



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA**

*La Universidad Católica de Loja*

## **ÁREA BIOLÓGICA Y BIOMÉDICA**

### **TITULO DE INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**Diversidad de líquenes y briofitos epífitos en bosques Amazónicos de la provincia de Orellana, con diferentes tipos de manejo.**

TRABAJO DE TITULACIÓN.

AUTOR: Salavarría Loor, Edison Bienvenido

DIRECTOR: Benítez Chávez, Ángel Raimundo, Dr.

CENTRO UNIVERSITARIO LOJA

2017



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

*Septiembre, 2017*

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

Loja, 22 de agosto de 2017

Ing. Rosa Enith Armijos Gonzales  
Docente de la Titulación

El presente trabajo de titulación: “Diversidad de líquenes y briofitos epífitos en bosques Amazónicos de la provincia de Orellana, con diferentes tipos de manejo” realizado por Edison Bienvenido Salavarría Loor, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

.....

Dr. Ángel Raimundo Benítez Chávez  
C.I: 1104055809

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

"Yo Edison Bienvenido Salavarría Loor declaro ser autor del presente trabajo de titulación: Diversidad de líquenes y briofitos epífitos en bosques Amazónicos de la provincia de Orellana, con diferentes tipos de manejo, de la Titulación de Ingeniero en Gestión Ambiental siendo Ángel Raimundo Benítez Chávez director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posible 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 vigente 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.....

Autor: Edison Bienvenido Salavarría Loor

Cédula: 1309675583

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de titulación, que representa todos los esfuerzos y sacrificios para cumplirlo, va dedicado con mucho cariño a mi padre Bienvenido Salavarría mi ángel guardián que desde el cielo me cuida, a mi madre Ida Loor, y de manera muy especial a mis princesas mágicas mis hijas Camila y Valentina.

Edison Bienvenido Salavarría Loor

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, quiero agradecer a Jehová Dios, por permitirme cumplir mi sueño, a la Universidad Técnica Particular de Loja, y a los docentes de la titulación de Ingeniería en Gestión Ambiental.

Al Dr. Ángel Benítez, director del trabajo de titulación, quien con sus conocimientos y paciencia supo guiar este trabajo.

Un agradecimiento muy especial a todos los que me acompañaron en el trabajo de campo.

Edison Bienvenido Salavarría Loor

## ÍNDICE DE 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
ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS.....	vii
1. MATERIALES Y MÉTODOS.....	5
1.1. Área de estudio .....	6
1.2. Diseño y recolección de datos .....	7
1.3. Análisis de datos .....	8
1.3.1. Riqueza de especies. ....	8
1.3.2. Composición de especies.....	8
2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	10
2.1. Resultados .....	11
2.1.1. Riqueza de especies diversidad – alfa.....	11
2.1.2. Composición de las especies – diversidad beta.....	13
2.2. Discusión.....	14
CONCLUSIONES.....	17
RECOMENDACIONES.....	18
BIBLIOGRAFÍA.....	19
ANEXOS.....	23

## ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

<b>FIGURAS</b>	<b>PÁGINAS</b>
Figura 1: Área de estudio.	6
Figura 2: Bosque no intervenido	7
Figura 3: Bosque intervenido	7
Figura 4: Riqueza de especie	11
Figura 5: Resultado riqueza de especies	12
Figura 6: Índice de Shannon-Weaver	12
Figura 7: Índice de Simpson	13
Figura 8: NMDS	14
Tabla 1: Resultado del análisis PERMANOVA	14



## RESUMEN

Los bosques amazónicos poseen una gran biodiversidad de flora y fauna y es reconocido por brindar varios servicios ecosistémicos, a pesar de ello están siendo deforestados por actividades antropogénicas relacionadas con la agricultura, ganadería y minería. Por lo tanto, estos cambios provocan el incremento de especies extintas y amenazadas. Los líquenes y briofitos epífitos son un componente importante de los bosques tropicales amazónicos, por sus características fisiológicas son muy sensibles ante los cambios ambientales relacionados con el microclima. Se analizó los cambios en la riqueza y composición de epífitos no vasculares, en bosque tropical amazónico con diferentes niveles de alteración. En cada bosque (intervenido y no intervenido) se seleccionó 3 fragmentos y en cada fragmento 4 parcelas con 5 árboles en cada una (120 árboles).

Para analizar los cambios en la riqueza y diversidad se utilizó la prueba Kruskal-Wallis ANOVA. La composición de las comunidades se analizó mediante un escalamiento multidimensional no métrico (NMDS), y el análisis multivariado basado en permutaciones (PERMANOVA). Se registraron un total de 102 especies de epífitos no vasculares (60 líquenes y 42 briofitos). Los resultados obtenidos mostraron cambios en la riqueza y composición de las comunidades debido a la perturbación en el bosque.

Palabras claves: Bosques amazónicos, briófitos, diversidad, líquenes, Orellana, Ecuador.

## ABSTRACT

Amazon forests have a high biodiversity of flora and fauna and has been recognized for providing several ecosystem services, although this has been deforested by anthropogenic activities related with grazing, agricultural and mining. Thus, these changes causes increase of extinct and threatened species. Lichens and bryophytes epiphytes are an important component of tropical Amazon forests, because their physiological characteristics are very sensitive to environmental changes related with microclimate. We analyzed changes in the richness and composition of non-vascular epiphytes in Amazonian tropical forest with different disturbance levels. We selected in each forest (undisturbed and disturbed) three fragments with four plots in each fragment and five trees per plot (120 trees).

We analyzed changes in richness and diversity with Kruskal-Wallis ANOVA test. We used non-metric multidimensional scaling (NMDS) and multivariate analysis based on permutations (PERMANOVA) to analyzed changes in species composition of epiphytic communities. We recorded a total of 102 species of non-vascular epiphytes (60 lichens and 42 bryophytes). The results showed changes in richness and composition of epiphytic communities related with forests disturbance.

Key words: Amazon rainforest, bryophytes, diversity, lichens, Orellana, Ecuador.

