



**UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA**  
*La Universidad Católica de Loja*

**AREA BIOLÓGICA Y BIOMÉDICA**

**TITULO DE INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**Diversidad de líquenes y briófitos epífitos en los bosques montanos de la  
Subcuenca del río “Casacay”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**AUTOR** : Nagua Morocho, Ángel Richard  
**DIRECTOR** : Benitez Chávez, Ángel Raimundo, PhD

**CENTRO UNIVERSITARIO PASAJE**

2017



*Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NC-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

PhD.

Ángel Raimundo Benítez Chávez

**DOCENTE DE LA TITULACIÓN**

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación: "Diversidad de líquenes y bríofitos epífitos en los bosques montanos de la Subcuenca del río Casacay" realizado por Ángel Richard Nagua Morocho, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, abril de 2017

f).....

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

“Yo. NAGUA MOROCHO ANGEL RICHARD, declaro ser autor del presente trabajo de titulación: DIVERSIDAD DE LÍQUENES Y BRIOFITOS EPÍFITOS EN LA SUBCUENCA DEL RÍO CASACAY, de la Titulación de Gestión Ambiental, siendo. PhD ANGEL RAIMUNDO BENÍTEZ CHAVEZ 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”.

Firma: .....

Autor: Ángel Richard Nagua Morocho

C.I. : 0704650696

## **DEDICATORIA**

A Dios por darme la vida.

A mis padres por su amor y ejemplo.

A Lorena quien me ha permitido compartir su vida, por su amor, su comprensión, y su apoyo incondicional.

A Nahomy por ser mi vida y la fuente de inspiración para realizar este Trabajo de Fin de Titulación.

A mis hermanos y hermanas por estar siempre conmigo en los buenos y malos momentos.

Ángel Richard Nagua Morocho

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Técnica Particular de Loja y a los docentes de la Titulación de Gestión Ambiental por la formación académica brindada.

Al PhD. Ángel Raimundo Benítez por compartir sus conocimientos y asesoría para el desarrollo de este trabajo.

A mis padres, mis hermanos y hermanas, a mi hija Nahomy, en especial a mi esposa Lorena ya que sin su apoyo no hubiera sido posible culminar con éxito este trabajo.

Ángel Richard Nagua Morocho

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

### CONTENIDOS

PORTADA .....	I
APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	II
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	III
DEDICATORIA .....	IV
AGRADECIMIENTO .....	V
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	VI
RESUMEN.....	1
ABSTRACT .....	2
1. INTRODUCCIÓN.....	3
CAPÍTULO II.....	5
MATERIALES Y MÉTODOS.....	5
2.1 Área de estudio .....	6
2.2. Metodología .....	7
2.2.1 Diseño y recolección de datos. ....	7
2.3. Análisis de datos .....	8
2.3.1 Riqueza de especies.....	8
2.3.2 Composición de especies. ....	8
CAPÍTULO III.....	9
RESULTADOS .....	9
3.1 Riqueza de especies .....	10
3.2 Composición de especies.....	12
CAPÍTULO IV .....	13
DISCUSIÓN.....	14
CAPÍTULO V .....	16
Conclusiones.....	17
Recomendaciones.....	17
BIBLIOGRAFÍA.....	18
ANEXOS.....	22

## ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

<b>Figura 1</b> Área de estudio. Subcuenca del río Casacay.....	6
<b>Figura 2.</b> Riqueza total de líquenes y briofitos en los dos tipos de bosques (bosque primario y bosque secundario).....	10
<b>Figura 3.</b> Riqueza de epífitas no vasculares (líquenes y briofitos) en los dos tipos de bosque. ....	11
<b>Figura 4.</b> Diagrama de cajas que muestran la diferencia en la diversidad de líquenes y briofitos en los dos tipos de bosque mediante dos índices. (a) Índice Simpson. (b) Índice de Shannon-Weaver. ....	11
<b>Figura 5.</b> Análisis de escalamiento multidimensional no-métrico (NMDS) en los dos tipos de bosque. Bosque primario (círculos) y Bosque secundario (triángulos). ....	12
<b>Tabla 1.</b> Resultados del análisis permanova de tres factores en la composición de especies a nivel de parcela, fragmento y bosque. ....	12



## RESUMEN

Epífitos no vasculares constituyen un importante componente de los bosques montanos y cumplen un papel fundamental relacionado con la diversidad y funcionamiento. Se analizó los cambios en la riqueza y composición de epífitos (líquenes y briófitos) en bosques primarios y bosques secundarios. Se registró la riqueza y cobertura de líquenes y briófitos en 120 árboles. Los cambios en la riqueza de especies se analizaron con un ANOVA Kruskal-Wallis. Se analizó los cambios en la composición de comunidades relacionados con la perturbación del bosque mediante un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) y un análisis multivariado basado en permutaciones (PERMANOVA). Se registró un total de 158 especies (87 líquenes y 71 briófitos). La riqueza de especies disminuye en los bosques alterados, y la composición de especies es diferente en cada tipo de bosque.

Palabras clave: bosques montanos, diversidad, deforestación, epífitas no vasculares.

## **ABSTRACT**

Non-vascular epiphytes constitute an important component of montane forests and play a fundamental role in their functioning. We analyzed changes in the richness and composition of epiphytes (lichens and bryophytes) in primary forests and secondary forests. We registered richness and coverage of lichens and bryophytes in 120 trees. We analyzed changes in the richness with ANOVA Kruskal-Wallis. The changes in the composition of communities were also analyzed through a non-metric multidimensional scaling analysis (NMDS) and a multivariate analysis (PERMANOVA). We registered a total of 158 species (87 lichens and 71 bryophytes). We found that species richness decreases in disturbed forests, and species composition was different in each forest type.

Keywords: montane forests, deforestation, diversity, non-vascular epiphytes.

