



**UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA**

*La Universidad Católica de Loja*

**ÁREA BIOLÓGICA**

TÍTULO DE INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL

**Epífitos no vasculares como indicadores de la alteración antrópica de los bosques montanos en la provincia del Napo-Ecuador.**

TRABAJO DE TITULACIÓN.

AUTOR: Benavides Guevara, Jorge Abrahan.

DIRECTOR: Benítez Chávez, Ángel Raimundo, Mgs

CENTRO UNIVERSITARIO QUITO

2016

## **APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Magister**

**Ángel Raimundo Benítez Chávez.**

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN**

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación: Epífitos no vasculares como indicadores de la alteración antrópica de los bosques montanos en la provincia del Napo-Ecuador, realizado por Benavides Guevara Jorge Abraham, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, mayo de 2016

Mgs. Ángel Raimundo Benítez Chávez.

**Director del trabajo de fin de titulación**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

"Yo Benavides Guevara Jorge Abrahan declaro ser autor del presente trabajo de titulación: Epífitos no vasculares como indicadores de la alteración antrópica de los bosques montanos en la Provincia del Napo-Ecuador, de la Titulación de Ingeniería en Gestión Ambiental, siendo Mgs. 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 o trabajos de titulación que se realicen con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad"

f. ....

**Jorge Abrahan Benavides Guevara**

**172094928-6**

## DEDICATORIA

Este trabajo de investigación lo dedico a quienes han hecho posible la culminación de mi carrera. Especialmente a mis padres y profesores quienes supieron sembrar en mí la fe y la esperanza en los estudios para ser un hombre de bien al servicio de la sociedad de la cual formo parte.

.....

**Jorge Abrahan Benavides Guevara**

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi agradecimiento a quienes de forma directa participaron en la elaboración de esta tesis, especialmente al Mgs. Ángel Raimundo Benítez quien con sus conocimientos y acertada dirección permitió cumplir con los objetivos planteados.

.....  
Jorge Abrahan Benavides Guevara

## INDICE DE CONTENIDOS

PORTADA .....	i
APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS .....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
INDICE DE CONTENIDOS .....	vi
INDICE DE TABLAS.....	viii
INDICE DE FIGURAS .....	ix
RESUMEN.....	1
ABSTRACT .....	2
INTRODUCCION.....	3
CAPITULO I .....	5
<b>PRINCIPIOS GENERALES Y CONCEPTUALES .....</b>	<b>5</b>
1.1 Epífitos definición.....	6
1.2 Hábitats de los epífitos.....	6
1.3 Briófitos. ....	7
1.3.1 Briófitos. Definición.....	7
1.3.2 El ciclo de vida.....	7
1.3.3 Características de los briófitos. ....	8
1.3.4 Formas de vida. ....	9
1.3.5 Rol de los briófitos. ....	10
1.3.6 Clases de briófitos. ....	10
1.3.7 Diferencias entre los grupos de briófitos.....	11
1.4 Epífitos no vasculares-líquenes.....	12
1.4.1 Liquen. Definición. ....	12
1.4.2 Morfología de los líquenes. ....	13
1.4.3 Tipos de líquenes. ....	14
1.4.4 Reproducción de los líquenes. ....	14
1.4.5 Utilidad de los líquenes. ....	15
1.5 Bosque montano alto. Definición.....	16
1.6 Características. ....	16
1.7 Bosque montano en Ecuador. ....	17
1.8 Bosque no alterado.....	17
1.9 Bosque alterado.....	18
CAPITULO II .....	19
<b>MATERIALES Y METODOS .....</b>	<b>19</b>

2.1 Área de estudio. ....	20
2.2 Diseño experimental y toma de datos. ....	21
2.3 Análisis de los datos. ....	22
2.3.1 Riqueza de especies. ....	22
2.3.2 Composición de especies.....	22
<b>CAPITULO III</b> .....	<b>23</b>
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>23</b>
3.1. Riqueza de las especies. ....	24
3.2. Composición.....	25
<b>CAPITULO IV</b> .....	<b>26</b>
<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>27</b>
<b>CAPITULO V</b> .....	<b>30</b>
5.1. Conclusiones.....	31
5.2. Recomendaciones. ....	31
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>32</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>38</b>

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diferencias entre los grupos de briófitos .....	11
Tabla 2. Resultados del PERMANOVA por pares entre los diferentes tipos de bosque (% de acuerdo a la distancia Bray-Curtis) y nivel de significancia (p).....	25



## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área de estudio .....	21
Figura 2. Riqueza total de especies de epífitos no vasculares (líquenes y briófitos). .....	24
Figura 3. Riqueza de especies de epífitos no vasculares (líquenes y briófitos) en los dos tipos de bosques. ....	24
Figura 4. Análisis de escalamiento multidimensional de las muestras (árboles) en los dos tipos de bosque. Bosque no Alterado (círculos blancos) y Bosque Alterado (triángulos negros).....	25

## RESUMEN

Los epífitos forman un importante componente de los bosques montanos, los cuales son muy sensibles a los cambios en el ambiente. La presente investigación analizó los cambios en la riqueza y composición de epífitos no vasculares (líquenes y briófitos) en remanentes de bosques montanos con diferente tipo de manejo. Se registró la frecuencia y cobertura en 100 árboles de bosques alterados y no alterados. Los cambios en la riqueza de especies se analizaron mediante una prueba de Kruskal-Wallis ANOVA. Para analizar los cambios en la composición se realizó un análisis de similitud (ANOSIM) de una vía, y un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS), además se utilizó un análisis multivariante por pares en base a permutaciones (PERMANOVA). Se registraron un total de 187 especies de epífitos no vasculares (68 briófitos y 119 líquenes). La riqueza total es similar en bosques no alterados al compararlos con bosques alterados. Sin embargo la composición de las comunidades cambia significativamente, debido a un mayor aporte de especies que tienen como fotobionte una cianobacteria.

Palabras claves: Bosques montanos tropicales, composición, deforestación, epífitos no vasculares.

## ABSTRACT

Epiphytic organisms are an important component of the tropical montane forests, which they are very sensitive to changes in the environment. The present investigation analyzed the changes in the richness and composition of epiphytes nonvascular (lichens and bryophytes) in remnants of montane forests with different type of handling. There was the frequency and coverage of lichens and bryophytes in 100 trees of altered forest and not altered. The changes in the species richness tree level were analyzed using a test of Kruskal-Wallis ANOVA. To analyze the changes in the composition is conducted an analysis of similarity (ANOSIM) of a track, and an analysis of non-metric multidimensional scaling (NMDS), also an analysis multivariant was used by pairs based on permutations (PERMANOVA). There registered a whole of 187 species of nonvascular epiphytes of which are 68 bryophytes and 119 lichens. The total richness of epiphytes nonvascular is similar in undisturbed forest when compared with altered forest. However the composition of communities changes significantly, this is due to a greater contribution of species that have as photobiont a cyanobacterium.

Keywords: composition, deforestation, epiphytes nonvascular, tropical montane forests.

## INTRODUCCION

Los bosques montanos tropicales poseen una gran diversidad de plantas y animales (Cavelier, 2010) y se han considerado como uno de los “hotspot” más amenazados en términos de diversidad biológica (Myers, 2000) debido a talas de un bosque para abrir caminos y el posterior uso del suelo para actividades agrícolas y ganaderas (Churchill et al., 1995; Bruijnzeel & Hamilton, 2000). Así, en la actualidad los mosaicos y fragmentos de bosque están siendo intervenidos y alterados de una manera acelerada (Houghton, 1994; Kammesheidt, 2002).

La transformación de bosques originales provoca pérdidas en la diversidad de multitud de organismos, por ejemplo árboles tropicales, epífitos, polillas, escarabajos, aves (Kessler, 2002). Los epífitos son un importante componente de estos bosques, en términos de diversidad, biomasa y funcionamiento ya que contribuyen significativamente en el balance hídrico y el ciclo de nutrientes (Holz & Gradstein, 2005; Benítez et al., 2012). Una parte importante de estos organismos lo componen los líquenes y briófitos que debido a sus características fisiológicas son muy sensibles a los cambios en el ambiente (Ceja et al., 2008; Mandl et al., 2010).

Los líquenes son organismos especialmente sensibles a los cambios ambientales, derivado de las perturbaciones humanas (Bergamini et al., 2005; Werth et al., 2005; Nascimbene et al., 2007; Aragón et al., 2010) debido a que carecen de mecanismos que regulan la captación y pérdida de agua (Nash, 1996).

Bajo estas premisas se han definido dos grupos de epífitos; los epífitos de sombra que están asociadas a ambientes húmedos como los cianolíquenes (Hilmo & Sastad, 2001) que presentan unos rangos muy estrechos de tolerancia a los cambios ambientales que conlleven un aumento de la incidencia lumínica y disminución de la disponibilidad hídrica, muy relacionado con el óptimo fotosintético de cada especie (Lange et al., 1988; Kranner et al., 2008).

Y el otro grupo de especies son epífitos de sol, los cuales son especies más fotófilas, y presentan un mayor porcentaje de tolerancia a la desecación (Kranner et al., 2008; Aragón et al., 2010).

Varios estudios los han utilizado ampliamente como organismos indicadores de la alteración de los bosques tropicales. Estos estudios han permitido evaluar los efectos de la alteración sobre las comunidades de epífitos en los bosques tropicales, mostrando cambios en la composición y una disminución en la riqueza de epífitos en los bosques alterados respecto a los

no alterados (Turner et al., 1994; Barthlott et al., 2001; Acebey et al., 2003; Krömer & Gradstein, 2004; Holz & Gradstein, 2005; Wolf, 2005; Cascade-Marín et al., 2006; Flores-Palacios & García-Franco, 2006; Noske et al., 2008; Werner & Gradstein, 2009; Larrea & Werner, 2010). Como un patrón general Gradstein, 2008 indican que la diversidad de epífitos se reduce frente a la conversión de estos ecosistemas, así la riqueza de epífitos se reduce significativamente de bosques maduros hacia vegetación abierta, debido a los cambios microclimáticos que están directamente relacionados con las especies de árboles de acogida, corteza, rugosidad, el pH y el tamaño del árbol.