## INTRODUCCIÓN

El Ecuador es reconocido por ser un país mega diverso (PNUMA, 2009), y consecuentemente la región Amazónica ecuatoriana alberga una gran cantidad de bosques (Ruiz, 2000). Donde el bosque siempre verde de tierras bajas, cubre la mayor parte de las tierras Amazónicas, con grandes remanentes boscosos (Sierra, 1999; Samaniego *et al.*, 2011), que son características de la selva tropical más extensa del mundo.

La región Amazónica constituye una de las áreas de mayor importancia ecológica y estratégica del mundo, su gran diversidad de ecosistemas la convierten en unos de los lugares de mayor atractivo científico y turístico relacionada con su gran biodiversidad (Medina & Carrillo, 2012). Su riqueza y diversidad biológica se debe a la alta precipitación no estacional (Cisneros-Heredia, 2003), la cercanía a la cordillera de los Andes, diversidad de suelos y abundancia de ríos (Medina & Carrillo, 2012). A pesar de ello, estos bosques se ven afectados por la deforestación (CEPAL, 2013), construcción de carreteras y por consiguiente la expansión de la frontera agrícola (PNUMA, 2009). Estos bosques guardan una gran cantidad de líquenes y briófitos epífitos (Campos *et al.*, 2015), los cuales se constituyen en un componente importante para su funcionamiento y para el equilibrio del ecosistema (Goffinet & Shaw, 2009), sin embargo, estas comunidades biológicas no han sido lo suficientemente estudiadas (Cisneros-Heredia, 2003; Costa, 2003; León-Yáñez *et al.*, 2006; Alvarenga *et al.*, 2007, Mota de Oliveira & Steege, 2013). Estos organismos epífitos han desarrollado características adaptativas y funcionales para poder vivir en diversos hábitats (Granados-Sánchez *et al.*, 2003); sin embargo, están condicionados a factores macro y microambientales tales como: precipitación, radiación solar, temperatura, altitud, humedad (Benavides, 2004; Lijteroff *et al.*, 2009) y estructura de la vegetación (edad del hospedador, tipo y la composición de la corteza, pH y diámetro), que influyen en la diversidad y composición de los líquenes y briófitos (Saxena & Harinder, 2004; Ceja *et al.*, 2008; Benitez, 2016).

Los líquenes y briófitos epífitos son organismos muy importantes para los bosques, ya que por su fisiología poiquilohídrica (Barreno & Pérez-Ortega, 2007), influyen en la humedad de los bosques ya que pierden y ganan agua a través de las membranas celulares, equilibrando rápidamente la cantidad de agua que presentan sus células, con la cantidad disponible en el medio (Cubas, 2008), por estas bondades que ofrecen estos organismos son considerados como bioindicadores de la alteración de los bosques (Gradstein *et al.*, 2001; Corrales, 2008; Mandl *et al.*, 2010). En este contexto, estos organismos han servido para evaluar el cambio climático (Zostz & Bader, 2009), estabilización del suelo (Pérez *et al.*, 2011), fragmentación de los bosques (Martínez *et al.*, 2011), riqueza y diversidad (Rangel, 2008), riqueza y distribución (Ramírez, 2013) y contaminación atmosférica (Lijteroff *et al.*, 2009).

De manera general, se han realizado estudios en donde se muestra que la diversidad de especies cambia de un bosque no intervenido a un bosque perturbado o intervenido (Barthlott *et al.*, 2001; Zartman, 2003; Krömer *et al.*, 2014), demostrando una disminución general de la riqueza conforme aumenta la perturbación de los bosques (Oliveira & Mori, 1999; Wolf, 2005; Koster *et al.*, 2009). Sin embargo, este patrón no es único ya que existen otros estudios en donde se ha demostrado que la alteración del bosque no produce cambios en la riqueza de las especies de los bosques, aunque pueden existir cambios en la composición de especies entre bosque primario y secundario (Holz & Gradstein, 2005), mostrando que los bosques primarios no son necesariamente más diversos que los secundarios (Larrea & Werner, 2010). En el caso del Ecuador la mayoría de investigaciones se han realizado en bosque montano (Benítez *et al.*, 2012) y muy pocas o casi nulas investigaciones en la Amazonía ecuatoriana relacionadas con los efectos de la alteración sobre la diversidad de criptógamas en los bosques de tierras bajas de la Amazonía (Deleg, 2017).

Por tal motivo, este estudio consistió en determinar la diversidad de líquenes y briofitos en bosques Amazónicos de la provincia de Orellana, con diferente tipo de manejo; donde se seleccionaron dos tipos de bosque: intervenido y no intervenido y como objetivos específicos se plantearon los siguientes: determinar la riqueza de líquenes y briófitos epífitos en bosque intervenido y no intervenido y analizar su composición.

## **1. MATERIALES Y MÉTODOS**

## 1.1. Área de estudio

El estudio se desarrolló en bosque tropical Amazónico primario (sin intervención) y bosque secundario (con intervención), en la comunidad San Vicente 2, de la parroquia Taracoa del cantón Francisco de Orellana, provincia de Orellana. El clima es cálido húmedo con temperaturas entre 20°C a 40°C, y una media de 25°C, una altitud promedio de 254 msnm, precipitación anual 3319 mm, humedad ambiental cerca al 85% (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, INAMHI).

