UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

ÁREA BIOLÓGICA Y BIOMÉDICA

TÍTULO DE INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL

Efectos de la fragmentación sobre la diversidad de líquenes y briófitos epífitos en bosques amazónicos.

TRABAJO DE TITULACIÓN.

AUTOR: Paqui Sarango Luis Ernan.

DIRECTOR: Benítez Chávez, Ángel Raimundo, Ph. D.

LOJA – ECUADOR

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

2017

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Ph.D.
Ángel Raimundo Benítez Chávez.
DOCENTE DE LA TITULACIÓN.

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación: “Efectos de la fragmentación sobre la diversidad de líquenes y briófitos epífitos en bosques amazónicos” realizado por: Luis Ernan Paqui Sarango, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, octubre de 2017.

f)……..

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

"Yo. Luis Ernan Paqui Sarango, declaro ser autor del presente trabajo de titulación: Efectos de la fragmentación sobre la diversidad de líquenes y briófitos epífitos en bosques amazónicos, de la Titulación Ingeniería en Gestión Ambiental, siendo Ángel Raimundo Benítez Chávez director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo son de mi exclusiva responsabilidad.

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

f. .....
Autor: Luis Ernán Paqui Sarango
Cedula: 1900518596.

DEDICATORIA

A Dios mi creador en quien confió firmemente y a quien le debo todo en esta vida.

A mis padres Luis Paqui y Ángela Sarango, guías consejeros artífices de mi vida, quienes me brindan su apoyo incondicional para perpetuar los acontecimientos importantes en esta vida.

A mis hermanos/as quienes día a día lucharon conmigo para conseguir tan anhelado sueño, en especial a Lauro, Vinicio, Zoila y Milton Paqui Sarango por sus consejos alentadores y desinteresados que me supieron brindar.

A mi familia en general.

A mis amigos y compañeros.

Luis Ernan Paqui Sarango.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica Particular de Loja, y de manera especial a la Titulación de Ingeniería En Gestión Ambiental por ser la guía en mi vida profesional.

Al Doctor. Ángel Benítez Chávez, por su confianza y guía para la realización del presente trabajo. A quienes colaboraron en la fase de campo de manera especial al Biólogo José Macas y Al Doctor Ángel Benítez, quienes me dieron su apoyo incondicional.

A todo mi familia y de manera especial a mis padres y hermanos/as, ya que han sido mi apoyo incondicional desde el primer día de mi existencia hasta la actualidad. Sin la presencia de ustedes no lo habría logrado. Gracias por creer en mí, por ser mi inspiración, ayuda y guía en este largo camino.

Y de manera especial a mis compañeros y amigos de la carrera que han sido testigos de una de las mejores etapas de mi vida, gracias totales por convertirse en una nueva familia para mí.

Luis Ernan Paqui Sarango.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN ..... **II**

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS ..... **III**

DEDICATORIA ..... **IV**

AGRADECIMIENTO ..... **V**

RESUMEN **1**

ABSTRAT **2**

INTRODUCCIÓN **3**

OBJETIVOS. **5**

OBJETIVO GENERAL: **5**

OBJETIVOS ESPECÍFICOS: **5**

CAPITULO I **6**

MATERIALES Y MÉTODOS **6**

1.1 Área de estudio **7**

1.2. Diseño y recolección de datos **7**

1.3. Análisis de datos. **8**

CAPITULO II **9**

RESULTADOS Y DISCUSIÓN **9**

2.1 Resultados **10**

2.1.1 Diversidad Alfa (Riqueza de especies). 10

2.1.2 Índices de abundancia de Shannon y Simpson 111

2.1.3 Diversidad beta (Composición) 122

2.2 DISCUSIÓN **13**

CONCLUSIONES **16**

RECOMENDACIONES **17**

BIBIOGRAFIA **18**

MATERIAL SUPLEMENTARIO **23**

Índice de Tablas y figuras

Tablas.

Tabla 1. Modelos lineales generalizados mixtos..... 12

Tabla 2. Resultados del PERMANOVA..... 13

Figuras.