En Ecuador los estudios de las respuestas de los organismos epífitos no vasculares a la conversión de los bosques montanos tropicales aún son limitados (Noske et al., 2008; Benítez et al., 2012, 2015), por ello en la presente investigación se analizó los cambios en la riqueza y composición de epífitos no vasculares (líquenes y briófitos) en remanentes de bosques montanos, de la provincia del Napo, donde se seleccionó dos tipos de bosques: bosque alterado y bosque no alterado. Para lo cual se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- 1.- Determinar cambios en la riqueza de epífitos no vasculares, y
- 2.- Analizar los cambios en la composición de epífitos no vasculares.

**CAPITULO I**  
**PRINCIPIOS GENERALES Y CONCEPTUALES**

## **1.1 Epífitos definición.**

Son plantas que crecen sobre otro organismo vegetal llamado forófito; estas raíces se adhieren al forófito pero no obtienen ningún nutriente de él; estos nutrientes provienen de fuentes como el polvo y la lluvia, también aprovechan la descomposición de las hojas y otros organismos muertos, además captan el agua que se escurre por el tronco cuando llueve (Ceja et al., 2008).

Son un grupo de plantas que por diversas razones han abandonado el hábito terrestre y se han adaptado a vivir sobre otras plantas, el término epífito se deriva del griego (epi = arriba y phytón = planta) esto nos indica que son plantas que crecen encima de otras llamadas forófitos; por lo cual no se sabe si reciben nutrimentos y agua por parte del hospedero (Ceja et al., 2008).

Estos organismos son no vasculares, vasculares inferiores y angiospermas, no parásitas que se desarrollan en gran cantidad en los bosques montanos tropicales, a los cuales se les atribuye bajas tasas de descomposición, alta frecuencia de neblina y a un alto contenido de humedad del aire (Romero, 1999).

## **1.2 Hábitats de los epífitos.**

Los epífitos crecen en diversas condiciones de acuerdo a las condiciones y características del bosque (Zots & Andrade, 2002) ya sean en sequías pronunciadas, vientos fuertes, escasez de nutrientes, irradiación intensa, etc., siendo estas algunas alteraciones que estas plantas deben enfrentar. Para ello los epífitos recurren a una enorme diversidad morfológica, ecológica y fisiológica en donde los diferentes tipos de vegetación en los trópicos nos dan un marco de referencia para señalar el hábitat de un epífito (Ceja et al., 2008).

La precipitación es un factor importante porque determina los tipos de bosques y es el que más influye en la abundancia y diversidad de la flora epífita, alcanzando su máxima diversidad en los bosques montanos y lluviosos (Romero, 1999). Considerando que la precipitación es una fuente importante para la abundancia de epífitos, los tejidos en la mayoría de cada uno se saturan muy rápido apenas unos minutos de caer la lluvia mientras que el resto del agua se escurre con facilidad, de esta manera es posible que la niebla, más que la lluvia es preponderante en la distribución y la riqueza de la flora del epífito (Zots & Andrade, 2002; Ceja et al., 2008).

Los epífitos se fijan en cualquiera de los elementos estructurales del árbol hospedero como es en el tronco vertical, en las ramas, en las hojas; en estos sitios las condiciones climáticas pueden ser completamente diferentes. Es así como en un bosque, la temperatura, la luz, la humedad y la concentración de CO<sub>2</sub> muestran una variación vertical considerable (Freiberg, 2000) por lo cual resulta difícil definir un micro hábitat típico de los epífitos.

Por tanto el hábitat de los epífitos tienen sus particularidades pero todo depende de las características del forófito u hospedero es decir su forma biológica, altura, textura, arquitectura del follaje y su condición perdurable o caducifolia, además tiene que ver también las condiciones ambientales donde se distribuye la comunidad hospedadora (Zots & Andrade, 2002; Ceja et al., 2008).

### **1.3 Briófitos.**

#### **1.3.1 Briófitos. Definición.**

Los briófitos son plantas pequeñas que viven en lugares húmedos o acuáticos, se caracterizan porque no tienen vasos conductores, flores, ni frutos, estas se reproducen por esporas; es decir no tienen tejidos especializados ni siquiera verdaderas raíces, las cuales pueden vivir en troncos, rocas, muros, tejados (Delgadillo, 2003); además sus hojas tienen un nervio conductor central por medio del cual realizan la absorción de agua y sales minerales (Churchill et al., 1995).

En la actualidad los tres grupos de briófitos Marchantiophyta (hepáticas), Anthoceroophyta (antoceros) y Bryophyta (musgos); presentan tamaño y ciclo de vida igual, además poseen gametangios pluricelulares los mismos que están protegidos por una cubierta estéril (Calzadilla et al., 2010). Son organismos muy antiguos de gran importancia científica, los mismos que se encuentran entre los primeros que ocuparon el ambiente terrestre y son la clave en la evolución de las plantas terrestres, pero sus ligas con ellas son difíciles de establecer (Calzadilla et al., 2010).

#### **1.3.2 El ciclo de vida.**

Los briófitos poseen un ciclo de vida heteromórfico, es decir, poseen una fase diploide y otra haploide; en donde el individuo con células diploides es el esporófito y el gametofito es el que tiene células haploides, el cual es dominante en los briófitos (Delgadillo, 2003); siendo



este el principal responsable de la fotosíntesis del que depende en gran medida el esporófito, y a su vez es más conspicua y tiene mayor duración (Calzadilla et al., 2010).

Durante la etapa reproductiva, el gametofito produce órganos sexuales masculinos (anteridios) o femeninos (arquegonios); en donde las células sexuales masculinas o anterozoides son biflagelados y, por lo tanto, necesitan un ambiente acuoso para desplazarse (Vanderpoorten & Goffinet, 2009). Los anterozoides (célula sexual femenina) se producen por mitosis pues se forman en gametofitos haploides (During, 1992). Así al ocurrir la fecundación, la célula diploide o cigoto, se deriva de la unión de las dos células sexuales, por divisiones sucesivas se transforman en un embrión multicelular (Gradstein et al., 2001).

Más tarde, una vez diferenciado el pie que lo sujeta al gametofito y la seta o pedicelo que sostiene a una cápsula, el embrión se transforma en un esporófito en el que la división meiótica del tejido esporógeno de la cápsula permite la formación de esporas unicelulares haploides (Vanderpoorten & Goffinet, 2009). Así pues las esporas maduras son liberadas y al dispersarse, germinan y forman filamentos o masas celulares que se conocen como “protonema”, a partir de este se forman nuevos gametofitos (Delgadillo, 2003).

### **1.3.3 Características de los briófitos.**

Los briófitos son las embriofitas más primitivas, estas forman espesas alfombras, además requieren menor intensidad lumínica que las plantas restantes siendo así los habitantes más habituales del interior de las cuevas (Calzadilla et al., 2010). En cuanto a la tolerancia a la desecación es muy común en los briófitos aunque no es absoluto y constante, la variación es notoria como por ejemplo en las especies que habitan bosques húmedos- sombríos, las cuales son muy sensibles a desecarse, mientras que aquellos que habitan en zonas áridas y desérticas tienen la capacidad de sobrevivir a períodos de desecación (Delgadillo, 2003).

Los briófitos foliosos o talosos poseen un gametofito que es la generación dominante y fotosintética; además presentan gametangios pluricelulares con una cubierta estéril para proteger al esporófito joven (During, 1992). En la fertilización los briófitos necesitan de mucha agua para el transporte del espermatozoide hasta el óvulo. Además, son organismos adaptados a microambientes los cuales pueden mantenerse como objeto cuando la vegetación está afectada por cambios climáticos (During, 1992; Vanderpoorten & Goffinet, 2009; Calzadilla et al., 2010). De manera general los briófitos carecen de tejidos vasculares especializados (xilema y floema) por lo tanto todos carecen de hojas, tallos y ramas, por lo que estas estructuras se encuentran definidas en parte por la presencia de tejidos vasculares; así se

designa a las estructuras, tipo de hoja y tipo de tallo de los gametofitos de hepáticas foliosas y de musgos (During, 1992; Calzadilla et al., 2010).

#### 1.3.4 Formas de vida.

Los briófitos tienen diferentes formas de vida, así los gametofitos como el césped y el cojín son comunes en ambientes abiertos como la puna, mientras que la péndula, dendroide son comunes en el bosque montano (Gradstein et al., 2001). También estos briófitos son usados para determinar comunidades. A continuación se detalla la forma de vida de los briófitos, según Calzadilla et al., 2010:

**Césped:** Es el crecimiento con tallos erectos, paralelos y próximos entre sí, por lo que estos cubren áreas extensas así tenemos al *Anastrophyllum* y Pottiaceae.

**Cojín:** Este presenta tallos más o menos erectos que están estrechamente agrupados y radiales en los bordes como son *Andreaea*, *Grimmia* y *Leucobryum*.

**Dendroide:** Tiene la forma de un árbol, además posee ramificaciones por encima de un nítido estípite en forma de un tronco como el *Hypopterygium*, *Pterobryon*.

**Tapiz:** Este posee una forma de crecimiento horizontal densamente entrelazado como el Lejeunaceae, Hypnaceae, *Plagiothecium* y *Pilosium*.

**Trama:** Su forma de crecimiento es ascendente y poco entrelazada como es el *Lepicolea*, *Porella* y *Thuidium*.

**Abanico:** Es una forma de abanico como el *Prionodon*.

**Frondoso:** Es parecida a la hoja de un helecho, apretado y regularmente ramificado en el plano como el *Bryopteris*, *Calyptothecium*, *Neckeropsis* y *Porotrichum*.

**Péndulo:** Son tallos y ramas colgantes o pendientes como el *Frullania*, *Orthotrichopsis* y *Phyllogonium*.

### **1.3.5 Rol de los briófitos.**

Los briófitos desempeñan un rol importante en los ecosistemas (Gradstein et al., 2001). Modulan la humedad ambiental absorbiendo el exceso de agua mientras llueve y liberando esta agua lentamente cuando el aire se hace más seco (During, 1992; Raven et al., 1992; Calzadilla et al., 2010). Es así como las comunidades de briófitos actúan como grandes esponjas que regulan el cauce de los ríos, protegiendo de esta manera el suelo de inundaciones violentas y entregando agua constante durante los meses de verano a los ríos y arroyos que las desaguan (Delgadillo, 2003; Vanderpoorten & Goffinet, 2009).