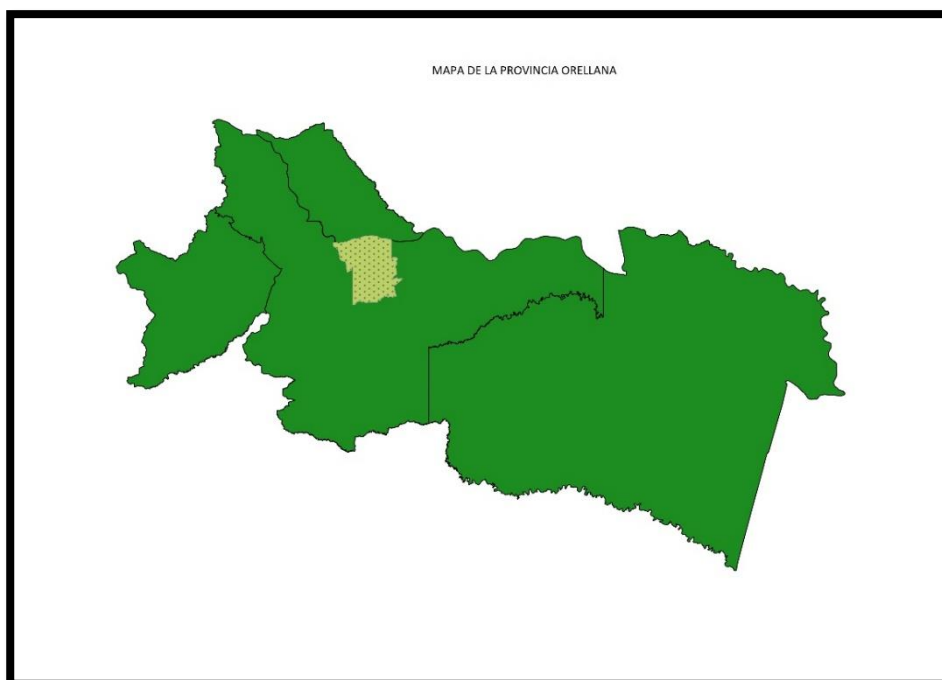


Figura 1. Área de estudio

Fuente: Autor, 2017

En nuestro estudio se seleccionaron dos tipos de bosques: bosques no intervenidos y bosques intervenidos. Bosques no intervenidos (Figura 2): Son bosques primarios, de especies nativas en los cuales no hay indicios que ha existido actividad humana, y donde los procesos ecológicos no han sido alterados y donde se encuentra árboles maduros como: *Guarea kunthiana*, *Hyeronima alchorneoides*, *Apeiba membranácea*, *Brosimun utile*, *Calycophyllum spruceanum* y *Caryodendron orinocense* (Samaniego et al., 2011).



Figura 2. Bosque no intervenido.

Fuente: Autor, 2017

Bosques intervenidos (Figura 3): Son bosques secundarios que presentan condiciones de alta luminosidad y disminución de la cobertura vegetal, donde se han desarrollado actividades antrópicas, como agrícolas y ganaderas; la estructura vegetal vascular está compuesta por especies típicas de un bosque secundario, tales como: *Piptocoma discolor*, *Cordia allidora*, *Inga nobilis*, *Jacaranda copaia*, y *Pourouma minor* (Deleg, 2017).



Figura 3. Bosque intervenido.

Fuente: Autor, 2017

## 1.2. Diseño y recolección de datos

En nuestro estudio trabajamos en dos tipos de bosques: bosque no intervenido y bosque intervenido, se seleccionaron 3 fragmentos en cada bosque, y en cada fragmento se

realizaron 4 parcelas de 10 x 10 m; a una distancia aproximada de 100 m entre parcelas, y se muestreó aleatoriamente 5 árboles > a 10 cm DAP (Diámetro Altura del Pecho).

El porcentaje de cobertura de líquenes y briofitos en cada árbol se determinó a través de una rejilla de metal de 20 x 30 cm (Benítez *et al.*, 2012), esto se lo realizó a dos alturas del suelo (1 - 2 m) y dos orientaciones (Norte y Sur). Se muestreó 60 árboles en cada bosque, dando un total de 120 árboles muestreados. Se registran las siguientes variables para los árboles muestreados: DAP y altura.

Los especímenes colectados se almacenaron en fundas de papel con su respectiva etiqueta, para posteriormente someterlos a un proceso de secado para muestras de herbario, y luego fueron enviados al herbario de la Universidad Técnica Particular de Loja en la ciudad de Loja (HUTPL). Se utilizó claves taxonómicas para realizar la respectiva identificación de todas las especies (Gradstein *et al.*, 2001; Barreno & Pérez, 2003).

### **1.3. Análisis de datos**

#### **1.3.1. Riqueza de especies.**

Se determinó la diversidad de especies en cada bosque mediante la riqueza específica y los índices de Shannon-Weaver y Simpson. El índice de Shannon-Weaver (1949) es uno de los más utilizados para cuantificar la biodiversidad (Slack & Glime, 1985; Barthlott *et al.*, 2001; Pla, 2006) se expresa con un número positivo, este índice nos permite conocer la diversidad de especies, en la mayoría de ecosistemas naturales puede variar entre 0,5 y 5, donde los valores inferiores a 2 se consideran bajos y mayores a 3 altos. El índice de Simpson nos permite conocer como están distribuidas las especies, además también conocer la dominancia y diversidad (Cerón, 2005; Gorelick, 2006). Para determinar si la riqueza y diversidad de especies de líquenes y briófitos cambia en los dos tipos de bosques, se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis ANOVA, debido a que los datos no presentaron una distribución normal (Nöske *et al.*, 2008).

#### **1.3.2. Composición de especies.**

Para estudiar los cambios en la composición de especies en los dos tipos de bosques, se realizó un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS), el cual nos permite conocer la similitud y ordenamiento entre las comunidades de líquenes y briófitos epífitos, como medida de similitud se utilizó la distancia Bray-Curtis. Además, se realizó el análisis



multivariado PERMANOVA, para determinar las variables que afectan a la composición de líquenes y briofitos epífitos. Todos estos análisis se realizaron con el programa estadístico R (R Core Team, 2013) con el paquete estadístico vegan (Oksanen, 2015).

## **2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## 2.1. Resultados

### 2.1.1. Riqueza de especies diversidad – alfa.

Se identificó un total de 102 especies de epífitos no vasculares (60 líquenes y 42 briofitos) en 120 árboles muestreados en los dos bosques; 59 especies en bosque intervenido y 53 especies en bosque no intervenido. Sin embargo, en el bosque intervenido predomina la riqueza de líquenes y en el bosque no intervenido la riqueza de briofitos (Anexo 1).