Figura 1. Área de estudio. Barrio San Antonio, cantón Zamora. 7

Figura 2 Riqueza de especies por distancias. 10

Figura 3. Promedios de Índice de Shannon. 11

Figura 4. Promedios de índice de Simpson. 11

Figura 5. NMDS de la composición de especies en función de tratamiento y localidad..... 13

TÍTULO

“Efectos de la fragmentación sobre la diversidad de líquenes y briófitos epífitos en bosques amazónicos.”

AUTOR:

Luis Ernan Paqui Sarango – Titulación de Ingeniería en Gestión Ambiental.

RESUMEN

Los bosques amazónicos se caracterizan por su gran diversidad, las actividades antrópicas de los bosques son una de sus principales amenazas. La fragmentación es el principal motor de la pérdida de biodiversidad. Líquenes y briófitos son característicos de estos bosques, que desempeñan funciones con el ciclo del agua. Son utilizados como bioindicadores de los cambios ambientales. Se analizaron los efectos de la fragmentación sobre la diversidad epifítica (riqueza y composición) de líquenes y briófitos en la selva tropical de tierras bajas del Ecuador. Se establecieron cuatro transectos perpendiculares al borde, con 3 parcelas a 10, 50 y 100 metros de distancia, con cuatro árboles por parcela (144 árboles). Se registraron un total de 116 especies (67 briófitos y 49 líquenes). La riqueza total fue similar en todas las distancias con 90 especies, distancia uno, 91 especies distancia dos y 86 especies, distancia tres. Se encontró que la fragmentación no influía en la riqueza y composición de las comunidades epífitas (líquenes y briófitos), probablemente debido al tamaño pequeño de la matriz y otros factores relacionados con la regeneración de los bosques.

Palabras clave: Bosque amazónico, briófitos, diversidad, fragmentación, líquenes.

ABSTRAT

The Amazonian forests are characterized by great diversity, although anthropic activities related with forests conversion are one of their main threats. Fragmentation is the principal driver of loss biodiversity in these forest. Lichens and bryophytes are a particular group of this forests, which performing key functions related with water cycle and nutrients. Additionally, they have been used as bio-indicators of environment changes due to their physiological characteristics. We analyzed the fragmentation effects on epiphytic diversity (richness and composition) of lichens and bryophytes in tropical lowland rainforest of Ecuador. We established four transects perpendicular to the border, with 3 plots to 10, 50 and 100 meters apart in the Amazon forest in the province of Zamora Chinchipe, with four trees per plot (144 trees). We registered a total of 116 species (67 bryophytes and 49 lichens). We found that total richness was similar at all distances with 90 species in distance one, 91 species in distance two and 86 species in distance three. We found that richness and composition on epiphytic communities (lichens and bryophytes) were not influenced by fragmentation, probably due to small size of the matrix (pastures), and other factors related with forests regeneration.

Keywords: Native forest, bryophytes, diversity, fragmentation, lichens.

INTRODUCCIÓN

La fragmentación provoca una reducción de la superficie de los remanentes boscosos lo cual conlleva a los cambios en la estructura y pérdida de la biodiversidad con serias consecuencias económicas, sociales y ambientales (Martinez et al 2011). Este proceso produce un cambio en la estructura y configuración de los hábitats dentro del paisaje, lo cual conlleva a la transformación de un hábitat en fragmentos de menor tamaño (Garcia, 2011). Por ello, en la actualidad es catalogada como una de las principales causas de la pérdida y disminución de la diversidad biológica (Santos & Tellería, 2006). En general la fragmentación de bosques tropicales altera la diversidad y composición de las comunidades y también alteran los procesos ecológicos (ciclo de nutrientes, polinización) (Aizen & Feinsinger, 1994; Santos & Tellería, 2006).

Uno de los ecosistemas más diversos y a la vez más amenazados por la fragmentación es el bosque amazónico o selva tropical (Laurence, 1998; Tabarelli et al 2002), el cual provee muchos bienes y servicios ambientales (Gentry, 1988), por ejemplo sumidero de carbono, regulación hidrológica y al balance energético a nivel regional y mundial (Souza & Galarza, 2009). Las principales actividades relacionadas con la fragmentación de estos ecosistemas incluyen actividades agrícolas, ganadería extensiva, explotación madedera y urbanización (Souza & Galarza, 2009). Estos cambios produce una pérdida en la diversidad de flora (Heywood, 1995; Morocho & Romero, 2003; Zartman, 2003; Belinchón et al*.,* 2009) y fauna (Rudas et al*.,* 2007; Hansson & Merriam, 1995).