Brindan protección a un sinnúmero de pequeños animales, de manera especial a los invertebrados como insectos, rotíferos, moluscos, arácnidos, nematodos y anélidos, sirven de materiales de construcción de nidos para varias aves y pequeños mamíferos como el picaflores (*Sephanoides galeritus*) y el monito de monte (*Dromiciops gliroides*) (Calzadilla et al., 2010). La mayoría de briófitos tienen la habilidad de fijar nitrógeno atmosférico mediante colonias de cianobacterias que viven en burbujas de mucílago entre sus hojas, contribuyendo en gran medida con la incorporación de este elemento en el ecosistema, de manera especial en el ecosistema lluvioso; es decir que algunas especies de antoceros tienen una relación simbiótica con ciertos géneros de cianobacterias (Churchill, 2009). La materia vegetal originada por el crecimiento continuo de esta capa de musgos y hepáticas sobre rocas y cortezas de árboles, son un paso en la sucesión que permitirá a las plantas vasculares asentarse en esos sitios y poder crecer (Raven et al., 1992).

### **1.3.6 Clases de briófitos.**

Entre las clases de briófitos tenemos los siguientes de acuerdo a Calzadilla et al., 2010:

- Hepáticas

Las hepáticas forman parte de un grupo muy diverso unas presentan un gametofito taloso complejo pero la gran mayoría tiene gametofitos foliosos; mientras que los grupos de briófitos antoceros y musgos no poseen morfologías externas dentro del mismo grupo como talosas y foliosas.

Actualmente se conoce como cerca de 5000 especies hepáticas a nivel mundial su evolución se dio con hepáticas talosas complejas, luego con hepáticas talosas simples y por último con hepáticas foliosas que representan el mayor número de géneros y especies.

- Antoceros

Es un grupo altamente especializado de los briófitos, este número de especies está entre 100 a 300 especies en el mundo. En la actualidad estos provienen de un ancestro asociado con la familia Anthocerotaceae y además tenemos dos linajes como familia Nothotylaceae y Dendrocerotaceae, estas presentan una reducción de características como ausencia de estomas y en el género *Nothotylas*, el cual es un esporófito corto con crecimiento continuo.

- Musgo

Este grupo es el más numeroso y diverso de los briófitos con 9000 especies aproximadamente, cuya evolución es de *Sphagnum*, luego esta *Andreaea*, *Polytrichum* y finalmente están los musgos verdaderos, este representa el mayor grupo de especies.

Esta clase incluye una transformación para formar musgos erectos, plantas con gametofitos y esporófitos terminales a musgos con gametofito postrado ya sea pendiente o colgante con el esporófito que está presente en tallos y ramas laterales.

### 1.3.7 Diferencias entre los grupos de briófitos.

Las diferencias de grupos (Antoceros, Hepáticas y Musgos) de briófitos se detallan a continuación:

Tabla 1. Diferencias entre los grupos de briófitos

ESTRUCTURA/TAXON	ANTOCEROTES	HEPÁTICAS	MUSGOS
Protonema	Indistinto	Filamentos cortos	Taloide, filamentososo o masivo
Gametofito	Taloides	Taloides o folioso	Folioso
Cloroplastos	Uno o pocos, con pirenoide	Numerosos, sin pirenoide	Numerosos, sin pirenoide
Rizoides	Lisos, unicelulares	Lisos o trabeculados, unicelulares	Lisos o papilosos, multicelulares, con paredes oblicuas

<b>ESTRUCTURA/TAXON</b>	<b>ANTOCEROTES</b>	<b>HEPÁTICAS</b>	<b>MUSGOS</b>
Hojas	Ausentes	Bilobadas	Rara vez lobadas, costadas
Parafisos	Ausentes	Ausentes	Presentes
Seta	Ausente	Presente	Presente
Estomas	Presentes	Ausentes	Presentes
Colímela	Presente	Ausentes	Presente
Dehiscencia de la cápsula	Por valvas	Por valvas	Por un opérculo
El tejido esporógeno produce	Pseudoaleatorios, esporas	Aleatorios, esporas	Esporas
Peristoma	Ausente	Ausente	Presente
Caliptra	Ausente	En la base del esporofito	En el ápice del esporofito

Elaborado por: Jorge Benavides

Es decir que los grupos de briófitos son las únicas plantas terrestres en las que la generación dominante es el gametofito, en donde el gametofito es fotosintético mientras que el esporófito realiza tan poca fotosíntesis que tiene que tomar los nutrientes del gametofito, al que vive ligado toda su corta vida (Raven et al., 1992; Delgadillo, 2003; Churchill, 2009; Calzadilla et al., 2010).

#### **1.4 Epífitos no vasculares-líquenes.**

##### **1.4.1 Liquen. Definición.**

Los líquenes son una asociación de un hongo (micobionte) y un alga (fotobionte), entre los cuales se puede diferenciar varios tipos de estructuras muy diferentes desde el más simple: en donde el hongo y la alga se asocian de forma casual, al más complejo en donde el micobionte y fotobionte se organizan en un talo de morfología diferente a los dos organismos (Bungartz et al., 2013). Estos líquenes se incluyen dentro del Reino de los Hongos en este grupo de organismos se han descrito alrededor de unas 20000 especies (Barreno & Pérez, 2003).

### 1.4.2 Morfología de los líquenes.

La morfología que presentan los líquenes es muy variada porque existen muchos tipos y formas intermedias entre ellos. Echeverry & Londoño, 2011 especifican que la morfología interna se encuentran las distintas estructuras:

- Homómera: Estos son talos con estructuras gelatinosas en donde las hifas del hongo y los gonidios se disponen de forma irregular.
- Heterómera: Aquí las hifas y el gonidio se distribuyen de forma ordenada en donde se forman capas como el córtex superior, el cual está formado por una masa de hifas muy apretada. Después se encuentra una capa gonidial la que está formada por la mezcla de hifas y gonidios que son muy numerosos; seguida esta la capa medular en donde están ubicadas las hifas y finalmente el córtex inferior en donde se encuentra la masa de hifas muy apretadas.
- Radiada: Los líquenes poseen morfología externa frutículosa en donde las capas se disponen en círculo y en el centro existe un estrato de hifas apretadas que forman una especie de cordón medular.

Al hablar de la estructura de las hifas se puede diferenciar los siguientes elementos como:

- Cilios o pelos: Aquí los extremos libres de las hifas pueden venir del córtex o de la médula.
- Ricinas: Son los órganos de fijación simple a veces pueden estar ramificados, lo cual es típico de los líquenes foliáceos los mismos que tienen fascículos de hifas como puede ser los *Peltigera canina*.
- Cifelas: Son las depresiones redondeadas o alargadas que se presentan en la cara inferior de los líquenes foliáceos y frutículosos, los cuales van a estar revestidos del córtex y a su vez sirven para el intercambio gaseoso.
- Pseudocifelas: Estas se diferencian por no tener córtex pero generalmente se encuentran en la cara superior del líquen cuya función es parecida a las cífelas y además a la reproducción vegetativa.
- Isidios: Estos Isidios son salientes de la superficie de los talos los cuales están revestidos de córtex y en su interior se encuentran hifas y gonidios, cuya morfología es variada como alargados, cónicos, ramificados; esta función también se relaciona con la reproducción vegetativa.

### 1.4.3 Tipos de líquenes.

Se pueden distinguir las siguientes formas de crecimiento:

- Líquenes frutículosos  
Sobresalen del sustrato por una superficie de fijación reducida y con diversas formas de pequeños arbustos como pueden ser cilíndricos, *Usnea* y *Alectoria*, *Evernia*, *Ramalina* y *Cetraria* (Ryan et al., 2002).
- Líquenes foliáceos  
Son laminares, se extienden sobre el sustrato fijándose a él por medio de un conjunto de ricinas, *Xanthoria* o *Phycia* o a su vez por un solo punto *Umbilicaria* y *Dermatocarpon* (Nash et al., 2002).
- Líquenes crustáceos  
Se encuentran adheridos fuertemente al sustrato (Bungartz et al., 2013). Los cuales son saxícolas, es decir que viven sobre las rocas pero otras especies son cortícolas que viven sobre superficies leñosas, otras son folícolas que aparecen sobre hojas persistentes, las lignícolas habitan sobre madera muerta, las terrícolas sobre la tierra desnuda y finalmente las húmicas que se encuentran sobre el humus (Chaves et al., 2009).

### 1.4.4 Reproducción de los líquenes.

Los hongos constituyen la mayor parte de líquenes en donde se da una reproducción sexual y asexual siendo propios de este organismo, así la simbiosis líquénica el micobionte es el único que presenta en su ciclo de vida la reproducción sexual pero quedando la del fotobionte restringida a la asexual (Aragón et al., 2002; Barreno & Pérez, 2003; Bungartz et al., 2013).

El problema fundamental en la reproducción del líquen está dado por la necesidad del hongo de encontrar en el medio las células del fotobionte apto para establecer la simbiosis (Barreno, 1998). Algunos líquenes han desarrollado propágulos vegetativos especiales en donde se presentan los dos biontes, siendo este problema solucionado en detrimento de la variabilidad genómica que se alcanza con la reproducción sexual (Bergamini et al., 2005; Chaves et al., 2009; Cubas et al; 2010).

En los líquenes se presentan dos tipos de reproducción: sexual y asexual.

- ✓ Reproducción asexual: se alcanza por la fragmentación del talo, así pues la pérdida de agua por desecación hace que el talo se vuelva frágil esto permite que se rompa con el viento facilitando así la dispersión de los fragmentos (Nash, 1996; Ryan et al., 2002). De cada fragmento se puede originar en un nuevo talo o en otro sitio, siendo esta una forma de reproducción más común entre los líquenes (Bungartz et al., 2013).
- ✓ Reproducción sexual: es la que está a cargo del hongo en la que se desarrolla un asco carpos ya sea en forma de apotecio o de peritecio, los apotecios en forma de disco abierto se presentan sobre el talo mientras que los peritecios se hunden en él y liberan las esporas (Boqueras, 2000). Muchos de los líquenes logran arrastrar consigo algunas células asegurando así la formación de un nuevo liquen (Bungartz et al., 2013).