Los géneros que tuvieron mayor número de especies en el bosque no intervenido fueron: *Lejeunea*, *Plagiochila*, *Coenogonium* y *Ocellularia*. En el bosque intervenido fueron los géneros *Graphis* y *Herpotallon*.

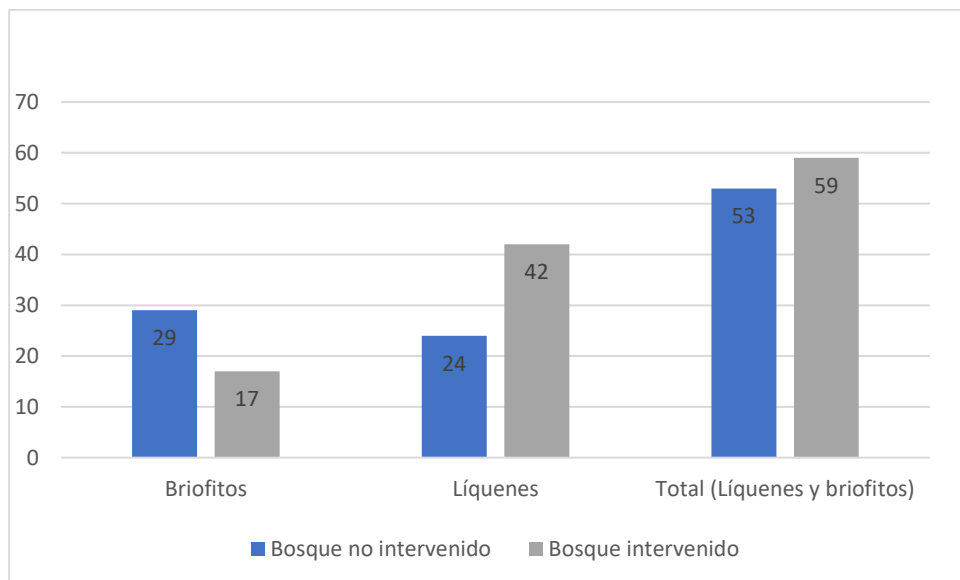


Figura 4. Riqueza total de especies de líquenes y briofitos en bosque intervenido y no intervenido.

Fuente: Autor, 2017

El análisis de la prueba Kruskal-Wallis ANOVA, determinó que, si existen diferencias en la riqueza de especies de líquenes y briofitos por árbol, entre el bosque intervenido y no intervenido, según se puede ver en el diagrama de cajas (Figura 5); donde el valor de la media está en 5 especies por árbol para bosque no intervenido (BP) y 3 especies para bosque intervenido (BS). La mayoría de las especies para bosque no intervenido se ubica entre el rango de 5 y 7 especies por árbol con un punto atípico de 12 especies, y para bosque intervenido igualmente un gran porcentaje de las especies por árbol se encuentran en un rango de 3 y 4 especies con un punto atípico de 8 especies por árbol. Este diagrama también nos muestra que existe mayor variabilidad y dispersión en el bosque no intervenido.

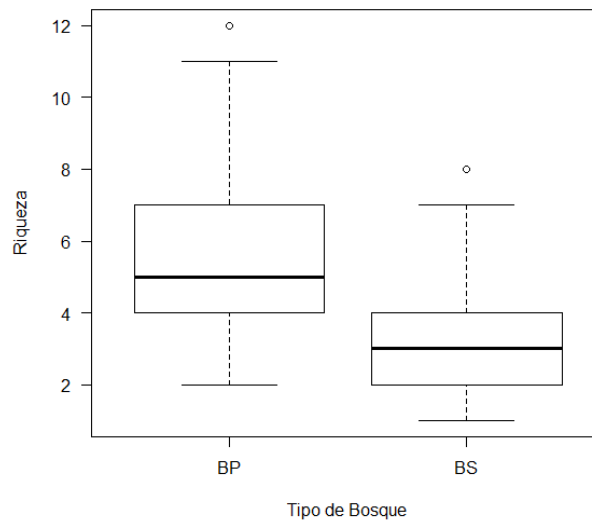


Figura 5. Resultado riqueza de especies, entre bosque intervenido (BS) y no intervenido (BP).

Fuente: Autor, 2017.

El índice de Shannon-Weaver determinó que existen diferencias en la diversidad de los dos bosques estudiados a pesar de que ambos tienen baja diversidad, ya que para el bosque no intervenido (BP) se encuentra entre 1,40 y 1,90, y para el bosque intervenido (BS) es mucho más baja ya que se encuentra entre 0,60 y 1,40.

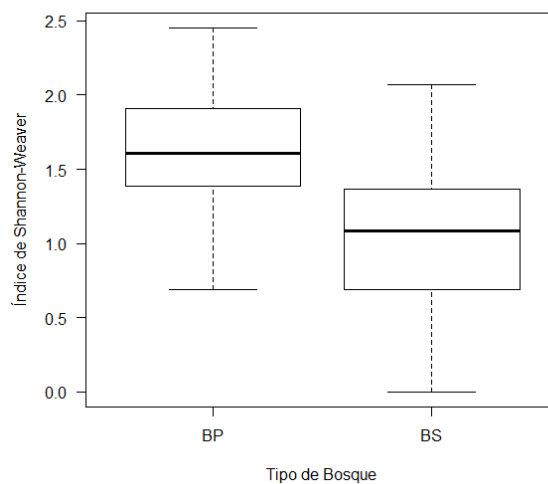


Figura 6. Índice de Shannon-Weaver de bosque intervenido (BS) y bosque no intervenido (BP)

Fuente: Autor, 2017.

Igualmente, para el índice de Simpson a través de este diagrama de cajas, se pudo evidenciar que hay diferencias en la diversidad de especies en los dos bosques.