## INTRODUCCIÓN

Los bosques montanos son ecosistemas de gran importancia debido a que albergan una alta riqueza biológica y de endemismos, por lo tanto son considerados como prioridad mundial de conservación, siendo reconocidos como uno de los puntos calientes de biodiversidad global (Myers, Mittermeier, Mittermeier, Fonseca, & Kent, 2000; Tejedor Garavito, 2012). Debido a la presencia de factores climáticos, condiciones geológicas y edáficas (Richter, 2008), estos ecosistemas intervienen en la regulación hídrica, sostenimiento del clima y constituyen un importante sumidero de carbono (Young, 2006; Cuesta & Peralvo, 2009). Sin embargo los bosques montanos por sus características ambientales y topográficas son ecosistemas muy frágiles (Cuesta & Peralvo, 2009), quedando actualmente reducidos a pequeños fragmentos debido a la deforestación principalmente por las actividades agrícolas y ganaderas (Gibbs et al., 2010; Ministerio del Ambiente, 2012), dando como resultado bosques secundarios y monoespecíficos (Benítez, Prieto, González, & Aragon, 2012).

Organismos epífitos en los bosques montanos están bien representados (Gradstein, 2008). En el Ecuador representan el 25 % de la riqueza de especies de plantas vasculares y no vasculares (Küper, Kreft, Nieder, Köster, & Barthlott, 2004). Un grupo característico son los epífitos no vasculares representados por líquenes y briófitos que constituyen un importante componente dentro de estos ecosistemas por que cumplen un rol fundamental para el buen funcionamiento de los mismos (Ardiles, Cuvertino, & Osorio, 2008; Cuesta & Peralvo, 2009). Además por sus distintas formas de vida intervienen en la regulación hídrica (Cuesta & Peralvo, 2009) estabilizan el suelo y retienen la humedad (Ardiles et al., 2008), y la mayoría de estas especies son utilizadas en la industria farmacéutica, horticultura, pesticidas, construcción, alimentación y medicina tradicional (Glime, 2007; Illana, 2012).

Debido a que son organismos que carecen de mecanismos de regulación de agua (pohiquilohídricos) son utilizados como especies indicadoras de cambios ambientales como la alteración de los ecosistemas (Kelly, Grace, Jane, & Susan, 2004; Noske et al., 2008), contaminación del aire (Lijteroff, Lima, & Prieri, 2009) y cambio climático (Hawksworth, Iturriaga, & Crespo, 2005; Pardow & Lakatos, 2012).

Líquenes y briófitos a nivel local y regional se ve afectada por factores macroclimáticos que están relacionados con la insolación, precipitación, altitud y temperatura

(Perhans, Gustafsson, Jonsson, Nordin, & Weibull, 2007; Perez & Watteijne, 2009), estructura del bosque (cobertura arbolada, edad y tamaño del forofito, rugosidad y el pH de la corteza) y factores microclimáticos (Holz & Gradstein, 2005; Sporn, Bos, Hoffstätter, Kessler, & Gradstein, 2009; Benítez, Prieto, & Aragon, 2015).

Diferentes estudios se han enfocado a estudiar la diversidad de epífitos relacionados con la alteración de los bosques tropicales, quedando evidenciado dos patrones de respuesta. La primera señala que la diversidad es mayor en bosques primarios que en bosques secundarios (Acebey, Gradstein, & Kromer, 2003; Gradstein, 2008; Benítez et al., 2015), mientras que la segunda sostiene que la diversidad no disminuye con la alteración de los bosques sin embargo existen cambios en la composición de las comunidades (Nöske et al., 2008; Larrea & Werner, 2010; Martínez et al., 2011).

Estudios realizados sobre la diversidad de líquenes y briófitos relacionados con la alteración de los bosques en nuestro país son muy limitados (Nöske et al., 2008; Benítez et al., 2015, 2012; Benavides, 2016). Considerando el papel que cumplen líquenes y briófitos epífitos en los bosques montanos y la problemática que presenta la Subcuenca del río Casacay como es la deforestación, incendios forestales, introducción de plantas exóticas (*Pinus patula*) ("Plan de manejo de la Subcuenca del río Casacay," 2011), ésta investigación es de gran importancia por que aportará al conocimiento sobre la riqueza y composición de líquenes y briófitos, en bosques montanos con diferente tipo de manejo.

## **Objetivos**

Objetivo general.

- Conocer la diversidad de líquenes y briófitos epífitos en los bosques montanos con diferente tipo de manejo en la Subcuenca del río Casacay.

Objetivos específicos.

- Determinar los cambios en la riqueza y composición de líquenes y briófitos epífitos en dos bosques con diferente tipo de manejo.
- Analizar cómo cambia la riqueza y composición de líquenes y briófitos epífitos.

## **CAPÍTULO II**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

## 2.1 Área de estudio

El estudio se realizó en la parte alta de la Subcuenca del río Casacay del cantón Chilla provincia de El Oro, a una altura que oscila entre los 2705 y 2865 msnm en las coordenadas 3.4784°S y 79.6192°W, con una temperatura anual promedio de 8 a 9°C, precipitación anual promedio de 1.160 mm (“Plan de manejo de la Subcuenca del río Casacay,” 2011).