#### **1.4.5 Utilidad de los líquenes.**

Los beneficios que ha obtenido el hombre de los líquenes es bastante limitado; de esta manera en los países nórdicos se consume como alimento y fuente de vitamina C el musgo de Islandia (*Cetracia islandica*), mientras que en los países subpolares el liquen de los renos (*Cladonia rangiferina*) sirve de alimento a los renos (Brodo et al., 2001). La utilidad que prestan los líquenes es quizás su uso como fuente de colorantes en donde la primera tintura de tornasol usada en química para la determinación del pH se obtuvo a partir de los líquenes (Echeverry & Londoño, 2011). Recientemente se han descubierto propiedades antibióticas en ciertas sustancias encontradas en ellos, además se han preparado pomadas para evitar infecciones en heridas superficiales y quemaduras; también su uso es en cosméticos y perfumería, suministrando aceites esenciales (Ryan et al., 2002; Bungartz et al., 2013).

Los líquenes son utilizados como indicadores biológicos, su presencia es abundante, escasa o nula; poseen un color característico (verde intenso, naranja o gris verdoso en piedras) el cual permite determinar qué tan contaminado se encuentra el ambiente (Boqueras, 2000).

Los líquenes pueden usarse de 2 maneras, realizando listados de las especies presentes en cada localidad, cuantificando su abundancia lo que permite establecer las especies más tolerantes y las menos tolerantes, y la toma de muestras para análisis químicos permitiendo comparar los niveles de concentración de los elementos de vitalidad en las distintas estaciones (Chaves et al., 2009; Cubas et al., 2010; Echeverry & Londoño, 2011).



Sus principales ventajas es que son organismos perennes que pueden ser muestreados durante todo el año, si cualquiera de los simbioses se ve afectado por un contaminante, también el líquen en conjunto; permaneciendo expuestos al efecto nocivo por largos períodos, algunos líquenes tienen requerimientos ecológicos restringidos o rangos de dispersión limitados (Cubas et al., 2010).

### **1.5 Bosque montano alto. Definición.**

Este tipo de bosque se extiende desde los 3000 hasta los 3400 m.s.n.m., incluye la Ceja Andina (bosque montano alto y páramo), el cual se encuentra cubierto de una densa capa de musgo, epífitos y árboles (Hamilton, 1995). En cuanto a las especies vegetales del hábitat de este bosque son: *Ilex spp.*(Aquifoliaceae), *Oropanax spp.* (Araliaceae), *Gynoxys Chigualensis*, *G. fuliginosa* y *G. spp.* (Asteraceae); *Berberis sp.* (Berberidaceae), *Tournefortia fuliginosa*, *T. scabrida* (Boraginaceae), *Buddleja incana*, *B. multiceps*, *B. pichinchensis* (Buddlejaceae), *Siphocampylus giganteus* (Campanulaceae) y más especies de acuerdo a (Sierra, 1999).

Según Luteyn, 1999 se estima que se ha perdido del 90 al 95% de los bosques norandinos debido a su deforestación; por lo cual se utiliza la tierra para cultivos, pastoreos y combustibles siendo esta una afectación a los ecosistemas que posee nuestro país. Es decir que estos ecosistemas ofrecen servicios hidrológicos que garantizan la calidad y cantidad del agua, además de mantener una especificidad de fauna adaptada a ecosistemas de altura en donde su principal amenaza es la extracción excesiva de madera para convertirla en carbón (Kammesheidt, 2002).

### **1.6 Características.**

El bosque montano alto se caracteriza por la presencia de epífitos y musgos que crecen en los árboles, entre los que se destacan los epífitos Orchidaceae, las Araceae y las Bromeliaceae que son las más abundantes (Larrea & Werner, 2010). Estos bosques son claves para asegurar cuencas hidrográficas porque se encargan de capturar de 5 a 20% sobre el volumen normal de la precipitación (Webster, 1995).

En este bosque además se presenta el aumento de la diversidad de la flora siendo un fenómeno claro entre las cejas andinas, los mismos que son remanentes de los bosques ubicados en la zona de transición entre el bosque montano alto y el páramo los cuales comprenden árboles más bajos con troncos gruesos y menos diversidad alfa (Hamilton, 1995).

También se tiene ecosistemas acuáticos que son los que almacenan el agua en la vegetación produciendo un efecto de canalización, el mismo que permite la creación de riachuelos de aguas limpias (Paucar, 2011). La irregularidad del terreno genera caídas de agua que las oxigenan y permiten el apareamiento de especies que aprovechan esta ventaja para desarrollar adaptabilidades exclusivas; estos lugares son fuentes de aprovisionamiento de agua hacia los poblados para el consumo humano (Jorgensen, 1999).

### **1.7 Bosque montano en Ecuador.**

El bosque montano es uno de los ecosistemas menos conocidos y mayormente amenazado en el Ecuador, desde hace 15.000 años los seres humanos han producido impactos graves en el ambiente , (Vásconez & Mena, 1995). El bosque montano o nublado es identificado por la presencia de lluvia horizontal, así la humedad permanece en la atmósfera y resulta que la evapotranspiración casi nunca excede la pluviosidad (Sierra, 1999).

Webster, 1995 manifiesta que en este tipo de bosque nublado se encuentra la mitad de todas las especies de flora del Ecuador, científicos explican que este endemismo resulta de la especiación rápida que ha ocurrido recientemente entre todos los nichos ecológicos del bosque. Para Sierra, 1999 la región andina o Sierra norte del Ecuador es la más deforestada del país por que posee una flora única y muy rica en especies que crecen mayormente en lugares escarpados y poco accesibles. Generalmente este ecosistema incluye una clasificación amplia de “bosques nublados”, cuyo nombre se debe a que estos bosques tienen una cobertura de neblina o de nubes, ya sea constante o durante las primeras horas de la mañana y las últimas horas de la tarde (Brujinzeel & Hamilton, 2000).

El rol ecológico de estos bosques en la regulación hídrica debe ser considerado en programas de conservación, en estudios realizados se aprecia que existen 26 especies de epífitos, las mismas que dan a conocer la composición de las especies y de las familias importantes y su estructura de 0.2 hectáreas de bosque montano perturbado en la provincia de Chimborazo, Cantón Penipe, Parroquia Puela, sector Tambo-Palictahua (Paucar, 2011).

### **1.8 Bosque no alterado.**

El bosque no alterado es aquel que mantiene su estructura original de manera inalterable pero con diferentes grados de intervención humana, por lo que las materias primas que de este se obtienen han servido desde la antigüedad como fuente de energía para generar calefacción, producción de ladrillos y cerámicas, la cocción de alimentos, confección de balsas

y barcos de transporte acuático (Churchill, 1995). Más adelante para la fabricación de viviendas, puentes y durmientes de ferrocarril, también para elaborar el papel empleado en el desarrollo de la educación y cultura en forma de textos, libros y cuadernos, además se han extraído medicinas y frutos comestibles, así como sustancias para el desarrollo de industrias del caucho, para curtir pieles para abrigo y calzado, entre muchos otros (Kammesheist, 2002). Sin embargo en algunas ocasiones, las malas prácticas de aprovechamiento, que ha empleado el hombre en estos bosques o el excesivo uso de los bienes, ha terminado con este noble recurso en muchos países y en otros se sigue este mismo camino; dejando atrás tierras erosionadas por el viento y la lluvia (Lamprecht, 1990).

### **1.9 Bosque alterado.**

El bosque alterado es el que posee una vegetación leñosa de carácter sucesional que se desarrolla sobre tierras originalmente destruidas por las actividades humanas (Hamilton, 1995). Su grado de recuperación depende de la duración e intensidad del uso por cultivos agrícolas o pastos, así como de la proximidad de fuentes de semillas para recolonizar el área alterada (Lamprecht, 1990; Kelly et al., 2004). De acuerdo a datos recientes revelan un fenómeno en donde junto a la transformación de los bosques no alterados a otros usos de la tierra, agricultores y ganaderos han permitido la reversión de importantes y crecientes áreas hacia los bosques alterados (Paucar, 2011). En donde estos poseen características biofísicas en armonía con el manejo forestal como es una alta productividad y una composición ecológicamente uniforme de especies arbóreas dominantes que simplifican su utilización y facilitan su silvicultura, además de su alto valor en productos no-maderables y biodiversidad (Sarmiento, 1974).

**CAPITULO II**  
**MATERIALES Y METODOS**

## **2.1 Área de estudio.**

El estudio se realizó en la Hacienda “Los Cedros” ubicada en la Parroquia Rural de Cuyuja (0830249 Este; 9951131 Norte). Posee una extensión de 32 hectáreas, situados entre los 2851-2907 m.s.n.m, en la provincia del Napo (nororiente de Ecuador, Figura 1). El clima es templado; tiene características serraniegas aunque es muy lluvioso por estar en las faldas de la cordillera con una temperatura media anual de 9.4°-16.2° C, precipitaciones anuales de 92.4 mm (en octubre) y 218.7 mm (en julio), humedad ambiental cercana al 80% (com. pers. Instituto Nacional de Meteorología en Hidrología INAMI). El trabajo de campo se desarrolló en el mes de octubre de 2015.

El área corresponde a bosque Siempre verde montano alto; incluyendo la Ceja Andina, cuya fisonomía es muy similar al bosque nublado, el cual tiene una diferencia importante en donde el suelo está cubierto por una densa capa de musgo y los arboles tienden a crecer irregularmente (Sierra, 1999).

La hacienda se encuentra distribuida en dos remanentes. El primero consta de 10 hectáreas, destinadas para actividades agrícolas y pecuarias (bosque alterado); el segundo remanente consta de 22 hectáreas, las cuales presentan óptimas condiciones de conservación, cuyos recursos naturales son propios de un bosque nublado montano (bosque no alterado).

