Crustáceo	NO	SI
<i>Bacidia</i> sp2	Ramalinaceae	Crustáceo	NO	SI
<i>Calicium</i> sp1	Caliciaceae	Crustáceo	SI	SI
<i>Chiodecton</i> sp1	Rocellaceae	Crustáceo	SI	NO
<i>Coenogonium linkii</i> Fée	Coenogoniaceae	Filamentoso	SI	SI
<i>Coenogonium luteum</i> (Dicks.) Kalb & Lücking	Coenogoniaceae	Crustáceo	SI	SI
<i>Cresponea</i> sp1	Rocellaceae	Crustáceo	SI	NO
<i>Cresponea</i> sp2	Rocellaceae	Crustáceo	NO	SI
<i>Cresponea melanocheiloides</i> (Vain.) Egea & Torrent	Rocellaceae	Crustáceo	NO	SI
<i>Cryptothecia rubrocincta</i> (Ehrenb.) G. Thor	Arthoniaceae	Crustáceo	SI	SI
<i>Cryptothecia striata</i> G. Thor	Arthoniaceae	Crustáceo	SI	SI
<i>Cryptothecia</i> sp1	Arthoniaceae	Crustáceo	NO	SI
<i>Dichosporidium nigrocinctum</i> (Ehrenb.) G. Thor	Rocellaceae	Crustáceo	SI	SI
<i>Dichosporidium</i> sp1	Rocellaceae	Crustáceo	NO	SI
<i>Diorygma poitaei</i> (Fée) Kalb, Staiger & Elix	Graphidaceae	Crustáceo	SI	NO
<i>Fissurina incrustans</i> Fée	Fissurinaceae	Crustáceo	SI	NO
<i>Fissurina</i> sp2	Fissurinaceae	Crustáceo	SI	NO
<i>Graphis acharii</i> Fée	Graphidaceae	Crustáceo	SI	NO

<i>Graphis anfractuosa</i> (Eschw.) Eschw.	Graphidaceae	Crustáceo	SI	SI
<i>Graphis</i> sp1	Graphidaceae	Crustáceo	SI	NO
<i>Graphis assimilis</i> Nyl.	Graphidaceae	Crustáceo	SI	SI
<i>Graphis</i> sp2	Graphidaceae	Crustáceo	SI	NO
<i>Graphis</i> sp3	Graphidaceae	Crustáceo	NO	SI
<i>Graphis</i> sp4	Graphidaceae	Crustáceo	NO	SI
<i>Graphis</i> sp5	Graphidaceae	Crustáceo	SI	NO
<i>Graphis</i> sp6	Graphidaceae	Crustáceo	NO	SI
<i>Graphis</i> sp7	Graphidaceae	Crustáceo	NO	SI
<i>Graphis</i> sp8	Graphidaceae	Crustáceo	SI	NO
<i>Graphis</i> sp9	Graphidaceae	Crustáceo	SI	NO
<i>Herpothallom</i> sp1	Arthoniaceae	Crustáceo	NO	SI
<i>Heterodermia</i> sp1	Physciaceae	Folioso	SI	NO
<i>Heterodermia</i> sp2	Physciaceae	Folioso	SI	NO
<i>Heterodermia</i> sp3	Physciaceae	Folioso	SI	NO
<i>Leptogium azureum</i> (Sw.) Mont.	Collemataceae	Gelatinoso	SI	NO
<i>Leptogium</i> sp1	Collemataceae	Gelatinoso	NO	SI
<i>Leptogium</i> sp2	Collemataceae	Gelatinoso	NO	SI
<i>Leptogium</i> sp3	Collemataceae	Gelatinoso	NO	SI
<i>Leptogium milligranum</i> Sierk 1964	Collemataceae	Gelatinoso	SI	NO
<i>Mazosia carnea</i> (Eckfeldt) Aptroot & M. Cáceres.	Roccellaceae	Crustáceo	NO	SI
<i>Myelochroa lindmanii</i> (Lynge) Elix & Hale	Parmeliaceae	Folioso	SI	NO
<i>Opegrapha</i> sp1	Roccellaceae	Crustáceo	SI	SI
<i>Pertusaria</i> sp1	Pertusariaceae	Crustáceo	NO	SI
<i>Pertusaria</i> sp2	Pertusariaceae	Crustáceo	NO	SI
<i>Pertusaria pertusa</i> (L.) Tuck.	Pertusariaceae	Crustáceo	SI	NO
<i>Pertusaria</i> sp3	Pertusariaceae	Crustáceo	NO	SI
<i>Phyllopsora</i> sp1	Ramalinaceae	Escuamuloso	SI	SI
<i>Phyllopsora</i> sp2	Ramalinaceae	Escuamuloso	SI	NO
<i>Phyllopsora confusa</i> Swinscow & Krog	Ramalinaceae	Escuamuloso	SI	SI
<i>Phyllopsora</i> sp3	Ramalinaceae	Escuamuloso	NO	SI
<i>Phyllopsora</i> sp4	Ramalinaceae	Escuamuloso	SI	NO

<i>Phyllopsora</i> sp5	Ramalinaceae	Escuamuloso	SI	NO
<i>Phyllopsora</i> sp6	Ramalinaceae	Escuamuloso	NO	SI
<i>Phyllopsora</i> sp7	Ramalinaceae	escuamuloso	NO	SI
<i>Phyllopsora</i> sp8	Ramalinaceae	escuamuloso	NO	SI
<i>Physcia atrostriata</i> Moberg	Physciaceae	Folioso	SI	NO
<i>Physcia</i> sp1	Physciaceae	Folioso	SI	NO
<i>Porina</i> sp1	Porinaceae	Crustáceo	NO	SI
<i>Pyrenula</i> sp1	Pyrenulaceae	Crustáceo	SI	NO
<i>Pyrenula</i> sp2	Pyrenulaceae	Crustáceo	NO	SI
<i>Pyrenula</i> sp3	Pyrenulaceae	Crustáceo	NO	SI
<i>Pyrenula tenuisepta</i> R.C. Harris	Pyrenulaceae	Crustáceo	NO	SI
<i>Syncesia</i> sp1	Roccellaceae	Crustáceo	SI	NO
<i>Thelotrema</i> sp1	Graphidaceae	Crustáceo	NO	SI
<i>Trypethelium tropicum</i> (Ach.) Müll. Arg.	Trypetheliaceae	Crustáceo	SI	NO