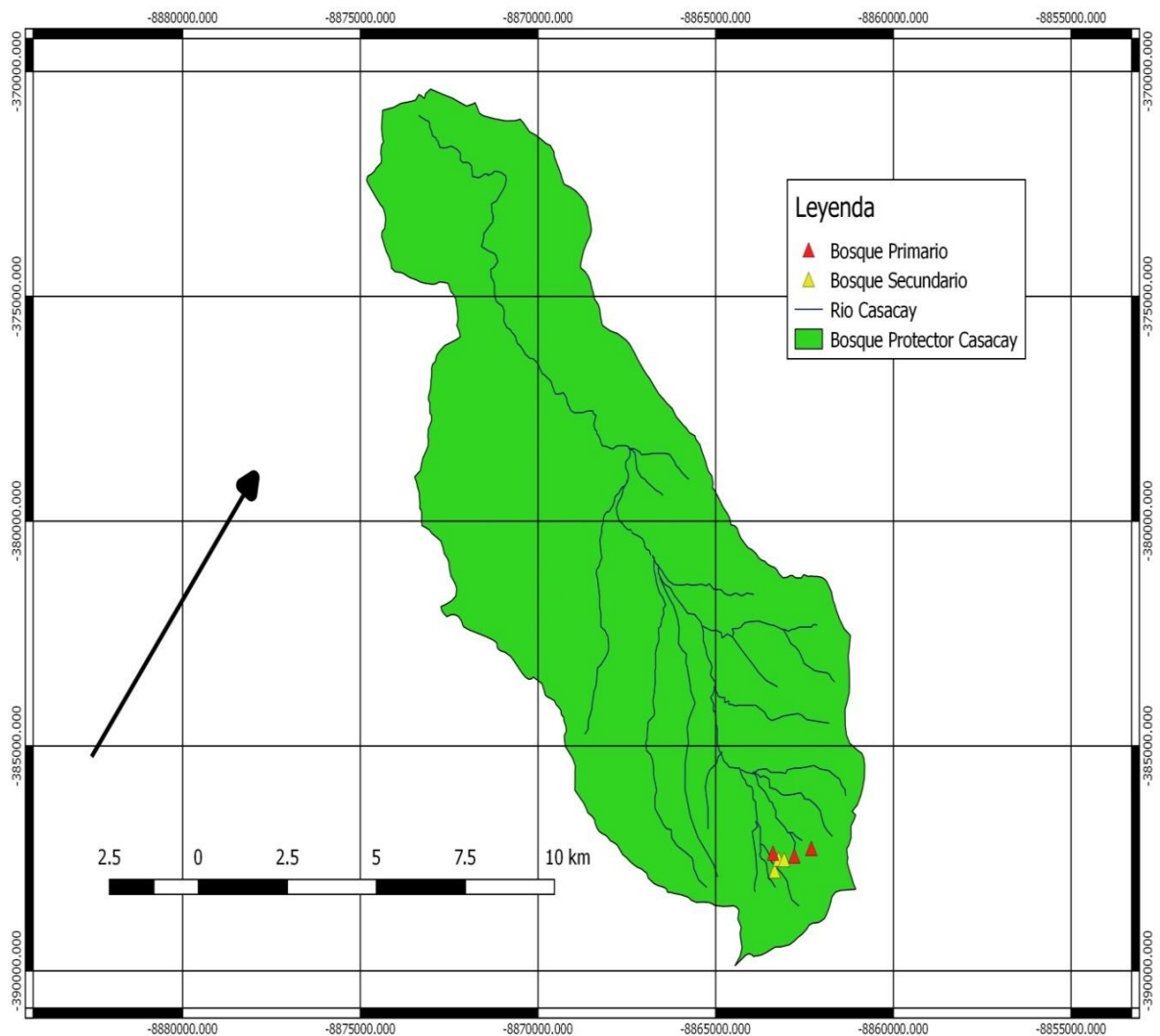


Figura 1. Área de estudio. Subcuenca del río Casacay.

Fuente. Autor, 2017

Para realizar el presente estudio se seleccionó dos tipos de bosques.

**Bosques Primarios:** Son ecosistemas que poseen grandes árboles, presencia de vegetación arbustiva, ausencia de actividades humanas, procesos ecológicos estables (Figura 2 A) (Gibson et al., 2011; Benítez et al., 2012, 2015).

**Bosques secundarios:** Se han originado como resultado de las actividades antrópicas, en nuestro caso específicamente por incendios forestales. Se caracterizan por presentar una disminución de la cobertura arbórea, mayor incidencia de luz y poca humedad. (Figura 2 B) (Brown & Lugo, 1990; Nöske et al., 2008).

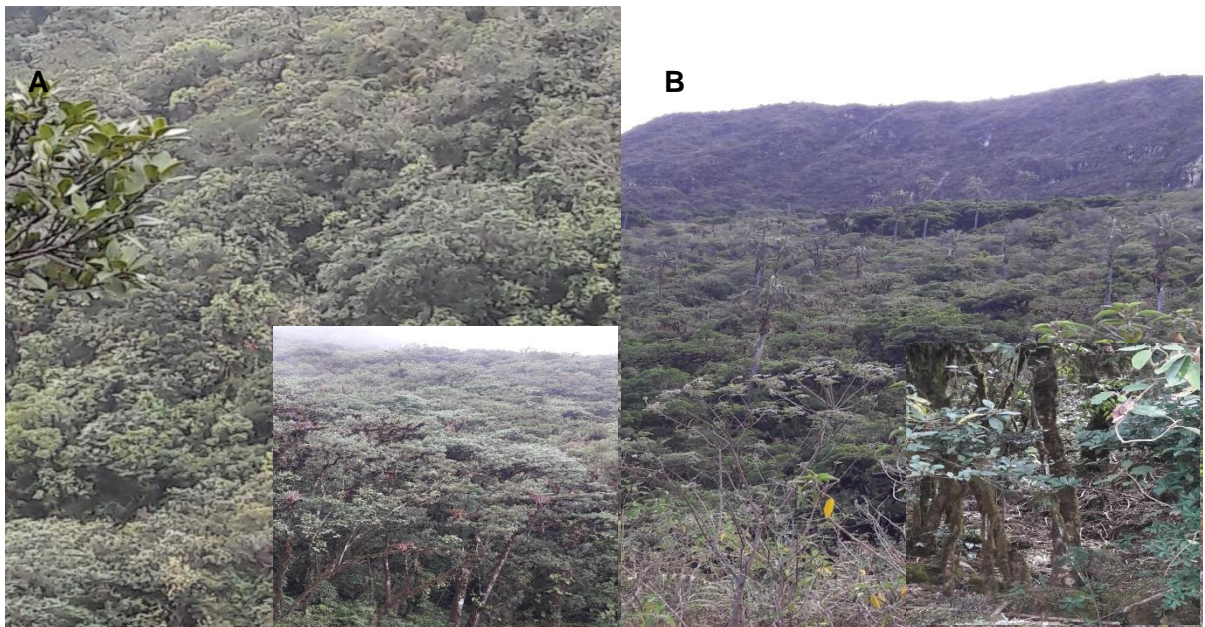


Figura 2. Tipos de bosques estudiados. (A) Bosque Primario; (B) Bosque secundario.