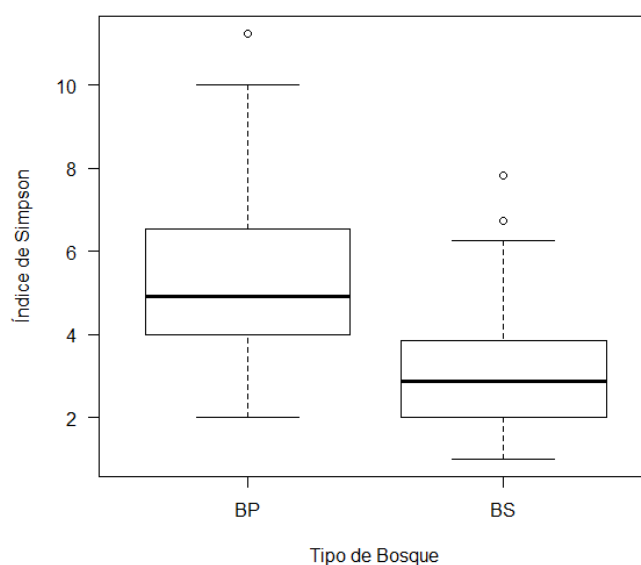


Figura 7. Índice de Simpson de bosque intervenido (BS) y bosque no intervenido (BP)

Fuente: Autor, 2017.

### 2.1.2. Composición de las especies – diversidad beta.

El análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS), señaló una separación entre las comunidades de líquenes y briofitos epífitos en los dos tipos de bosques, donde vemos que existe homogeneidad en el bosque no intervenido, mientras que en el bosque intervenido las especies se dispersan a mayor distancia.

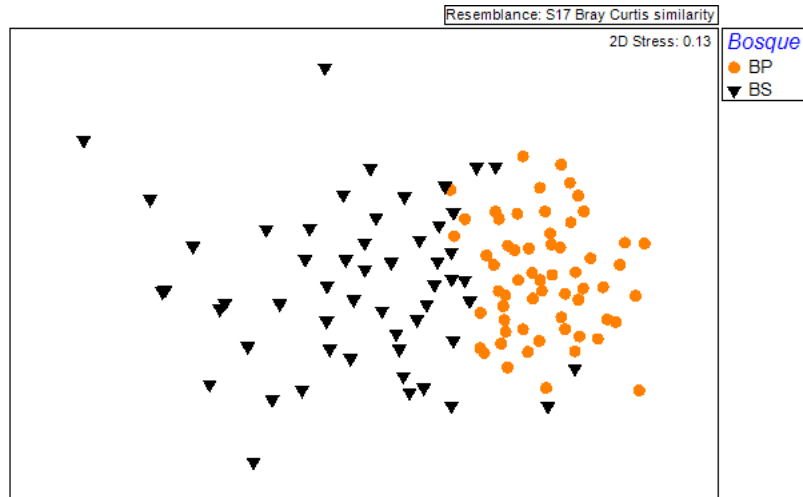


Figura 8. NMDS de la composición de especies en el bosque intervenido (triángulos negros) y bosque no intervenido (círculos anaranjados).

Fuente: Autor, 2017.

El análisis multivariado PERMANOVA señaló que la variable más influyente en la composición de especies fue la variable del tipo de bosque ya que explicó la mayor variabilidad en las comunidades, seguida de fragmento y parcela (Tabla 1).

Tabla 1. Resultado del análisis PERMANOVA de la composición de especies con las variables de parcela, fragmento y bosque.

Factores	df	SS	MS	Pseudo-F	P-valor	CV (%)
<b>Bosque</b>	1	53004	53004	5,6258	0,001	27,69
<b>Fragmento(Bosque)</b>	4	37715	9428,8	2,0742	0,001	16,07
<b>Parcela(Fr(Bo))</b>	18	81229	4512,7	1,375	0,001	16,12
<b>Residual</b>	90	295380	3282,1	57,29		
<b>Total</b>	113	467330				

Fuente: Autor, 2017

## 2.2. Discusión

Los resultados obtenidos muestran que existen cambios, tanto en la riqueza como en la composición de especie de líquenes y briófitos epífitos entre el bosque intervenido y no intervenido. En total se identificaron 102 especies de epífitos no vasculares (60 líquenes y 42 briofitos); 59 especies para bosque intervenido y 53 para bosque no intervenido. El número de especies de epífitos no vasculares encontradas en este estudio es similar a las 105 especies reportadas en bosque tropical amazónico de Timburi Cocha (Deleg, 2017); de manera similar el estudio realizado en bosques de tierras bajas de Tiputini-Ecuador (Mota de Oliveira & Steege, 2013), reportan 127 especies. Sin embargo, si comparamos la riqueza de

las 102 especies de líquenes y briófitos epífitos reportadas en bosques amazónicos de la provincia de Orellana con el estudio realizado por Campos *et al.*, (2015), en briófitos epífitos de la región amazónica de Colombia con 160 especies reportadas, nuestro estudio se consideraría bajo. En el caso de líquenes en un estudio realizado por Cáceres *et al.*, (2007), en un bosque lluvioso tropical de Brasil reportó 150 especies, en donde están condicionados a factores ambientales como característica de la corteza de los forófitos y el microclima; en otro estudio en bosque tropical del Ecuador Macas (2017), reportó 103 especie de líquenes. Adicionalmente podemos evidenciar que los géneros con mayor número de especies de briófitos fueron: *Lejeunea*, *Plagiochila*, *Campylopus*, *Fissidens* y *Porotrichum*; en el caso de líquenes fueron: *Coenogonium*, *Ocellularia*, *Bacidia*, *Coccocarpia*, *Graphis* y *Herpotallon*, lo que concuerda con varios estudios realizados en bosques Amazónicos donde estos géneros son representativos (Acebey *et al.*, 2003; Costa, 2003; Cáceres *et al.*, 2007; Rangel, 2008; Gradstein, 2016).