Es necesario destacar que los bosques y selvas tropicales amazónicos albergan organismos epífitos, que representan el 30-50% de la diversidad total y aportan con el 5% de la biomasa total de estos ecosistemas (Damon, 2013). Dentro de los epífitos, los líquenes y briófitos representan un importante componente en los ecosistemas en términos de riqueza, abundancia, biomasa y ciclaje de nutrientes (Holz & Gradstein, 2005, Mandl et al*.,* 2010), y ejercen un rol ecológico importante debido a que son considerados sucesores vegetales, formadores de suelo y retenedores de agua (Delgadillo & Cárdenas, 1990), y por sus características fisiológicas relacionadas con la disponibilidad hídrica son muy sensibles a la fragmentación (Schofield, 1992). Por lo anteriormente señalado, se han utilizado como indicadores de deforestación, los siguientes parámetros: calidad del aire, fragmentación y cambio climático (Nash, 2008; Nöske et al., 2008).

En este contexto, varios estudios han señalado que la fragmentación produce una disminución en la biodiversidad. A pesar de ello la mayor parte de estudios relacionados con la

fragmentación se han orientado a plantas vasculares, aves y mamíferos (Santos & Tellería, 2006, Suárez, 2008; Torracchi et al., 2013; Duque et al., 2013) y muy pocos son los estudios enfocados en las comunidades de epífitos (Alvarenga et al., 2007), sin embargo, los estudios enfocados a epífitos no vasculares son limitados (Alvarenga & Pôrto, 2010). Específicamente, en epífitos no vasculares algunos estudios han demostrado que la fragmentación del hábitat disminuye la diversidad (Alvarenga et al., 2007; Brunialti et al., 2013). Sin embargo algunos estudios han evidenciado que existen diferentes patrones de respuesta, donde los epífitos de sombra fueron afectados por la fragmentación, pero no los epífitos de sol (Baldwin & Bradfield, 2007). Pero además de la fragmentación se suman otros factores adicionales como el tamaño del fragmento, distancia de transectos y edad de recuperación de la zona de bosque muestreada y el tipo de matriz (Rovere & Calabrese, 2011). Sumado a esto, el tamaño y aislamiento de los fragmentos así como su conservación pueden afectar a la riqueza y abundancia de las especies de epífitos de un bosque (Pereira-Alvarenga & Cavalcanti, 2006).

Por lo anteriormente señalado, el presente estudio tiene el objetivo de evaluar los efectos de la fragmentación de los ecosistemas sobre líquenes y briófitos epífitos en los bosques amazónicos de la provincia de Zamora Chinchipe. Un mejor entendimiento de la diversidad de epífitos, y los efectos de la fragmentación que pueden disminuir la diversidad de especies, ayudará a comprender el comportamiento de estos organismos en los Bosques Tropicales Amazónicos de Ecuador, que permitirá generar herramientas para el manejo y conservación de estos ecosistemas.

OBJETIVOS.

Objetivo General:

- Evaluar la influencia de la fragmentación sobre la diversidad de líquenes y briófitos.

Objetivos Específicos:

- Determinar la riqueza y composición de briófitos y líquenes epifitos en los bosques amazónicos.
- Analizar los efectos de la fragmentación sobre la riqueza de briófitos y líquenes.

CAPITULO I

MATERIALES Y MÉTODOS

1.1 Área de estudio

El estudio se desarrolló en una pequeña área fragmentada y rodeada de remanentes boscosos que se ha restaurado y recuperado durante 40 años, este bosque tropical amazónico se encuentra ubicado al Sur de Ecuador en- el barrio “San Antonio”, cantón Zamora, provincia de Zamora Chinchipe de la región sureste del Ecuador (Figura 1), ubicado espacialmente en -3.84389 de Latitud: y -78.8864 de longitud entre los 880 y 1240 m.s.n.m. Con una extensión de 15 hectáreas en donde la temperatura media anual oscila entre 16 y 25 °C, y con valores de precipitaciones anuales que fluctúan de 2000 mm a 2500 mm (SNI, 2014). Según Sierra (1999), la cobertura vegetal corresponde a bosque siempre verde pie montano del sur de la Cordillera Oriental de los Andes.