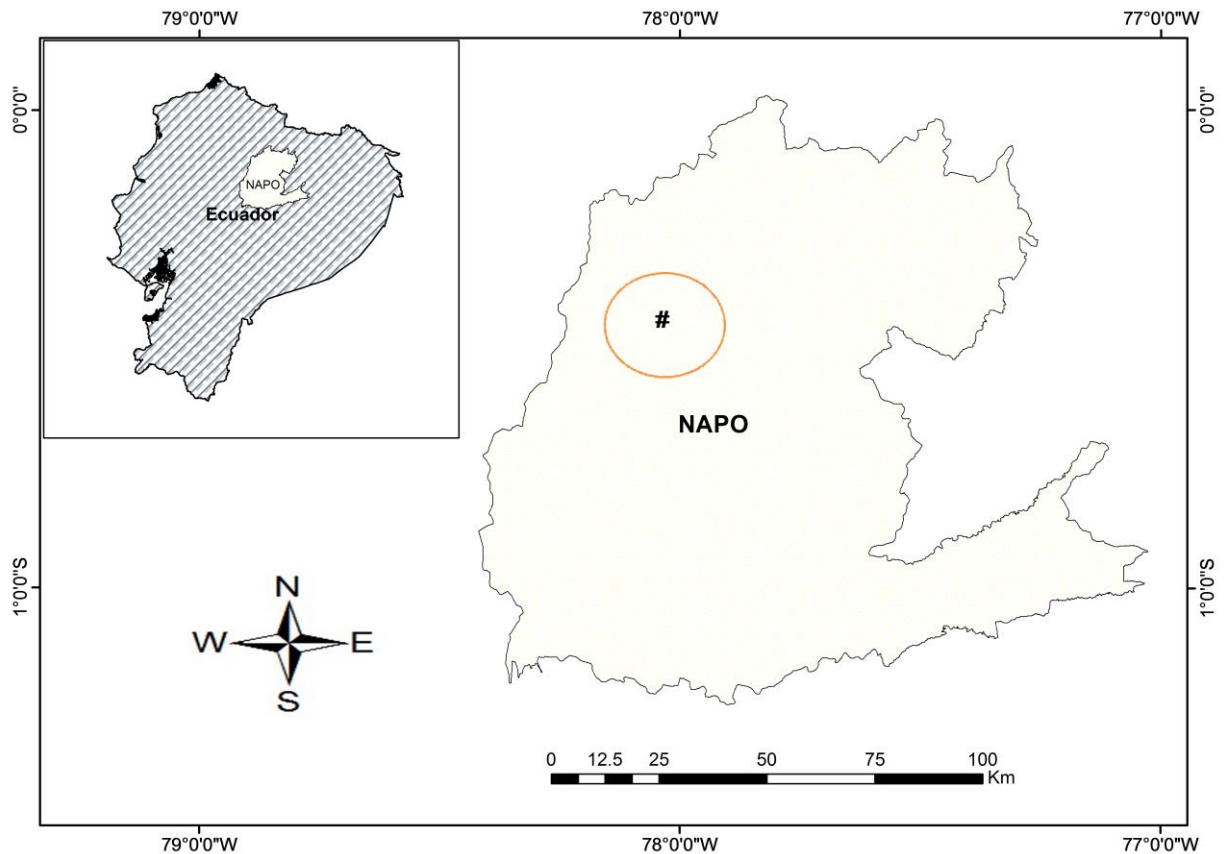


Figura 1. Área de estudio  
Elaborado por: Jorge Benavides

## 2.2 Diseño experimental y toma de datos.

Se seleccionaron cinco fragmentos de bosque no alterado y cinco fragmentos de bosque alterado. En cada fragmento se determinó 10 árboles para realizar los inventarios de líquenes y briófitos epífitos, donde se estableció 2 cuadrantes de 20x30 cm en dos orientaciones (N y S) a dos alturas diferentes con el fin de abarcar un mayor número de microambientes en el tronco de el árbol: altura 1 (50 cm), altura 2 (100 cm). En total se analizaron 200 cuadrantes. En cada uno de ellos se tomaron medidas de cobertura (en porcentaje) de todas las especies de epífitos encontradas.

En este gradiente de alteración se comparó las siguientes variables:

- Riqueza total de especies a nivel de árbol.
- Composición de especies: porcentaje de cobertura de las especies en cada árbol.

Las muestras fueron depositadas en el museo de colecciones biológicas de la Universidad Técnica Particular de Loja-colección de briófitos y líquenes.

## **2.3 Análisis de los datos.**

### **2.3.1 Riqueza de especies.**

Los cambios en la riqueza de especies a nivel de árbol entre bosques no alterados y alterados se analizaron mediante una prueba de Kruskal-Wallis-ANOVA, el cual es un método no paramétrico para probar si un grupo de datos proviene de la misma población debido a que no tienen una distribución normal (Noske et al., 2008).

### **2.3.2 Composición de especies.**

Para estudiar los cambios en la composición de epífitos no vasculares (briófitos y líquenes) en los dos tipos de bosque se realizó un análisis de similitud ANOSIM de una vía con 999 permutaciones (Clarke, 1993), sobre los datos de cobertura a nivel de árbol y como medida de distancia Bray – Curtis.

Para una visualización gráfica, se llevó a cabo un análisis de escalamiento multidimensional no-métrico NMDS con los valores de cobertura de las especies a nivel de árbol en los dos tipos de bosques. Para todos los test se utilizaron 9999 permutaciones aleatorias bajo un modelo reducido. El análisis ANOSIM y NMDS fueron realizados mediante el programa estadístico R (R Core Team 2013) con el paquete “vegan” (Oksanen et al., 2013).

Adicionalmente, se utilizó análisis multivariante con base en permutaciones (PERMANOVA) por pares para determinar el porcentaje de similitud entre los dos tipos de bosques. Los análisis estadísticos se realizaron con el programa estadístico de análisis multivariado PRIMER 6.1.11 (Anderson et al., 2008).

**CAPITULO III**  
**RESULTADOS**



### 3.1. Riqueza de las especies.

Se identificaron un total de 187 especies de epífitos no vasculares (68 briófitos y 119 líquenes, Anexo 1) en 100 árboles (Figura 2). Al comparar los dos tipos de bosques, se observa que la riqueza total no cambia entre los bosques no alterados y los bosques alterados (Figura 2). Un patrón contrario indicó que la riqueza de briófitos fue mayor en los bosques no alterados. Contrariamente los líquenes presentaron mayor riqueza en los bosques alterados (Figura 2).

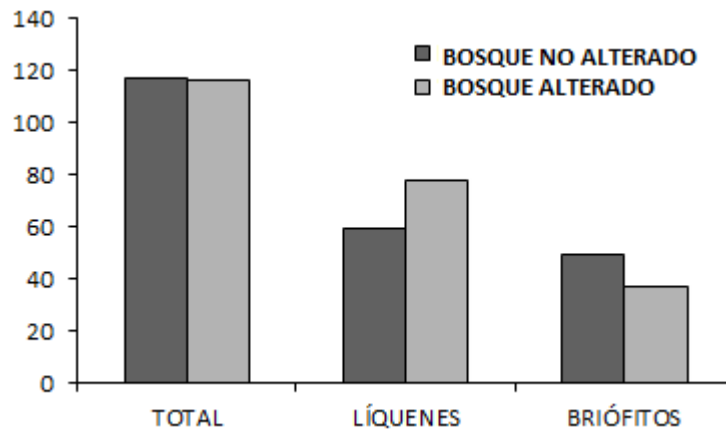


Figura 2. Riqueza total de especies de epífitos no vasculares (líquenes y briófitos).

Elaborado por: Jorge Benavides

La prueba de Kruskal-Wallis ANOVA señaló que no hay diferencias significativas ( $F= 3,2$ ;  $p=0,069$ ) entre la riqueza de especies de epífitos no vasculares de los bosques no alterados y alterados a nivel de árbol (Figura 3).

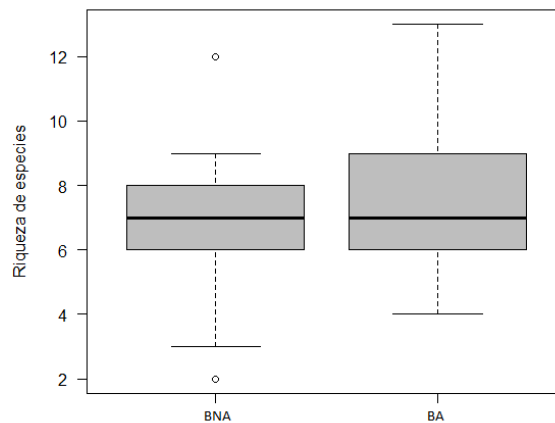


Figura 3. Riqueza de especies de epífitos no vasculares (líquenes y briófitos) en los dos tipos de bosques.

Elaborado por: Jorge Benavides

### 3.2. Composición.

El análisis de similitud ANOSIM demostró que las comunidades de epífitos no vasculares se ordenan significativamente ( $R=0,488$ ,  $p=0,001$ ) en bosques no alterados y bosques alterados. El gráfico NMDS de ordenación de especies señaló una marcada separación entre especies de briófitos en árboles de los dos tipos de bosques (Figura 4).

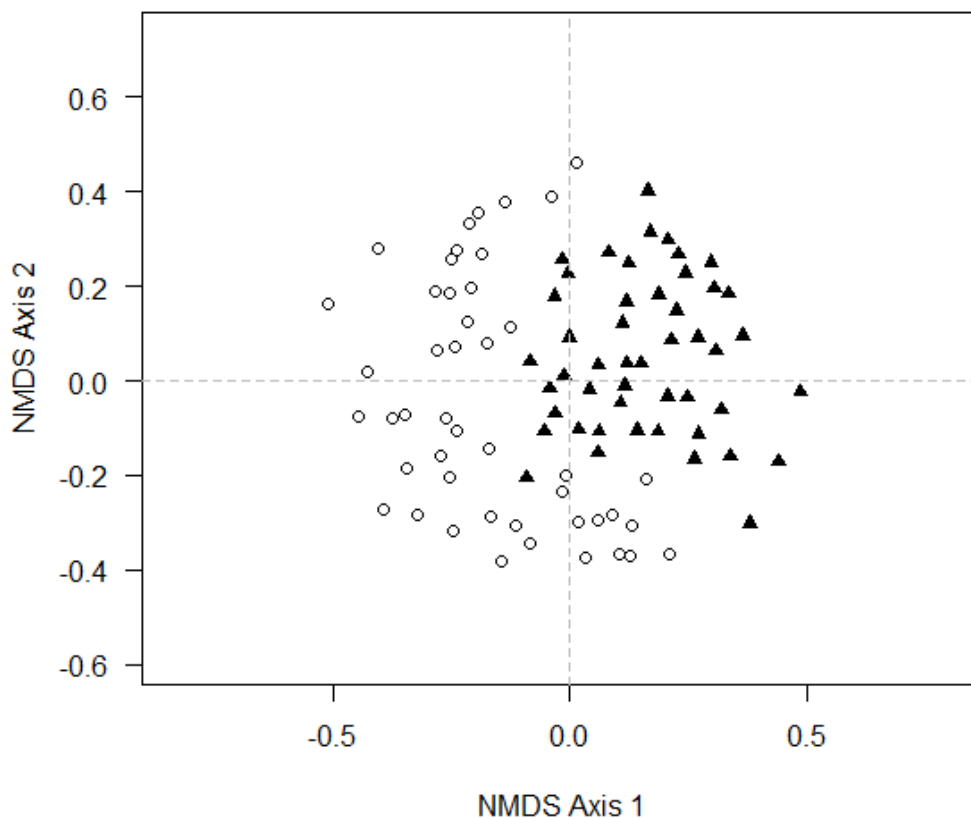


Figura 4. Análisis de escalamiento multidimensional de las muestras (árboles) en los dos tipos de bosque. Bosque no Alterado (círculos blancos) y Bosque Alterado (triángulos negros).