Los cambios en la riqueza de especies entre bosque intervenido y no intervenido, están relacionados con la perturbación del bosque. En el bosque no intervenido se reportó más riqueza de especies de briófitos epífitos y menor riqueza de líquenes, según Rangel (2008), los briófitos epífitos tienen preferencia por los ambientes húmedos generalmente cubiertos bajo la vegetación vascular, donde las condiciones microclimáticas son más favorables (humedad ambiental y limitada influencia de la radiación y el viento). La exposición a la alta intensidad lumínica, cambios en la temperatura, humedad, sombra, entre otros, pueden causar un impacto negativo en la riqueza de especies de briófitos (Barreno & Pérez, 2007; Rangel, 2008). La riqueza de briófitos epífitos se reduce del bosque no intervenido al bosque intervenido, mientras que en el bosque intervenido se reporta mayor riqueza de líquenes. Este patrón de mayor riqueza de líquenes en bosques perturbados ha sido mencionado por Nöske *et al.*, (2008), en los bosques montanos.

De manera general, varios estudios en bosques montanos documentan mayor riqueza y diversidad de especies en los bosques primarios que en los bosques intervenidos (Holz, 2003; Wolf, 2005; Benítez *et al.*, 2015). A pesar de ello Deleg (2017) señala que la riqueza de especies no disminuye en bosques alterados de la Amazonía, debido principalmente a que los bosques perturbados mantienen especies de árboles con grandes diámetros que implica mayor superficie para el establecimiento de líquenes y briófitos. Siguiendo este patrón algunos estudios han evidenciado que la riqueza no cambia de bosques primarios a secundarios (Holz & Gradstein, 2005; Cascante-Marín *et al.*, 2006; Nöske *et al.*, 2008). Además se puede señalar que la mayor riqueza en los bosques perturbados se debe a la mayor presencia de líquenes

(Gradstein, 2008), igualmente en nuestro estudio la mayor presencia de líquenes epífitos en el área intervenida se debe a que esta zona tiene el dosel más abierto, condiciones de alta luminosidad y baja humedad propicias para el desarrollo de organismos epífitos fotófilos (Barreno *et al.*, 2003), ya que estos toleran mejor la intervención antrópica y la alteración de los bosques, razón por la cual son más frecuentes en áreas deforestadas e intervenidas (Holz & Gradstein, 2005; Rangel, 2008).

La composición de especies de líquenes y briófitos presenta cambios entre el bosque intervenido y bosque no intervenido, este tipo de comportamientos se ha presentado en varios estudios (Acebey *et al.*, 2003; Wolf, 2005; Noske *et al.*, 2008; Benítez *et al.*, 2015). Estos cambios están relacionados con la perturbación del bosque (Zartman, 2003), que implica mayor incidencia de luz y disminución de la humedad generando cambios en la composición de especies de líquenes y briófitos epífitos (Sporn *et al.*, 2009).

Así en el bosque no intervenido dominaron especies de briófitos representados por los géneros *Plagiochila* (Gradstein, 2016), y los géneros de líquenes *Coenogonio* y *Ocellularia*, estas especies son comunes de los ambientes húmedos y sombreados (Pharo & Zartman, 2006), las mismas que tuvieron poca representatividad en el bosque secundario.

Bajo esta perspectiva varios estudios señalan que los bosques no perturbados y maduros al presentar una densa cobertura arbolada y dosel cerrado generan mayor humedad y alta precipitación (Hernández-Rosas, 2001), lo que permite el desarrollo de especies de epífitos de sombra (Acebey *et al.*, 2003; Gradstein, 2008; Benavidez, 2016), igualmente en otros estudios Gradstein *et al.*, (2008) y González (2016), manifiestan que las especies de briófitos tienen una tendencia creciente con la humedad.

A diferencia en el bosque secundario dominaron especies de líquenes debido a que poseen adaptaciones morfológicas o anatómicas que les permiten desarrollarse en espacios abiertos, en donde pudo haber existido algún tipo de perturbación o tala del bosque (Benavides, 2016), donde la luz es un factor ecológico decisivo para los líquenes, los cuales pueden definirse como organismos fotófilos (Barreno & Pérez, 2003), los géneros *Graphis* y *Pertusaria* fueron los más representativos en el área intervenida de nuestro estudio, estas especies son tolerantes a la perturbación de los bosques debido a que la mayor parte de especies presentan metabolismos secundarios (ácidos) que le dan protección contra la excesiva radiación (Hawksworth *et al.*, 2005; Benavides, 2016).



## CONCLUSIONES

- Se registró un total de 102 especies de epífitos no vasculares (60 líquenes y 42 briofitos) en 120 árboles muestreados en los dos bosques.
- Existen cambios significativos en la riqueza de especies de líquenes y briofitos en los dos tipos de bosques estudiados, debido a que se registró un mayor número de briofitos en los bosques primarios.
- La composición de comunidades de líquenes y briofitos cambia entre los dos tipos de bosques, en los bosques primarios dominaron los briofitos con los géneros: *Plagiochila* y *Lejeunea*, en el bosque secundario los líquenes con los géneros: *Graphis*, *Herpotallon* y *Pertusaria*.
- Existe una mayor dominancia de líquenes en el bosque intervenido (BS), y en el bosque no intervenido (BP) tenemos mayor dominancia de briofitos.