Fuente. Autor, 2017

## 2.2. Metodología

### 2.2.1 Diseño y recolección de datos.

El presente estudio se realizó en dos tipos de bosque (bosque primario y bosque secundario). Se seleccionaron tres fragmentos para cada tipo de bosque, en cada fragmento se realizó 5 parcelas de 5 x 5 m y se seleccionó 4 árboles para cada parcela, en los cuales se tomaron el DAP mayor a 10 cm. Líquenes y briófitos epífitos se muestrearon usando una

rejilla de 20 x 30 cm (Benítez et al., 2015), a la altura de 1 metro, dando un total de 60 árboles por tipo de bosque. Para definir la riqueza total de especies se utilizó el número total de especies por tipo de bosque. Para minimizar el efecto de borde se tomó las muestras a partir de los 70 metros del inicio del bosque (Aragón, Belinchón, & Izquierdo, 2008). Las muestras se colectaron en bolsas de papel para luego ser identificadas y depositadas en el museo de colecciones biológicas de la Universidad Técnica Particular de Loja, colección de briofitos y líquenes.

## **2.3. Análisis de datos**

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

Para determinar la diversidad de especies se analizó mediante los Índices de Simpson y Shannon-Weaver, los mismos que permiten combinar la riqueza de especies y la abundancia relativa (Cerón, 2005). Así mismo los cambios en la riqueza de especies a nivel de árbol entre bosques primarios y secundarios, se analizó mediante una prueba de Kruskal-Wallis-Anova, este es un método no paramétrico utilizado para probar si un grupo de datos proviene de la misma población debido a que no tiene una distribución normal (Nöske et al., 2008).

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

Para analizar los cambios en la composición de las comunidades de líquenes y briofitos epífitos y obtener una visualización gráfica se realizó un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) con valores de cobertura de las especies a nivel de árbol en los dos tipos de bosque. Además, para determinar los efectos de la alteración del bosque en la composición de las comunidades se utilizó un análisis multivariante con base en permutaciones (PERMANOVA) (Benítez et al., 2012). Estos análisis se realizaron con el programa estadístico R (R Core Team 2013) con el paquete “vegan” (Oksanen et al., 2013).



**CAPÍTULO III**  
**RESULTADOS**

### 3.1 Riqueza de especies

Se registró 71 briófitos y 87 líquenes distribuidos en 54 géneros y 43 Familias en 120 árboles (Anexo 1). Dando como resultado 158 especies en los dos tipos de bosque. Al realizar la comparación entre los dos tipos de bosque, se observa que la riqueza total no cambia. Sin embargo la riqueza de briofitos fue mayor en el bosque primario, mientras que el bosque secundario albergó mayor riqueza de líquenes (Figura 2). Los géneros con mayor número de especies para el bosque primario fueron: *Sticta* (10 especies), *Plagiochila* (8), *Lejeunea* (5) y *Phyllopsora* (5). Mientras que *Heterodermia* (15), *Usnea* (8) y *Parmotrema* (7) dominaron el bosque secundario. Las familias mejor representadas en los dos tipos de bosques fueron Physciaceae (17especies) seguida de Lobariaceae (16), Plagiochilaceae (10), Lejeuneaceae (9) y Parmeliaceae (7).

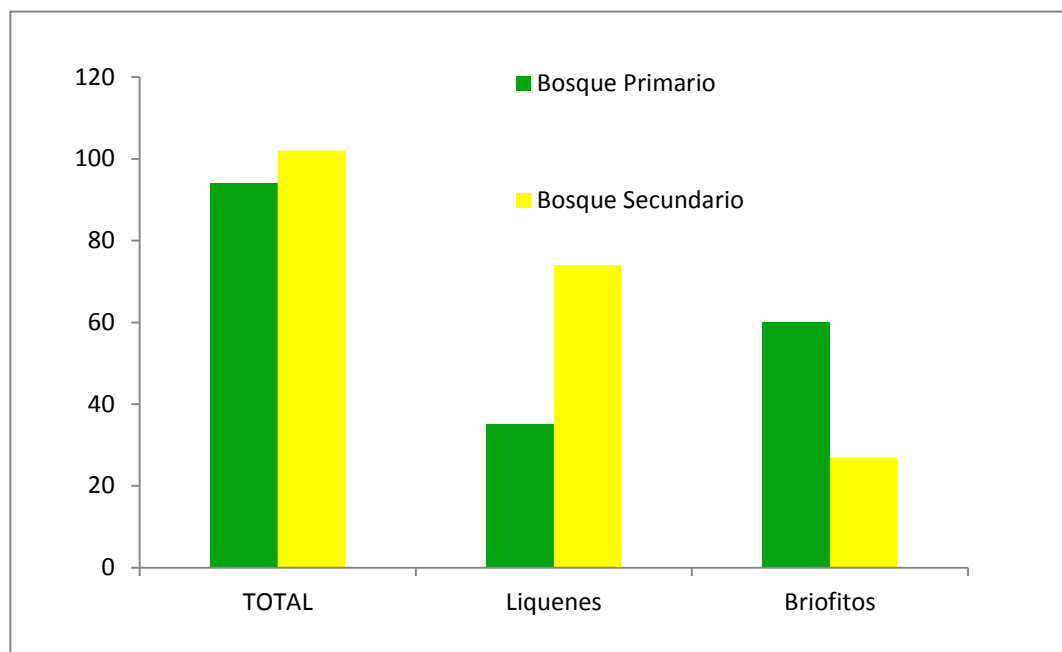


Figura 2. Riqueza total de líquenes y briofitos en los dos tipos de bosques (bosque primario y bosque secundario).

Fuente. Autor, 2017

La prueba del ANOVA Kruskal-Wallis, señaló que hay diferencias significativas ( $F= 1$ ;  $p = 0.016$ ) entre la riqueza de especies de líquenes y briófitos en el bosque primario y secundario (Figura 3).