Elaborado por: Jorge Benavides

El PERMANOVA por pares señaló que existen diferencias significativas y superiores al 90% entre la composición de las comunidades de epífitos no vasculares de los dos tipos de bosques (Tabla 2).

Tabla 2. Resultados del PERMANOVA por pares entre los diferentes tipos de bosque (% de acuerdo a la distancia Bray-Curtis) y nivel de significancia ( $p$ ).

Grupo	Disimilaridad (%)	$P$
Bosque no alterado vs bosque alterado	91,56	0.001

Elaborado por: Jorge Benavides

## **CAPITULO IV**

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos demuestran que la riqueza de especies no varía de bosques alterados a bosques no alterados, sin embargo la composición mostró cambios en las comunidades de epífitos no vasculares. El número de epífitos no vasculares 187 especies (68 briófitos y 119 líquenes) observados en los dos tipos de bosque es considerado alto, en comparación con similares estudios (Kelly et al., 2004 y Holz & Gradstein, 2005) en los que se reportaron 134 y 168 especies respectivamente. Por el contrario, Noske et al., 2008; Mandl et al., 2010 y Benítez et al., 2015 han reportado un número mayor de especies (207, 219 y 374 respectivamente). Estas diferencias se deben a la escala de trabajo y sobre todo a que estos últimos estudios con excepción de Benítez et al., 2015, han incluido la parte del dosel del bosque que implica un mayor esfuerzo de muestreo.

En el área de estudio la riqueza de las comunidades de epífitos (líquenes y briófitos) no presento cambios significativos entre los bosques alterados y no alterados. Un patrón similar señalan Noske et al., 2008, la riqueza de epífitos (líquenes) no cambió con el aumento de la alteración de los bosques, debido a que la dinámica de los organismos no sigue un patrón uniforme a lo largo de dicho gradiente. Además, otro estudio realizado por Holz y Gradstein (2005) no encontró diferencias en la riqueza de epífitos no vasculares en un gradiente de alteración, la diversidad de briófitos en bosque montano alto en Costa Rica de bosques secundarios y primarios fue la misma, lo que demuestra que no son necesariamente más diversos. La riqueza de especies epífitas en este último estudio es debido al dosel cerrado, lo que resulta en forma permanente de la alta humedad del aire en estos bosques.

Para nuestro caso, la similitud en la riqueza de especies de bosques alterados y no alterados se debe a que el tiempo de explotación no sobrepasa los 15 años. Adicionalmente el área alterada mantiene parches de vegetación típica del bosque no alterado lo que ha logrado dar un hábitat acorde para la reproducción de especies. El estudio entre los diferentes tipos de bosque demuestran que los bosques no alterados no son necesariamente más diversos que los bosques alterados; sin embargo, los epífitos se ven más afectados por la conversión de bosques en pastos debido a la pérdida inmediata de sus anfitriones de los árboles (Werner & Grandstein, 2009; Soto-Medina et al., 2011).

En los bosques alterados se encontró una mayor riqueza de líquenes y una menor riqueza de briófitos al compararlos con los bosques no alterados. Esto debido a que el dosel es más abierto en la zona alterada, causando una disminución de la humedad y permitiendo el esta-

blecimiento de epífitos más fotófilos, los cuales dependen de las condiciones de los árboles y distancias de las poblaciones de origen el cual es un factor importante (Gradstein, 2008; Wolf, 2005). Los líquenes crecen preferentemente en el dosel de bosque no alterado y pueden sobrevivir en áreas donde ha sido intervenido el bosque (Benítez et al., 2015). Bajo esta premisa algunos estudios han señalado que la composición de las comunidades de epífitos es un indicador más sensible de la alteración de los bosques comparado con la riqueza de especies (Larrea & Werner, 2010; Benítez et al., 2015).

La composición de las comunidades de epífitos no vasculares cambia significativamente de bosques no alterados a bosques alterados. Varios estudios han determinado cambios en la composición de las comunidades de epífitos bajo un gradiente de alteración (Acebey et al., 2003; Holz & Gradstein, 2005; Noske et al., 2008; Benítez et al., 2015). Estos cambios en la composición de especies se debe a que los bosques no alterados albergan una gran cantidad de epífitos de sombra (briófitos y cianolíquenes) (Acebey et al., 2003). Estas comunidades se desarrollan preferentemente en bosques maduros con un dosel cerrado que proporciona un nivel alto de humedad que beneficia a las especies restringidas al sotobosque húmedo (Gradstein, 2008; Benítez et al., 2012).

Los epífitos de sombra de los bosques no alterados son las más sensibles a los cambios ambientales, por ello las condiciones de mayor incidencia de luz y ambientes más secos de los bosques alterados podrían explicar la ausencia o baja presencia de especies del género *Leptogium*, *Lobaria*, *Plagiochila* y *Sticta*, que presentan necesidades hídricas más elevadas (Kranner et al., 2008). Gradstein (2008) señala que la deforestación es la principal causa de la pérdida de todas las especies de epífitos y por lo tanto el desarrollo de líquenes de sombra se encuentran adaptados a condiciones ambientales del interior de los bosques no alterados.

Un patrón similar señalan Kranner et al., 2008 donde especies del género *Collema*, *Lobaria*, *Sticta*, están ligadas a zonas más húmedas y son negativamente afectadas en zonas expuestas a ambientes con un mayor grado de fragmentación del hábitat. Además, en este contexto se integran especies que contienen cianobacterias como fotobionte (cianolíquenes) que son fuertemente dependientes de la cantidad de humedad atmosférica, nieblas constantes, precipitaciones elevadas y continuas o por el ambiente de condensación existente en el interior de los bosques de mayor cobertura arbolada (Sipman & Harris, 1989; Goward & Spribille, 2005; Marini et al., 2011). Los cuales necesitan hidrataciones muy elevadas del talo para poder activar la fotosíntesis (Lange et al., 1993).

Así mismo, una mayor cobertura de briófitos implica una mayor retención de humedad, que pueden aprovechar algunas especies para hidratar sus talos (Kranner et al., 2008). Igualmente, la mayor parte de cianolíquenes necesitan agua en estado líquido para activar la fotosíntesis mientras a la mayoría de las especies les basta con la humedad ambiental (Lange et al., 1993). Es por esta razón, la mayor parte de estas especies están restringidas a los bosques no alterados que presentan condiciones de humedad y temperatura más estables (Belinchón et al., 2009).

Existe otro grupo de especies epífitos de sol, líquenes de alga verde que demostraron un patrón contrario, como las del género *Teloschistes*, *Heterodermia*, *Ghraphis*, *Usnea*, *Ramalina*, *Bryoria*. Estas especies, fueron más comunes en los bosques alterados, debido a las alteraciones relacionadas con la tala del bosque, que generan aumento en la temperatura, intensidad lumínica, disminución de la humedad y cambios en las condiciones ambientales (Murcia, 1995; Moen & Jonsson, 2003; Larrea & Werner, 2010).

En el bosque montano alto la radiación más fuerte y la cobertura abierta del dosel crean un microclima más seco (Gradstein, 2008). Similares estudios han documentado que la mayoría de especies de estos géneros (ejemplo, *Heterodermia*, *Teloschistes* y *Usnea*), son más generalistas y pertenecen a los epífitos de sol que prefieren situaciones expuestas y soleadas (Gradstein, 2008; Aragón et al., 2010; Soto-Medina et al., 2011; Benítez et al., 2012, 2015). La estructura y forma del talo de los líquenes en su mayor parte está gobernada por los hongos, quienes son los encargados de proteger al liquen de la desecación permitiendo que estos organismos estén adaptados a condiciones ambientales más limitadas (Bungartz et al., 2013).

En la mayoría de los líquenes heterómeros (ejemplo, *Teloschistes*, *Everniastrum*, *Usnea*), el hongo proporciona al simbiote un medio favorable que le permita realizar la fotosíntesis y lo protege de la radiación excesiva, además asegura una hidratación adecuada permitiendo el paso de CO<sub>2</sub> en períodos fotosintéticos (Barreno & Pérez, 2003; Cubas et al.; 2010). El fotobionte suele estar protegido por una capa fúngica, formada por un conjunto de hifas que permiten la aireación del talo y donde se acumulan la mayor parte de sustancias liquenicas (Barreno & Pérez, 2003), siendo probable que esta capa participe en la retención capilar de agua, por lo tanto son mucho más tolerantes a la desecación que los epífitos de sombra debido a aspectos fisiológicos relacionados con el óptimo fotosintético (Gradstein, 2008; Aragón et al., 2010; Soto-Medina et al., 2011; Benítez et al., 2012, 2015).

## **CAPITULO V**

## **5.1. Conclusiones.**

En el presente estudio se comprobó que:

- La riqueza en las comunidades de epífitos no vasculares (líquenes y briófitos) no señalan cambios significativos entre los dos tipos de bosque.
- La composición de las comunidades de epífitos no vasculares cambian considerablemente entre bosques con distinto nivel de manejo.
- La perturbación del bosque tropical reduce la diversidad de epífitos. En estos ecosistemas son especialmente abundantes las especies de sombra, que se desarrollan en un dosel cerrado con un alto nivel de humedad.
- Se observó mayor presencia de líquenes en zonas perturbadas.
- Los briófitos mostraron mayor presencia en bosques no alterados.