## RECOMENDACIONES

- Existen pocos estudios de líquenes y briófitos epífitos en bosques tropicales amazónicos por lo que se recomienda seguir realizando investigaciones a nivel de dosel para cotejar resultados en riqueza y diversidad.
- Se recomienda realizar estudios sobre riqueza y diversidad de líquenes y briófitos epífitos en el parque nacional Yasuní, ubicado en la provincia de Orellana, ya que alberga una alta biodiversidad.
- En la provincia de Orellana existe la industria petrolera y las consecuencias que generan al medio ambiente, por lo que se recomienda realizar estudios de monitoreo de la calidad del aire utilizando líquenes y briófitos epífitos no vasculares como bioindicadores.
- Se recomienda que se trabaje en la generación de un catálogo de líquenes y briófitas epífitas del Ecuador, ya que no existe mucha información sobre estas especies en nuestro país.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acebey, A., Gradstein, S.R., & Krömer, T. (2003). Species richness and hábitat diversification of bryophytes in submontane rain forest and fallows of Bolivia. *Journal of Tropical Ecology*, 19(1), 9-18.
- Alvarenga, L. D., Lisboa, R.C. L., & Tavares, A. C. C. (2007). Novas referencias de hepáticas (Marchantiophyta) da Floresta Nacional de Caxiuana para o Estado do Pará, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 21(3), 649-656.
- Barreno, E., & Pérez-Ortega, S. (2007). Los líquenes y el medio. *Consejería de Medio Ambiente Ordenación Del Territorio E Infraestructuras Del Principado de Asturias*, 2, 83–112.
- Barreno Rodríguez, E., & Pérez-Ortega, S. (2003). Biología de los líquenes. *Líquenes de La Reserva Natural Integral de Muniellos, Asturias*, 65–82.
- Barthlott, W., Schmit-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*, 145–156.
- Benavides, J. (2004). Líquenes y briófitos del área metropolitana de Bucaramanga., 103.
- Benítez, A., Prieto, M. & Aragón, G. (2015). *Large trees and dense canopies: key factors for maintaining high Epiphytic diversity on trunk bases (bryophytes and lichens) in tropical montane forest*. *Forestry An International Journal of Forest Research*. 0: 1-7.
- Benavidez, J. (2016). Epífitos no vasculares como indicadores de la alteración antrópica de los bosques montano en la provincia de Napo-Ecuador., 44.
- Benítez, Á. (2016). *Efectos de la alteración antrópica en bosques tropicales sobre la diversidad de organismos epífitos (líquenes y briófitos)*.
- Benítez, A., Prieto, M., González, Y., & Aragón, G. (2012). Effects of tropical montane forest disturbance on epiphytic macrolichens. *Science of the Total Environment*, 441, 169–175. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.09.072>
- Campos, L., Steege, H. Ter, & Uribe, J. (2015). Los briófitos epífitos de la región amazónica de Colombia, 37(1), 47–59.
- Cascante-Marín, A., Wolf, J., Ostermeijer, J., Nijs, J., Sanahuja, O., & Durán-Apuy, A. (2006). Epiphytic bromeliad communities in secondary and mature forest in a tropical premontane area. *Basic and Applied Ecology*.
- Ceja, J., Espejo, A., López, A. R., García, J., Mendoza, A., & Pérez, B. (2008). Las plantas epífitas, su diversidad e importancia. *Ciencias* 91, (Julio), 35–41.
- CEPAL. (2013). *Amazonia posible y sostenible*. Bogotá.
- Cerón, C. (2005) *Manual de Botánica, Sistemática, Etnobotánica y Métodos de Estudio del Ecuador*.

- Cisneros-Heredia, D. F. (2003). Herpetofauna de la Estación de Biodiversidad Tiputini, Amazonía Ecuatoriana. *Ecología Y Ambiente En El Ecuador: Memorias Del I Congreso de Ecología Y Ambiente.*, 1–21.
- Corrales, A. (2008). Diversidad, distribución, uso y estado de conservación de las especies de briófitos (musgos y hepáticas) nativos en la jurisdicción de Corantioquia.
- Costa, D. P. (2003). Floristic composition and diversity of amazonian rainforest bryophytes in the state of acre, Brazil. *Acta Amazonica*, 33(3), 399–414.
- Cubas, P. (2008). Briófitos (musgos, hepáticas y antoceros), 1–4.
- Deleg, J. (2017). *Diversidad de líquenes y briófitos epífitos en un gradiente de perturbación del bosque tropical amazónico de la Estación Científica Timburi Cocha, Loreto-Orellana*. Universidad Técnica Particular de Loja.
- González, E. (2016). *Diversidad de Briofitos y Líquenes en un bosque húmedo tropical con diferentes tipos de perturbación de Santo Domingo de los Tsáchilas*. Universidad Técnica Particular de Loja.
- Gorelick, R. (2006). Combining richness and abundance into a single diversity index using matrix analogues of Shannon' s and Simpson' s indices. *Ecography*, 4(March), 525–530.
- Gradstein, R. (2016). The genus *Plagiochila* (Marchantiophyta) in Colombia, 40(154), 104–136.
- Gradstein, S. R., Churchill, S., & Salazar-Allen, N. (2001). Guide to the Bryophytes of Tropical America. *The New York Botanical Garden*, 86.
- Gradstein, S. R., Homeier, J., & Eds, D. G. (2008). *The Tropical Mountain Forest. Patterns and Processes in a Biodiversity Hotspot. Universitätsverlang Gottingen* (Vol. 2).
- Gradstein, S. (2008). Epiphytes of tropical montane forests – impact of deforestation and climate chang. *Biodiversity and Ecology Series*, 2(February), 51-65.
- Granados-Sánchez, D., López-Ríos, G., Hernández-García, M., & Sánchez-Gonzáles, A. (2003). Ecología de las plantas epífitas, 9(2), 101–111.
- Goffinet, B. & J. Shaw. (2009) [Eds.]. *Bryophyte Biology*. 2nd ed. Cambridge University Press. Inglaterra.
- Hawksworth, D. L., Iturriaga, T., & Crespo, A. (2005). Líquenes como bioindicadores inmediatos de contaminación y cambios medio-ambientales en los trópicos. *Revista Iberoamericana de Micología*, 22(2), 71–82.
- Hernández-Rosas, J. (2001). Ocupación De Los Portadores Por Epifitas Vasculares En Un Bosque Húmedo Tropical Del Alto Orinoco, Edo. Amazonas, Venezuela. *Acta Científica Venezolana*, 52(4), 292–303.
- 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.