Figura 1. Área de estudio. Barrio San Antonio, cantón Zamora.
Fuente: Autor
Elaboración: Autor

1.2. Diseño y recolección de datos

El muestreo del bosque nativo se realizó mediante el establecimiento de 4 transectos, los mismos que se ubicaron perpendicularmente desde el borde del bosque, siguiendo el protocolo de Belinchón et al. (2009). Cada transecto se lo dividió en tres distancias a partir del borde (10 m, 50 m y 100 m), en cada distancia se estableció 3 parcelas de 5 m x 5 m. Posteriormente, en cada parcela se seleccionó 4 árboles, con un total de 36 árboles por transecto. En cada árbol se registró la presencia de líquenes y briófitos a través de cuadrantes

de 20 x 30 cm, en dos alturas (0-50 y 51-100 cm) y orientados tanto para el norte como para el sur. En este muestreo se seleccionaron 144 árboles de bosque nativo.

Las muestras se colectaron en bolsas de papel los cuales fueron identificados con un código, y trasladadas al Herbario (HUTPL), con el fin de ser identificadas y almacenadas. Adicionalmente para cada árbol se registró variables relacionadas con la cobertura arbolada, diámetro, altitud, inclinación y características de las cortezas de los árboles. La identificación de cada una de las especies se realizó con la ayuda de diferentes claves taxonómicas los cuales nos ayudaron a determinar el grupo, división, familia y el género respectivo de cada una de las muestras (Churchil & Linares 1995; Brodo et al., 2001; Gradstein, 2008; Bungartz et al., 2013).

1.3. Análisis de datos.

La diversidad alfa se analizó mediante la riqueza específica y los índices de abundancia de Shannon-Weaver y el inverso de Simpson 1/D (Magurran, 2004). Los efectos de la fragmentación sobre la riqueza se analizaron mediante modelos lineales generalizados mixtos GLMM, en el cual se incluyó como factor aleatorio a parcela y como factores fijos a distancia del borde, transecto y DBH (McCullagh , 1984).

Los cambios en la composición de las comunidades relacionados con la fragmentación se realizaron mediante análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) y análisis multivariados basados en permutaciones (PERMANOVA) (Anderson et al., 2008). Dichos análisis se elaboraron mediante la utilización del software R con ayuda del paquete vegan y lme4 (Oksanen, 2014).

CAPITULO II

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.1 Resultados

2.1.1 Diversidad Alfa (Riqueza de especies).

Se registró un total de 116 especies, de las cuales 67 fueron especies de briófitos y 49 líquenes, se evidencio que la riqueza total es similar en las tres distancias, pero a una distancia de 50 metros, es donde existe la mayor riqueza de especies (Figura 2).