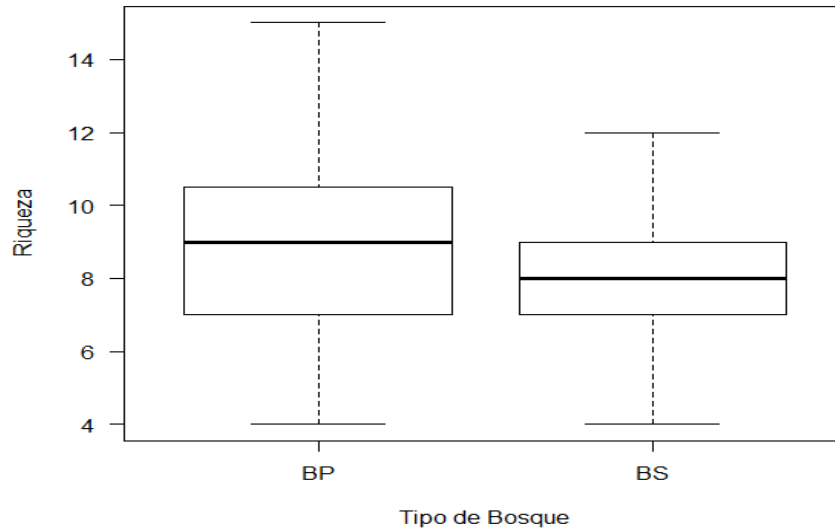


Figura 3. Riqueza de epífitas no vasculares (líquenes y briofitos) en los dos tipos de bosque.

Fuente, Autor, 2017

Un patrón similar indicaron los índices Simpson y Shannon-Weaver, donde el bosque primario posee mayor diversidad que los bosques secundarios (Figura 4).

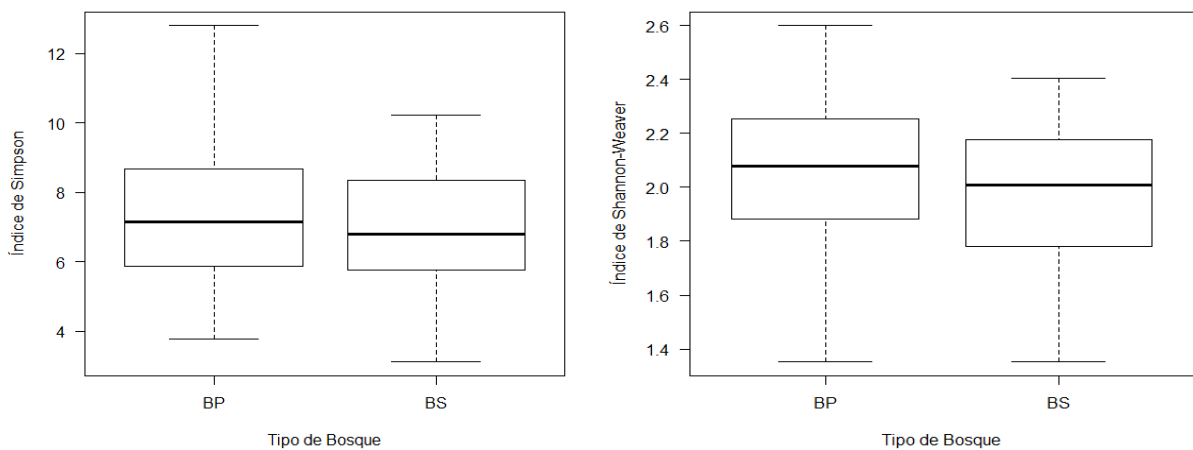


Figura 4. Diagrama de cajas que muestran la diferencia en la diversidad de líquenes y briofitos en los dos tipos de bosque mediante dos índices. (A) Índice Simpson. (B) Índice de Shannon-Weaver.

Fuente. Autor, 2017

### 3.2 Composición de especies

El análisis NMDS señaló una clara separación entre las comunidades de epífitos no vasculares de bosques primarios y secundarios donde los árboles se agrupan mostrando un ordenamiento entre los dos tipos de bosque (Figura 4).

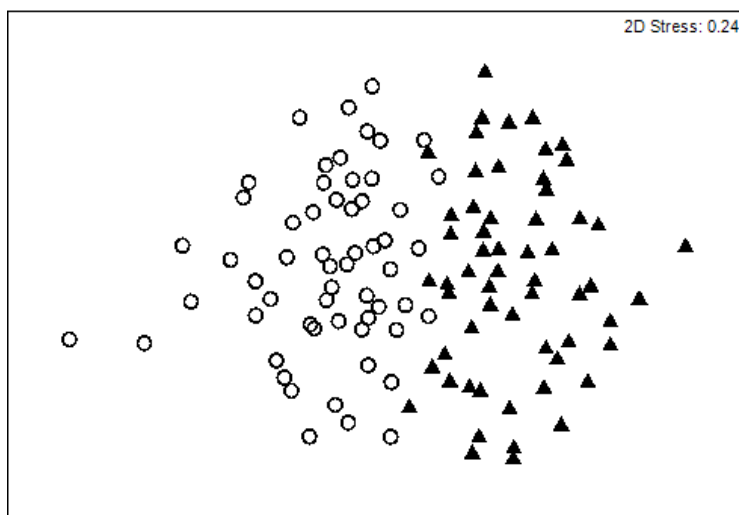


Figura 5. Análisis de escalamiento multidimensional no-métrico (NMDS) en los dos tipos de bosque. Bosque primario (círculos) y bosque secundario (triángulos).

Fuente. Autor, 2017

El análisis PERMANOVA señaló que la composición de líquenes y briófitos estuvieron condicionados por el tipo de bosque que explica la mayor variabilidad en las comunidades (Tabla 1).

Tabla 1 Resultados del análisis PERMANOVA de tres factores en la composición de especies a nivel de parcela, fragmento y bosque.