- Koster, N., K. Friedrich, N. Nieder & W. Barthlott. 2009. Conservation of epiphyte diversity in an Andean landscape transformed by human land use. *Conservation Biology* 25: 911-919.
- Krömer, T., Toledo, J., & García, T. (2014). Epífitas vasculares como bioindicadores de la calidad forestal: impacto antrópico sobre su diversidad y composición. *Hongos Y Plantas Terrestres*, 605–624.
- 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*.
- León-Yáñez, S., Gradstein, S. R., & Wegner, C. (2006). Hepáticas y Antoceros del Ecuador. *Pontificia Universidad Católica Del Ecuador, Quito.*, (1).
- Lijteroff, R., Lima, L., & Prieri, B. (2009). Uso de líquenes como bioindicadores de contaminación atmosférica en la ciudad de San Luis Argentina. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 25(2), 111–120.
- Macas, J. (2017). *Efectos de la adición de nutrientes sobre la diversidad de líquenes y briófitos epífitos en un gradiente altitudinal de los bosques tropicales del Ecuador*. Universidad Técnica Particular de Loja.
- Mandl, N., Lehnert, M., Kessler, M., & Gradstein, S. R. (2010). A comparison of alpha and beta diversity patterns of ferns, bryophytes and macrolichens in tropical montane forests of southern Ecuador. *Biodiversity and Conservation*, 19(8), 2359–2369.
- Martínez, I., Belinchón, R., Otarola, M., Aragón, G., Prieto, M., & Escudero, A. (2011). Efectos de la fragmentación de los bosques sobre los líquenes epífitos en la Región Mediterránea. *Ecosistemas*.
- Medina, M. E., & Carrillo, G. (2012). La Cuenca Amazonica Y Su Importancia Estrategica En El Caso De La Amazona Venezolana, (1).
- Mota de Oliveira, S., & Steege, H. Ter. (2013). Floristic overview of the epiphytic bryophytes of terra firme forests across the Amazon basin. *Acta Botanica Brasilica*, 27(2), 347–363.
- 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.
- Oksanen, J. (2015). Multivariate Analysis of Ecological Communities in R: vegan tutorial.
- Pérez, B. E., Draper, I., & Bujalance, R. M. (2011). Briófitos: una aproximación a las plantas terrestres más sencillas. *Memorias de La Real Sociedad Española de Historia Natural*, 9, 19–74.
- Pharo, E. J., & Zartman, C. E. (2006). Bryophytes in a changing landscape: The hierarchical effects of habitat fragmentation on ecological and evolutionary processes. *Biological Conservation*, (April).
- Pla, L. (2006). Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza, 31, 583–590.

- PNUMA. (2009). *Perspectivas del Medio Ambiente en la Amazonía. GeoAmazonía*.
- Ramírez, B. R. (2013). Riqueza Y Distribución De Musgos En El Departamento Del Cauca, Colombia. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 17(2), 17–37.
- Rangel, O. (2008). *Riqueza y diversidad de los musgos y líquenes en Colombia. Universidad Nacional De Colombia* (Vol. 1).
- Ruiz, L. (2000). Amazonia Ecuatoriana: Escenario y Actores del 2000. *EcoCiencia - Comité Ecuatoriano de La UICN. Quito - Ecuador*, 18 – 57pp.
- Samaniego, C., Prado, L., Ordoñez, L., Díaz, M., Zambrano, L., & Papa, R. (2011). *Árboles Nativos de Orellana, Amazonía del Ecuador: Guía Técnica para la identificación, fenología, usos y características de árboles y maderas*. Quito-Ecuador.
- Saxena, D. K. y Harinder. (2004). Uses of bryophytes. *Resonance* (june): 56-65.
- Sierra, R. (1999). *Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental*. 2da. Impresión (2001). Proyecto INEFAN/GEF y EcoCiencia. Quito, Ecuador.
- Slack, N. G., & Glime, J. M. (1985). Niche Relationships of Mountain Stream Bryophytes Published by: American Bryological and Lichenological Society Niche Relationships of Mountain Stream Bryophytes, 88(1), 7–18.
- Sporn, G., Bos, M., Hoffstätter-müncheberg, 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. *CSIRO PUBLISHING*, 171–179.
- Wolf, J. H. D. (2005). The response of epiphytes to anthropogenic disturbance of pine-oak forests in the highlands of Chiapas, México. *Forest Ecology and Management*, 212, 376–393.
- Zartman, C. E. (2003). Habitat fragmentation impacts on epiphyllous bryophyte communities in central Amazonia. *Ecological Society of America*, 84(4), 948–954.
- Zostz, G., & Bader, M. (2009). Epiphytic Plants in a Changing World-Global: Change Effects on Vascular and Non-Vascular Epiphytes. *Progress in Botany*, 70: 147-170.

## **ANEXOS**

**Anexo 1.** Especies de líquenes y briofitos más representativos encontrados en el bosque Amazónico: no intervenido e intervenido.

<i>Briofitos</i>
<i>Frullania apiculata</i> (Reinw., Blume & Nees) Dumort.
<i>Lejeunea cerina</i> (Lehm. & Lindenb.) Lehm. & Lindenb
<i>Leucolejeunea xanthocarpa</i> (Lehm. & Lindenb.) A. Evans
<i>Lophocolea muricata</i> (Lehm.) Nees
<i>Marchesinia brachiata</i> (Sw.) Schiffn.
<i>Microlejeunea bullata</i> (Taylor) Steph
<i>Neckeropsis undulata</i> (Hedw.) Reichardt
<i>Octoblepharum albidum</i> Hedw.
<i>Plagiochila bifaria</i> (Sw.) Lindenb.
<i>Radula javanica</i> Gottsche
<i>Rhodrobryum roseum</i> (Hedw.) Limpr.
<i>Sematophyllum subsimplex</i> (Hedw.) Mitt.
<i>Symbiezidium transversale</i> (Sw.) Trevis.

Líquenes
<i>Coccocarpia palmicola</i> (Spreng.) Arv. & D.J. Galloway
<i>Coenogonium linkii</i> Ehrenb.
<i>Dichosporidium nigrocinctum</i> (Ehrenb.) G. Thor
<i>Herpothallon rubrocinctum</i> (Ehrenb.: Fr.) Aptroot, Lücking & G. Thor, 2009
<i>Leptogium azureum</i> (Ex Ach.) Mont.
<i>Phyllopsora furfurácea</i> Zahlbr.
<i>Sarcographa trichosa</i> (Ach.) Müll. Arg.
<i>Sticta</i> cf. <i>mexicana</i> D.J. Galloway



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