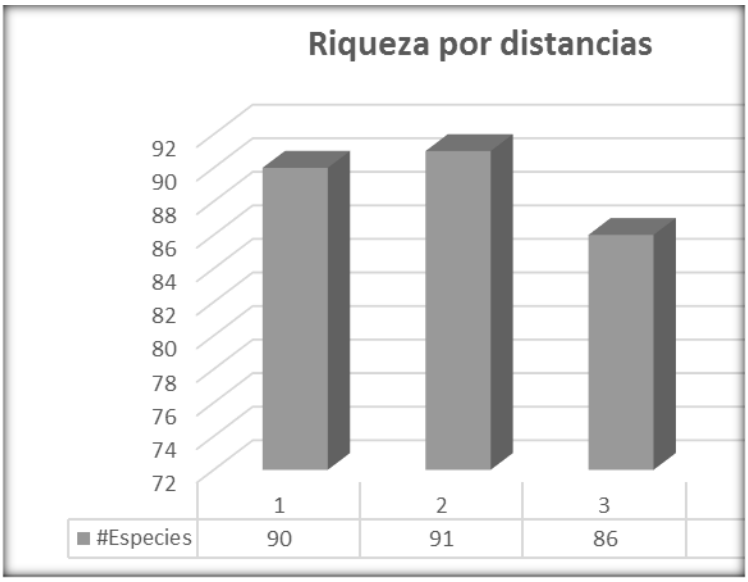

Figura 2 Riqueza de especies por distancias.
Fuente: Autor
Elaboración: Autor

2.1.2 Índices de abundancia de Shannon y Simpson

El índice de Shannon señaló valores similares en las tres distancias (Figura 3). Un similar patrón se observó para el índice de Simpson (Figura 4)

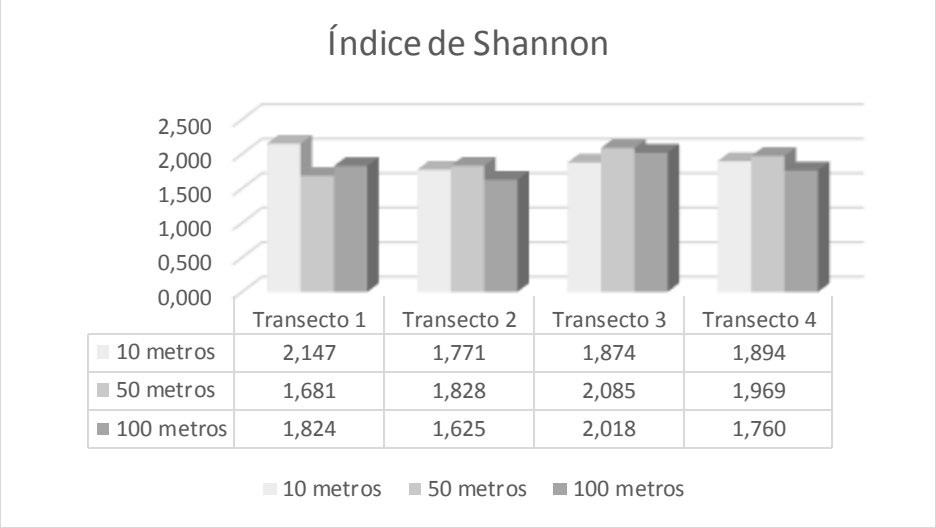

Figura 3. Promedios de índice de Shannon.
Fuente: Autor
Elaboración: Autor

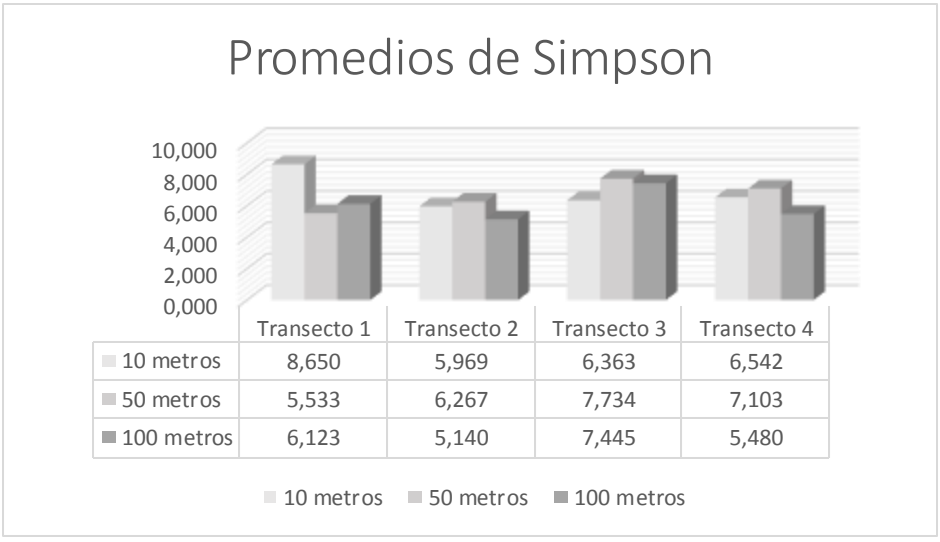

Figura 4. Promedios del índice de Simpson.
Fuente: Autor
Elaboración: Autor

Los modelos lineales generalizados mixtos señalaron que no hay efectos de la fragmentación sobre la riqueza de líquenes y briófitos (Tabla 1).