<b>Factor</b>	<b>df</b>	<b>MS</b>	<b>Pseudo-F</b>	<b>P (MC)</b>	<b>CV (%)</b>
<b>Bo</b>	1	48522	6.1089	0.001	26.339
<b>Fr(Bo)</b>	4	7936.9	2.0113	0.001	14.325
<b>Pa(Fr(Bo))</b>	24	3930.3	1.3157	0.001	15.561
<b>Res</b>	87	2987.2			54.655
<b>Total</b>	116				

Fuente. Autor, 2017

## **CAPÍTULO IV**

## DISCUSIÓN

De acuerdo a resultados obtenidos se demuestra que la riqueza a nivel de árbol y la composición de las comunidades de líquenes y briófitos tuvieron un cambio significativo. El número de especies epífitas no vasculares (71 briófitos y 87 líquenes) se considera alto comparado con el estudio realizado por (Kelly et al., 2004) el cual reportó 134 especies, sin embargo Nöske et al., 2008, Benítez et al., 2015 y Benavides, 2016 han reportado (207, 374, 187 respectivamente), que se consideran alto en comparación con nuestro estudio.

Nuestros resultados mostraron cambios significativos en la riqueza y diversidad entre los dos tipos de bosque, estos cambios están relacionados con la perturbación existente en el bosque secundario. Es así que la riqueza y diversidad de líquenes y briófitos fue mayor en los bosques primarios que en los bosques secundarios. Patrón similar encontró Acebey, Gradstein, & Kromer, (2003) donde la diversidad de briófitos fue afectado por la alteración de los bosques. Así mismo Wolf, 2005, Werner & Gradstein, 2009 y Benítez et al., 2015 señalan que la perturbación de los bosques afecta significativamente la riqueza de estas comunidades. Estos resultados indican que la pérdida de especies estaría relacionada con la alteración de las condiciones ambientales causadas por la disminución de la cobertura arbolada, menor tamaño del árbol y mayor incidencia de luz solar.

En los bosques primarios se encontró mayor riqueza de briófitos y menor riqueza de líquenes. Esto debido a que los bosques primarios presentan condiciones climáticas favorables para la supervivencia de briófitos y algunos líquenes que dependen de la humedad, por ejemplo, especies del género *Plagiochila*, *Lobaria* y *Sticta* que necesitan niveles de hidratación muy elevadas se vieron afectadas con la alteración de estos ecosistemas (Kranner, Beckett, Hochman, & Nash, 2008; Benavides, 2016). Sin embargo caso contrario ocurrió en los bosques secundarios donde hubo mayor riqueza de especies fotófilas debido a que en estos ecosistemas el dosel es más abierto permitiendo la disminución de la humedad y mayor incidencia de luz solar (Nash, 1996; Werner & Gradstein, 2009; Benítez et al., 2012, 2015). Esto sería porque en la mayoría de los líquenes heterómeros, el hongo simbiote proporciona condiciones favorables para que obtenga una hidratación óptima y una adecuada fotosíntesis, además el fotobionte está protegida por una capa fúngica la misma que protege de la radiación excesiva (Cubas, Núñez, Crespo, & Divakar, 2010; Benavides, 2016), por lo tanto estas especies serían más tolerantes a la disminución de la humedad.

Con respecto a la composición de especies se obtuvo un cambio significativo entre bosque primario y secundario, este patrón se ha encontrado en varios estudios (Acebey, Gradstein, & Kromer, 2003; Wolf, 2005; Nöske et al., 2008). Los bosques primarios estuvieron dominados por especies de briófitos representados por el género *Plagiochila*, y los géneros de líquenes *Sticta* y *Lobaria* que se caracterizan por no presentar metabolitos secundarios ni ácidos (cianolíquenes), pero si adaptaciones a alta humedad y demandas hídricas para completar sus ciclos vitales (Benítez et al., 2012), las mismas que tuvieron una representación muy débil en el bosque secundario.

Estudios similares señalan que estas especies de sombra están presentes en bosques húmedos y maduros, con densa cobertura arbolada, alta cantidad de humedad atmosférica, nieblas constantes y precipitaciones elevadas, que son factores climáticos que favorecen los altos niveles de hidratación para efectivizar la fotosíntesis (Jovan & McCune, 2004; Kranner et al., 2008), por lo tanto la baja presencia o ausencia de estas especies estaría relacionada con la perturbación o fragmentación de los bosques. Adicionalmente algunas especies de briófitos y cianolíquenes necesitan mayor retención de humedad y agua en estado líquido para hidratar sus talos y activar la fotosíntesis, mientras que las especies menos sensibles a la humedad solamente necesitan la humedad ambiental (Kranner et al., 2008; Marini, Nascimbene, & Nimis, 2011), razón por la cual la mayoría de estas especies están presentes en los bosques primarios.

Con respecto a las especies fotófilas (epífitas de sol), los géneros *Heterodermia*, *Parmotrema* y *Usnea* tuvieron mayor presencia en los bosques secundarios. Esto debido a la presencia de metabolitos en córtex o medula y ácidos que les permiten adaptarse a espacios abiertos y tolerar la intensidad lumínica (Nash, 1996; Molnár & Farkas, 2010). En este contexto similares estudios han encontrado especies de estos géneros restringidos a bosques alterados (Gradstein, 2008; Nöske et al., 2008; Benítez et al., 2012, 2015; Benavides, 2016) esto se debe a la presencia de adaptaciones morfológicas y anatómicas eficaces para ambientes abiertos. Es así que los bosques secundarios albergan una alta riqueza de especies fotófilas, las mismas que están condicionadas a ambientes abiertos y mayor intensidad lumínica (Benítez et al., 2012).

## **CAPÍTULO V**



## CONCLUSIONES

- Se registró un total de 158 especies (71 briófitos y 87 líquenes) en 120 árboles del bosque primario y secundario.
- La riqueza de líquenes y briófitos disminuye de bosques primarios a bosques secundarios.
- La mayor riqueza total en los bosques secundarios se atribuye a una considerable presencia de especies de líquenes fotófilos perteneciente al género *Heterodermia*, *Parmotrema* y *Usnea*.
- La composición de comunidades de epífitos no vasculares (líquenes y briófitos) tuvo un cambio significativo entre los bosques primarios y bosques secundarios, debido a una mayor dominancia de briófitos en bosques primarios, al contrario sucedió con líquenes que fueron mejor representados en bosques secundarios
- Se ha hecho un aporte de un aproximado de 100 registros provinciales de briófitos y líquenes para la provincia de El Oro.