## **5.2. Recomendaciones.**

La presente investigación puede utilizarse para demostrar la perturbación ambiental que se produce en los bosques montanos a causa de las actividades humanas, de la cual se origina posibles estudios sobre:

- Estudiar la diversidad morfológica y la estructura filogenética de las especies y poblaciones de briófitos con disyunciones en sus áreas de distribución en otros ecosistemas del Ecuador.
- Analizar cómo podría influir el cambio climático en la diversidad de briófitos y líquenes en su distribución.
- Estudiar los factores que influyen en la pérdida o deterioro de los hábitats que afectan a toda la biota que viven los briófitos y líquenes.
- Proponer programas de conservación de epífitos no vasculares (líquenes y briófitos).



## BIBLIOGRAFIA

- Acebey, A., Gradstein, S.R. & Krömer, T. (2003). Species richness and habitat diversification of bryophytes in submontane rain forest and fallows of Bolivia. *Journal Tropical Ecology* 19: 9–18.
- Anderson, M., Gorley, R.N. & Clarke, K.R. (2008). PERMANOVA+ for PRIMER: Guide to Software and Statistical Methods. Plymouth, UK: PRIMER-E.
- Aragón, G., Martínez, I. & Burgaz, A.R. (2002). Macolíquenes de Castilla-La Mancha. Instituto de estudios Manchegos. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Ciudad Real. 190 pp.
- Aragón, G., Martínez, I., Izquierdo, P., Belinchón, R. & Escudero, A. (2010). Effects of forest management on epiphytic lichen diversity in Mediterranean forests. *Applied Vegetation Science* 13: 183–94.
- Barreno, E. (1998). Los líquenes epífitos del Castaño. *Ecología de los árboles. Los líquenes como bioindicadores de contaminación atmosférica*. Ed. Mundi Prensa, Madrid. 55-110 pp.
- Barreno, E. & Pérez, S. (2003). Líquenes de la Reserva Natural Integral de Munniellos Anturias. KRK ediciones. 28-590 pp.
- Barthlott, W., Schmitt-Neuerburg, V., Nieder, J. & Engwald, S. (2001). Diversity and abundance of vascular epiphytes: a comparison of secondary vegetation and primary montane rain forest in the Venezuelan Andes. *Plant Ecology* 152: 145–156.
- Belinchón, R., Martínez, I., Otálora, M.A.G., Aragón, G., Dimas, J. & Escudero, A. (2009). Fragment quality and matrix affect epiphytic performance in a Mediterranean forest landscape. *American Journal of Botany* 96: 1975–1988.
- Benítez, A., Prieto, M., González, Y. & Aragón, G. (2012). *Science of the Total Environment*. Loja-Ecuador: ELSEVIER.
- 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 forests. *Forestry An International Journal of Forest Research*. 0: 1-7.
- Bergamini, A., Scheidegger, C., Stofer, S., Carvalho, P., Davey, S. & Dietrich, M. (2005). Performance of macrolichens and lichen genera as indicators of lichen species richness and composition. *Conservation Biology* 19: 1051–1062.
- Boqueras, M. (2000). *Líquens Epífitos, Fongs Liquenicoles del Sud de Catalunya: flora i Comunitats*. Institut d'Estudis Catalans, Barcelona. 556 pp.
- Brodo, I.M., Duran, S. & Sharnoff, S. (2001). *Lichens of North America*. Yale University Press, New Haven & London. 795 pp.

- Bungartz, F., Yáñez, A. & Nugra, F. (2013). Guía rápida de líquenes de las islas Galápagos. Santa Cruz, Galápagos-Ecuador.
- Brujinzeel, L.A. & Hamilton, L.S. (2000). Decision time for cloud forests. IHP Humid Tropical Programme Series 13: 1–40.
- Calzadilla, E., Aldana, C. & Churchill, S. (2010). Bolivia Ecológica. Edición Trimestral. Revista N. 59, 1-27 pp.
- Cascante-Marín, A., Wolf, J.H.D., Ostermeijer, J.G.B., Nijs, J.C.M.D., Sanahuja, O. & Durán-Apuy, A. (2006). Epiphytic bromeliad communities in secondary and mature forest in a tropical premontane area. *Basic and Applied Ecology*, 7: 520–532.
- Cavelier, J. D. (2010). The mountain tapir (*Tapirus pinchaque*) and Andean bear (*tremarctos ornatus*): Two charismatic, large mammals in South American tropical montane cloud forest. In: *Tropical Montane cloud Forest: Science*.
- Ceja, J., Espejo, A., López, J., García, J., Mendoza, A. & Pérez, B. (2008). Las plantas epifitas su diversidad e importancia. *CIENCIAS* 91. 34-41 pp.
- Cubas, P., Núñez, J., Crespo, A. & Divakar, P. (2010). Líquenes: que son y su uso como bioindicadores. GEMM/ Proyecto de Innovación 123-UCM. Recuperado de: [http://www.aulados.net/GEMM/Documentos/San\\_Quintin\\_Innova/Liquenes\\_que\\_son\\_uso.pdf](http://www.aulados.net/GEMM/Documentos/San_Quintin_Innova/Liquenes_que_son_uso.pdf)
- Chaves, J., Lucking, R., Sipman, H. & Umaña, L. (2009). Géneros de Líquenes Tropicales, con Énfasis en Taxones Neotropicales. INBio y el Field Museum Science Foundation (NSF). Recuperado de: <http://www.inbio.ac.cr/papers/liquenes/importancia.html>
- Churchill, S.P., Balslev, H., Forero, E. & Luteyn, J.L. (eds.). (1995). *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests*. New York Botanical Garden Bronx, New York.
- Churchill, S.P. (2009). Moss diversity and endemism of the tropical Andes. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 96: 434-449.
- Clarke, K.R. (1993). Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* 18: 117–143.
- Delgadillo, M. (2003). Sociedad Latinoamericana de Briología “Briofitas”. Recuperado de: <http://www.briolat.org/briofitas/>
- During, H.J. (1992). Ecological classification of bryophytes and lichens. Walton & D.A. Wells (eds). *Ecology and Management*. Bluntisham. Huntingdon, Inglaterra.
- Echeverry, J. & Londoño, L. (2011). Líquenes como bioindicadores de la calidad del aire. Unidad Central del Valle del Cauca (UCEVA). Facultad de Ingeniería Ambiental. Tuluá Valle del Cauca, Colombia. ilbca. Recuperado de: <https://ilbca.wordpress.com/tipos-de-liquenes/>

- Flores-Palacios, A. & García-Franco, J.G. (2006). The relationship between tree size and epiphyte species richness: testing four different hypotheses. *Journal of Biogeography* 33: 323–330.
- Freiberg, M. (2000). Phenotypic expression of epiphytic Gesneriaceae under different microclimatic conditions in Costa Rica. *Selbyana* 18:77-84.
- Goward, T. & Spribille, T. (2005). Lichenological evidence for the recognition of inland rain forest in western North America. *Journal of Biogeography* 32: 1210–1220.
- Gradstein, S.R., Churchill, S. P. & Salazar-Allen, N. (2001). Guide to the Bryophytes of Tropical America. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 86:1–577.
- Gradstein, S.R. (2008). Epiphytes of tropical montane forests—impact of deforestation and climate change. En Gradstein, S.R.; Homeier, J.; Gansert, D. (eds.) *The tropical mountain forest. Patterns and Processes in a Biodiversity Hotspot*: 51–65. University Press, Göttingen.
- Hamilton, L.S. (1995). *Una Campaña por Bosques Nublados: Ecosistemas Únicos y Valiosos en Peligro*. Cambridge: The Burlington Press.
- Hilmo, O. & Sastad, S. M. (2001). Colonization of old-forest lichens in a young and an old boreal *Picea abies* forest: an experimental approach. *Conservation Biology* 102: 251–259.
- Holz, I. & Gradstein, S.R. (2005). Cryptogamic epiphytes in primary and recovering upper montane oak forests of Costa Rica, species richness, community composition and ecology. *Plant Ecolog.* 178:89-109.
- Houghton, R.A. (1994). The worldwide extent of land-use change: In the last few centuries, and particularly in the last several decades, effects of land-use change have become global. *Bioscience* 44: 305–313.
- Jorgensen. (1999). *Catálogo de Plantas Vasculares del Ecuador*. Missouri Botanical Garden. St Louis, USA.
- Kammesheidt, L. (2002). Perspectives on secondary forest management in tropical humid lowland America. *Ambio* 31: 243–250.
- Kelly, D.L., O'Donovan, J., Feehan, S., Murphy, S.O., Drangeid. & L. Marcano-Berti. (2004). The epiphyte communities of a montane rain forest in the Andes of Venezuela: patterns in the distribution of the flora. *J. Trop. Ecol.* 20: 643-666.
- Kessler, M. (2002). The elevational gradient of Andean plant endemism: varying influences of taxon-specific traits and topography a different taxonomic level. *Journal Biogeography*.
- Kranner, I., Beckett, R., Hochman, A. & Nash III T. H. (2008). Desiccation-Tolerance in Lichens: A Review. *The Bryologist* 111: 576–593.