Tabla 1. Modelos lineales generalizados.

Factores	Coeficiente	SE	z valor	Pr(>|z|)
Distancia	-0,061039	0,037625	-1,622	0,105
DBH	-0,00371	0,003243	-1,144	0,253
Transecto	0,030128	0,027634	1,09	0,276

Fuente: Autor
Elaboración: Autor

2.1.3 Diversidad beta (Composición)

Los resultados del NMDS señalaron que no hay diferencias en la composición de las comunidades de líquenes y briófitos epífitos en relación a la distancia al borde (Figura 5).

El Permanova nos indicó que hay un efecto significativo de la fragmentación sobre las comunidades de criptógamas, sin embargo la variable transecto señaló cambios significativos pero explicó muy poca variabilidad en la composición de las comunidades de epífitos no vasculares (Tabla 3).

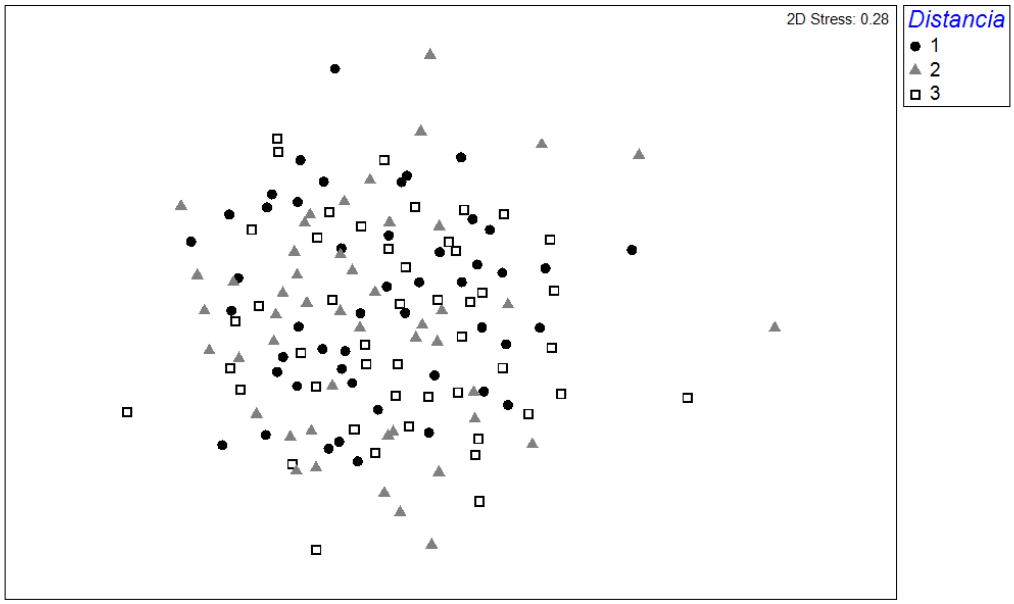

Figura 5. NMDS de la composición de especies en función de la distancia al borde.
Fuente: Autor
Elaboración: Autor

Tabla 2: Resultados del PERMANOVA de la composición de especies y las variables de tructura de bosque. Df=grados de libertad, SS=suma de cuadrados, F-valor= estadístico F, R^2= Coeficiente de variación.

Factores	Df	SS	F-valor	R^2	Pr(>F)
Distancia	1	0,229	0,5987	0,00412	0,936
Parcela	1	0,338	0,8842	0,00608	0,639
DBH	1	0,416	1,0894	0,00749	0,37
Transecto	1	1,41	3,6941	0,02541	0.001
Parcela:Transecto	1	0,417	1,0929	0,00752	0,327
Residuals	138	52,687		0,94937	
Total	143	55,496		1	

Fuente: Autor
Elaboración: Autor

2.2 Discusión.

De manera general los resultados indicaron que no hay efectos de la fragmentación sobre la diversidad de líquenes y briófitos epífitos en los bosques de tierras bajas, a pesar de ello se pudo evidenciar que árboles aislados en los pastizales mantenían una composición de comunidades diferentes representadas por especies de los géneros de líquenes fotófilos como *Usnea, Graphis, Ramalina, Heterodermia, Hypotrachyna*. La mayoría de especies de dichos géneros fueron casi ausentes en los bosques. Por lo tanto se podría asumir que otros factores relacionados con el tiempo de fragmentación del bosque y el tipo de matriz, así como también el reemplazo de especies pudieron tener influencia en nuestros resultados.