## RECOMENDACIONES

- En la provincia de El Oro existen muy pocos registros sobre líquenes y briófitos, por lo que se debe continuar con el estudio a mayor escala y esfuerzo de muestreo, además, incluir variables que influyen en la riqueza y diversidad.
- Realizar estudios sobre cómo afecta la deforestación en las cuencas hidrográficas utilizando líquenes y briófitos como bioindicadores.
- Además realizar investigaciones sobre la diversidad de líquenes y briófitos en toda la Subcuenca del río "Casacay" y analizar cómo influye el cambio climático.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acebey, A., Gradstein, S. R., & Kromer, T. (2003). Species richness and habitat diversification of bryophytes in submontane rain forest and fallows of Bolivia, 9–18. <http://doi.org/10.1017/S026646740300302X>
- Aragón, G. B., Belinchón, R., & Izquierdo, P. (2008). Valoración de la diversidad de líquenes epífitos en bosques de quercíneas mediante un nuevo índice liquénico (IDLE). Aplicación a la Red Natura 2000. *Botanica Complutensis*, (May 2016), 37–48.
- Ardiles, V., Cuvertino, J., & Osorio, F. (2008). *Briofitas de los bosques templados Australes de Chile* (Corporacio). Concepcion, Chile.
- Benavides, J. (2016). *Epífitos no vasculares como indicadores de la alteración antrópica de los bosques montanos en la provincia del Napo-Ecuador*. Universidad Técnica Particular de Loja.
- Benítez, A., Prieto, M., & Aragon, 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*, 88(5), 521–527. <http://doi.org/10.1093/forestry/cpv022>
- Benítez, A., Prieto, M., González, Y., & Aragon, G. (2012). Effects of tropical montane forest disturbance on epiphytic macrolichens. *Science of the Total Environment*, 441(November), 169–175. <http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.09.072>
- Brown, S., & Lugo, A. E. (1990). Tropical secondary forests. *Journal of Tropical Ecology*, 6(1), 1. <http://doi.org/10.1017/S0266467400003989>
- Cerón, C. (2005). *Manual de Botánica, Sistemática, Etnobotánica, y Metodos de Estudio del Ecuador*.
- Cubas, P., Núñez, J., Crespo, A., & Divakar, P. (2010). Líquenes : que son y su uso como bioindicadores. *GEMM / Proyecto de Innovación* 123, 1–9.
- Cuesta, F., & Peralvo, M. (2009). “Los bosques montanos de los Andes Tropicales. Una evaluación regional de su estado de conservación y de su vulnerabilidad a efectos del cambio climático”. *Serie Investigación y Sistematización #5. Programa Regional ECOBONA – INTERCOOPERATION*. Quito.
- Gibbs, H. K., Ruesch, A. S., Achard, F., Clayton, M. K., Holmgren, P., Ramankutty, N., & Foley, J. A. (2010). Tropical forests were the primary sources of new agricultural land in

- the 1980s and 1990s, *107*(38), 1–6. <http://doi.org/10.1073/pnas.0910275107>
- Gibson, L., Lee, T. M., Koh, L. P., Brook, B. W., Gardner, T. a., Barlow, J., ... Sodhi, N. S. (2011). Primary forests are irreplaceable for sustaining tropical biodiversity. *Nature*, *478*(7369), 378–381. <http://doi.org/10.1038/nature10425>
- Glime, J. M. (2007). *Utilidad económica y étnica de las briófitas \** (Vol. 27).
- Gradstein, S. (2008). Epiphytes of tropical montane forests - impact of deforestation and climate chang. *Biodiversity and Ecology Series*, *2*(February), 51–65.
- 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*, 71–82.
- Holz, I., & Gradstein, R. (2005). Cryptogamic epiphytes in primary and recovering upper montane oak forests of Costa Rica - Species richness, community composition and ecology. *Plant Ecology*, *178*(1), 89–109. <http://doi.org/10.1007/s11258-004-2496-5>
- Illana, C. (2012). Líquenes usados en medicina tradicional. *Bol. Soc.Micol*, 163–174.
- Jovan, S., & McCune, B. (2004). Regional variation in epiphytic macrolichen communities in northern and central California .... *The Bryologist*, *107*(3), 328–339. Retrieved from [http://www.bioone.org/perlserv/?request=get-abstract&doi=10.1639%2F0007-2745\(2004\)107%5B0328%3ARVIEMC%5D2.0.CO%3B2%5Cnpapers3://publication/uuid/AD3B41D1-D00F-4C07-88F6-8DD12837D40A](http://www.bioone.org/perlserv/?request=get-abstract&doi=10.1639%2F0007-2745(2004)107%5B0328%3ARVIEMC%5D2.0.CO%3B2%5Cnpapers3://publication/uuid/AD3B41D1-D00F-4C07-88F6-8DD12837D40A)
- Kelly, D., Grace, O., Jane, F., & Susan, M. (2004). The epiphyte communities of a montane rain forest in the Andes of Venezuela: patterns in the distribution of the floratile. *Journal of Tropical Ecology*, *20*(6), 643–666. <http://doi.org/DOI:https://doi.org/10.1017/S0266467404001671>
- Kranner, I., Beckett, R., Hochman, A., & Nash, T. H. (2008). Desiccation-tolerance in lichens: a review. *The Bryologist*, *111*(4), 576–593. <http://doi.org/10.1639/0007-2745-111.4.576>
- Küper, W., Kreft, H., Nieder, J., Köster, N., & Barthlott, W. (2004). Large-scale diversity patterns of vascular epiphytes in Neotropical montane rain forests. *Journal of Biogeography*, *31*(9), 1477–1487. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2004.01093.x>
- 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*(11), 1950–1955. <http://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.08.029>