- Krömer, T. & Gradstein, S. R. (2004). Species richness of vascular epiphytes in two primary forests and fallows in the Bolivian Andes. *Selbyana* 25: 190–195.
- Lamprecht, H. (1990). *Silvicultura en los trópicos*. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). República Federal Alemana.
- Lange, O.L., Green, T.G.A. & Ziegler, H. (1988). Water status related photosynthesis and carbon isotope discrimination in species of the lichen genus *Pseudocyphellaria* with green or blue-green photobionts and in photosymbiodemes. *Oecologia* 75: 494–501.
- Lange, O., Büdel, A., Meyer, A. & Kilian, E. (1993). Further evidence that activation of net photosynthesis by dry cyanobacterial lichens requires liquid water. *The Lichenologist* 25: 175–189.
- Larrea, M. L. & Werner, F. A. (2010). Response of vascular epiphyte diversity to different land-use intensities in a neotropical montane wet forest. *Forest Ecology and Management* 260: 1950–1955
- Luteyn, J. (1999). Introduction to the Páramo Ecosystem. In Luteyn, J. (ed.). *Páramos: a checklist of plant diversity, geographical distribution, and botanical literature*. New York: The New York Botanical Garden Press pp 1-39.
- Mandl, N., Lehnert, M., Kessler, M., Gradstein, S.R. A. (2010). Comparison of alpha and beta diversity patterns of ferns, bryophytes and macrolichens in tropical montane forests of southern Ecuador. *Biodivers Conserv* 19:2359-69.
- Marini, L., Nascimbene, J. & Nimis, P.L. (2011). Large-scale patterns of species richness of epiphytic lichens: exploring the role of human, climate, and forest structure. *Science of the Total environment* 409: 4382–4390.
- Moen, J. & Jonsson, B.G. (2003). Edge effects on liverworts and lichens in forest patches in a mosaic of Boreal Forest and Wetland. *Conservation Biology* 17: 380–388.
- Murcia, C. (1995). Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology & Evolution* 10: 58–62.
- Myers, N. R. (2000). Biodiversity Hot-spots for conservation priorities. *Nature*.
- Nascimbene, J., Marini, L. & Nimis, P.L. (2007). Influence of forest management on epiphytic lichens in a temperate beech forest of northern Italy. *Forest Ecology and Management* 247: 43–7.
- Nash, T.H. III (1996). *Lichen Biology*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Nash III, T. H., Ryan, B. D., Gries, C. & Bungartz, F. (2002). *Lichen Flora of the Greater Sonoran Desert Region*. 1. Lichens Unlimited, Tempe.
- Noske, N., Hilt, N., Werner, F.A., Brehm, G., Fiedler, K., Sipman, H.J. & Gradstein, S.R. (2008). Disturbance effects on diversity of epiphytes and moths in a montane forest of Ecuador. *Basic Applied Ecology* 9: 4–12.

- Oksanen, J., Blanchet, F.G., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P.R., O'Hara, R.B., Simpson, G.L., Solymos, P., Stevens, M.H.H., Wagner, H. (2013). *Vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.0-7.
- Paucar, M. (2011). *Composición y Estructura de un Bosque Montano, Sector Licto, Cantón Papate, Provincia de Tungurahua*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador.
- Raven, P.H., Evert, R.F. & Eichhorn, S.E. (1992). *Biología de las Plantas*. Editorial Reverté. Barcelona, España.
- Romero, C. (1999). *Epífitos no vasculares comerciales de un bosque montano tropical: ecología, efectos de la tala y manejo*. Costa Rica: CATIE.
- Ryan, B. D., Bungartz, F. & Nash III, T. H. (2002). *Morphology and Anatomy of the Lichen-Thallus.*, pp. 8-23. In Nash III, T. H., B. D. Ryan, C. Gries & F. Bungartz (eds.), *Volume 1: Lichen Flora of the Greater Sonoran Desert Region*. Lichens Unlimited.
- Sarmiento, F. (1974). *Diccionario de Ecología. Paisajes, Conservación y Desarrollo Sustentable para Latinoamérica*.
- Sierra, R. (1999). *Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental*. Quito: Proyecto INEFAN/GEF y EcoCiencia.
- Sipman, H.J.M. and Harris, R.C. 1989 *Lichens*. In *Tropical Rain Forest Ecosystems*. Lieth, H. and Werger, M.J.A. (ed.). Elsevier, pp. 303–309.
- Soto-Medina, E., Lücking, R. & Bolaños-Rojas, A. (2011). *Especificidad de forófito y preferencias microambientales de los líquenes cortícolas en cinco especies de forófitos en el bosque premontano de la finca Zíngara (Cali, Colombia)*. *Revista de Biología Tropical* 59(4).
- Turner, I.M., Tan, H.T.W., Wee, Y.C., Ibrahim, A.B., Chew, P.T. & Corlett, R.T. (1994). *A study of plant species extinction in Singapore: Lessons for the conservation of tropical biodiversity*. *Conservation Biology* 8: 705–712.
- Vanderpoorten, A. & Goffinet, B. (2009). *Introduction to Bryophytes*. Cambridge University Press, Inglaterra.
- Vásconez & Mena. (1995). *Las Áreas Protegidas con Bosque Montano en el Ecuador*. *Biodiversity and Conservation of Montane Forests* 627-635.
- Webster, G.L. (1995). *The Panorama of Neotropical Cloud Forests*. *Biodiversity and Conservation of Neotropical Motane Forests* 53-77.
- Werner, F. & Gradstein, S. (2009). *Diversity of dry forest epiphytes along a gradient of human disturbance in the tropical Andes*. *Journal of Vegetation Science*, IAVS; Opulus Press Uppsala.

- Werth, S., Tømmervik, H. & Elvebakk, A. (2005). Epiphytic macrolichen communities along regional gradients in northern Norway. *Journal Vegetation Science* 16:199–208.
- Wolf, J.H.D. (2005). The response of epiphytes to anthropogenic disturbance of pine oak forests in the highlands of Chiapas, Mexico. *Forest Ecology and Management* 212: 376–393.
- Zotz, G. & Andrade, J. (2002). La ecología y la fisiología de las Epífitos y las hemiEpífitos. Capítulo. In Ed. Guariguata, M. y Catan, G. *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. Costa Rica 12:271-296.

## **ANEXOS**

**Anexo 1.** Especies de epífitos no vasculares (líquenes y briófitos) más representativas de los bosques alterados y no alterados.

Espece
Briófitos
<i>Bazzania falcata</i> (Lindenb.) Trevis.
<i>Bazzania longistipula</i> (Lindenb.) Trevis.
<i>Frullania brasiliensis</i> Raddi
<i>Frullania gibbosa</i> Nees
<i>Frullania peruviana</i> Gottsche
<i>Herbertus divergens</i> (Steph.) Herzog
<i>Lejeunea laetevirens</i> Nees & Mont.
<i>Lophocolea muricata</i> (Lehm.) Nees
<i>Microlejeunea bullata</i> (Taylor) Stephani
<i>Neckeropsis undulata</i> (Hedw.) Reichardt
<i>Omphalanthus filiformis</i> (Sw.) Nees
<i>Plagiochila aerea</i> Taylor
<i>Plagiochila bifaria</i> (Sw.) Lindenb.
<i>Plagiochila superba</i> (Nees ex Spreng.)
<i>Prionodon densus</i> (Sw. ex Hedw.) Müll. Hal.
<i>Sematophyllum subsimplex</i> (Hedw.)
<i>Squamidium nigricans</i> (Hook.) Broth.
<i>Telaranea nematodes</i> (Austin) M.
<i>Trichocolea tomentosa</i> (Sw.) Gottsche
Líquenes
<i>Bryoria</i> aff. <i>nitidula</i> (Th. Fr.) Brodo & D. Hawksw.
<i>Caloplaca cerina</i> (Ehrh. ex Hedwig) Th. Fr.
<i>Coenogonium magdalenae</i> Rivas Plata, Lücking & Lizano
<i>Coenogonium linkii</i> Ehrenb.
<i>Erioderma granulatum</i> P.M. Jørg. & Arv.
<i>Everniastrum vexans</i> (Zahlbr. ex W.L. Culb. & C.F. Culb.) Hale ex Sipman
<i>Heterodermia leucomela</i> (L.) Poelt
<i>Hypotrachyna costaricensis</i> (Nyl.) Hale
<i>Lepicolea pruinosa</i> (Taylor) Spruce
<i>Leptogium</i> aff. <i>coralloideum</i> (Meyen & Flot.) Vain.
<i>Leptogium azureum</i> (Sw.) Mont.



---

*Leptogium burgesii* (L.) Mont  
*Leptogium burnetii* C.W. Dodge  
*Leptogium cochleatum* (Dicks.) P.M.Jørg. & P.James  
*Leptogium coralloideum* (Meyen & Flot.) Vain.  
*Leptogium cyanescens* (Rabenh.) Korber  
*Leptogium phyllocarpum* (Pers.) Mont.  
*Lobaria dissecta* (Sw.) Raeusch.  
*Lobaria subdissecta* (Nyl.) Vain.  
*Lobariella crenulata* (Hook. in Kunth) Yoshim.  
*Lobariella* aff. *exornata* (Zahlbr.) Yoshim.  
*Monoclea gottschei* subsp. *elongata* Gradst. & Mues  
*Parmeliella andina* P.M. Jorg. & Sipman  
*Phaeophyscia hispidula* (Ach.) Essl.  
*Phyllopsora parvifolia* var. *parvifolia* (Pers.) Müll Arg  
*Pseudocyphellaria aurata* (Ach.) Vainio  
*Pseudocyphellaria crocata* (L.) Vainio  
*Ramalina peruviana* Ach.  
*Sticta ferax* Mull. Arg.  
*Sticta weigeli* (Ach.) Vainio  
*Sticta humboldtii* Hook.  
*Sticta tomentosa* (Sw.) Ach.  
*Teloschistes flavicans* (Sw.) Norman

---

## Anexo 2. Tipos de bosques.

### Bosque no alterado



### Bosque alterado



**Anexo 3.** Fotos especies de epífitos no vasculares (líquenes y briófitos).



*Coenogonium magdalenae* Rivas Plata,  
Lücking & Lizano



*Everniastrum vexans* (Zahlbr. ex W.L.  
Culb. & C.F. Culb.) Hale ex Sipman



*Leptogium azureum* (Sw.) Mont.



*Leptogium burgesii* (L.) Mont



*Leptogium burnetii* C.W. Dodge



*Lobaria dissecta* (Sw.) Raeusch.



*Monoclea gottschei* subsp. *elongata* Gradst. & Mues



*Omphalanthus filiformis* (Sw.) Nees



*Prionodon densus* (Sw. ex Hedw.) Müll. Hal.



*Pseudocyphellaria crocata* (L.) Vainio



*Sticta ferax* Mull. Arg.



*Sticta humboldtii* Hook



*Sticta tomentosa* (Sw.) Ach.



*Sticta weigeli* (Ach.) Vainio



*Teloschistes flavicans* (Sw.) Norman



*Trichocolea tomentosa* (Sw.) Gottsche