- Lijteroff, R., Lima, L., & Prieri, B. (2009). Uso de líquenes como bioindicadores de contaminación atmosférica en la ciudad de San Luis, Argentina. *Rev. Int. Contam. Ambiental*, 25(2), 111–120.
- Marini, L., Nascimbene, J., & Nimis, P. L. (2011). Large-scale patterns of epiphytic lichen species richness: Photobiont-dependent response to climate and forest structure. *Science of the Total Environment*, 409(20), 4381–4386. <http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.07.010>
- Martínez, I., Belinchón, R., Otarola, M., Aragon, G., Prieto, M., & Escudero, A. (2011). Efectos de la fragmentación de los bosques sobre los líquenes epífitos en la Región Mediterránea. *Ecosistemas*, 20(2), 54–67. Retrieved from <http://revistaecosistemas.net/pdfs/692.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (2012). *Linea base de deforestación del Ecuador continental*.
- Molnár, K., & Farkas, E. (2010). Current results on biological activities of lichen secondary metabolites- a review.pdf. *Z. Naturforsch.* 65.
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Fonseca, G. A. B. d., & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(February), 853–858.
- Nash, T. H. (1996). *Lichen Biology*. Cambridge University Pres. <http://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Noske, N. M., Hilt, N., Werner, F. A., Brehm, G., Fiedler, K., Sipman, H. J. M., & Gradstein, S. R. (2008). Disturbance effects on diversity of epiphytes and moths in a montane forest in Ecuador. *ELSEVIER*, 9, 4–12. <http://doi.org/10.1016/j.baae.2007.06.014>
- Nöske, N. M., Hilt, N., Werner, F. A., Brehm, G., Fiedler, K., Sipman, H. J. M., & Gradstein, S. R. (2008). Disturbance effects on diversity of epiphytes and moths in a montane forest in Ecuador. *Basic and Applied Ecology*, 9(1), 4–12. <http://doi.org/10.1016/j.baae.2007.06.014>
- Oksanen, J., Blanchet, Guillaume, F., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlinn, D., ... Wagner, H. (2013). Community Ecology Package, 2.
- Pardow, A., & Lakatos, M. (2012). Desiccation Tolerance and Global Change: Implications for Tropical Bryophytes in Lowland Forests. *Biotropica*, 45(1)(27–36), 7429. <http://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2012.00884.x>
- Perez, A., & Watteijne, B. (2009). Estructura de una comunidad de líquenes y morfología del

- género *Sticta*(STICTACEAE) en un gradiente altitudinal. *Acta Biológica Colombiana*, 14(3).
- Perhans, K., Gustafsson, L., Jonsson, F., Nordin, U., & Weibull, H. (2007). Bryophytes and lichens in different types of forest set-asides in boreal Sweden. *Forest Ecology and Management*, 242, 374–390. <http://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.01.055>
- Plan de manejo de la Subcuenca del río Casacay. (2011).
- Richter, M. (2008). *The Tropical Mountain Forest - Patterns and Processes in a Biodiversity Hotspot. Biodiversity and Ecology Series* (Vol. 2).
- Sporn, S., Bos, M., Hoffstätter, M., Kessler, M., & Gradstein, S. R. (2009). Microclimate determines community composition but not richness of epiphytic understory bryophytes of rainforest and cacao agroforests in Indonesia. *Functional Plant Biology*, 36(2), 171–179. <http://doi.org/10.1071/FP08197>
- Tejedor Garavito, N. (2012). Evaluación del estado de conservación de los bosques montanos en los Andes tropicales, 21, 148–166. Retrieved from <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/23855>
- Werner, F. A., & Gradstein, S. R. (2009). Diversity of dry forest epiphytes along a gradient of human disturbance in the tropical andes. *Journal of Vegetation Science*, 20(1), 59–68. <http://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2009.05286.x>
- 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(1–3), 376–393. <http://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.03.027>
- Young, K. (2006). Bosques húmedos. *Botánica Económica de Los Andes Centrales*, 121–129.

## **ANEXOS**

Anexo 1. Líquenes y briófitos epífitos más representativos de los bosques primarios y secundarios.

---

**Especie**

---

**Briófitos**

*Dicranolejeunea axillaris* (Nees & Mont.) Schiffn.

*Frullania brasiliensis* Raddi

*Frullania apiculata* (Reinw., Blume & Nees) Dumort.

*Frullania gibbosa* Nees

*Herbertus acanthelius* Spruce

*Lejeunea laetevirens* Nees & Mont.

*Lejeunea cerina* (Lehm. & Lindenb.) Gottsche, Lindenb. & Nees

*Lepicolea pruinosa* (Taylor) Spruce

*Octoblepharum albidum* Hedw.

*Omphalanthus filiformis* (Sw.) Nees

*Plagiochila bifaria* (Sw.) Lindenb.

*Plagiochila aerea* Taylor

*Plagiochila rutilans* Lindenb.

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

*Phyllogonium fulgens* (Hedw.) Brid.

*Squamidium nigricans* (Hook.) Broth.

*Scapania portoricensis* Hampe & Gottsche

*Trichocolea tomentosa* (Sw.) Gottsche

**Líquenes**

*Coccocarpia palmicola* (Spreng.) Arv. & D.J. Galloway

*Cladonia coniocraea* (Flörke) Spreng.

*Heterodermia* sp.1

*Heterodermia* sp.2

*Heterodermia* sp.3

*Heterodermia* sp.4

*Hypotrachyna vexans* (Zahlbr. ex W.L. Culb. & C.F. Culb.) Divakar, A. Crespo, Sipman, Elix & Lumbsch

*Heterodermia leucomela* (L.) Poelt

*Hypotrachyna costaricensis* (Nyl.) Hale

*Leptogium azureum* (Swartz) Mont

*Normandina pulchella* (Borrer) Nyl.

---

---

*Parmotrema arnoldii* (Du Rietz) Hale  
*Parmotrema solediosulphuratum* Eliasaro & Donha  
*Pseudocyphellaria aurata* (Ach.) Vain.  
*Physcia solediosa* (Vain.) Lynge  
*Sticta humboldtii* Hook.  
*Sticta peltigera* Delise  
*Teloschistes flavicans* (Sw.) Norman  
*Usnea* sp.1  
*Usnea* sp.2  
*Usnea* sp.3

---



**Anexo 2.** Trabajo de campo y de laboratorio.