En esta investigación, la riqueza de especies en esta zona muestreada de bosque amazónico presenta un total de 116 especies divididas en 67 briófitos y 49 líquenes. En concordancia con nuestro hallazgo, datos similares se obtuvieron en un estudio realizado en otro bosque amazónico de la provincia de Orellana, en dónde se encontraron 105 especies, 43 briófitos y 62 líquenes (Déleg, 2017). Así mismo, en un bosque amazónico del Parque Nacional Podocarpus (PNP) se registraron 132 epífitos no vasculares, de las cuales 61 son líquenes y 71 son briófitos (Macas, 2017). Contrariamente a nuestros resultados, estudios enfocados exclusivamente en briófitos han documentado para un bosque amazónico de Colombia un total de 160 especies de briófitos epífitos (Campos et al., 2015). En otro estudio realizado en este tipo de bosque en Brazil se han reportado 150 líquenes (Cáceres et al., 2007) y en un estudio de bosques de tierras bajas de Perú se lograron encontrar 140 líquenes (Rivas-plata

& Lucking 2013). Estos hallazgos difieren con nuestros resultados debido a que dichos estudios incluyen la parte del dosel del bosque.

Los géneros con mayor número de especies de líquenes presentes en nuestra investigacion son los siguientes, *Heterodermia* con 8 especies, seguido por *Herpothallon* con 7 especies, *Pertusaria* con 6 especies, P*hyllopsora* con 6 especies y finalmente *Coenogonium* con 4 especies. Similar a nuestros resultados varios estudios han encontrado una mayor riqueza de estos generos en los bosques de tierras bajas (Cáceres et al., 2017; Déleg, 2017, Macas, 2017; Rivas-plata & Lucking, 2013). En lo que se refiere a briófitos los géneros con mayor número de especies fueron *Plagiochila* y *Lejeunea* con 11 especies cada una, seguido de *Sematophyllum* con 7 especies y finalmente *Bazzania* con 5 especies, estas especies están presentes ya que son característicos de tierras bajas. De manera similar Campos et al. (2015), Déleg (2017) y Macas (2017), han registrado mayor número de especies para dichos géneros. Los modelos lineales generalizados demostraron que no existen cambios en la riqueza de líquenes y briófitos relacionados con la fragmentación. De manera similar en un bosque mediterrano Belinchón et al. (2007) afirma que la riqueza de especies no presenta una variación significativa a lo largo del gradiente de fragmentacion. Siguiendo el mismo patron Itambo et al (2016) ha demostrado que no hay efectos de la fragmentación sobre la diversidad de briofitos epífilos. Esto se puede explicar, ya que los bordes de un bosque a pesar de representar un hábitat desfavorable para un grupo de especies, hay otro grupo de epífitos con una amplia tolerancia y una estrategia oportunista que son dominantes en estas zonas por ejemplo especies de los generos *Usnea, Graphis, Ramalina, Heterodermia, Hypotrachyna*. Por lo tanto la fragmentación en nuestra área de estudio sugieren el remplazo de especies sensibles a las alteraciones del microclima por epífitas adaptadas a condiciones altas de radiación. Así, algunos estudios han documentado que la mayoría de las especies tienen su óptimo desarrollo en el borde o incluso fuera del borde del bosque (Belinchón et al., 2007). Adicionalmente, otros factores relacionados con el tamaño del fragmento y el aislamiento pueden influir sobre la diversidad de las comunidades epífitas, por ejemplo fragmentos con menor aislamiento y mayor tamaño albergan mayor diversidad, de especies para las especies de sombra restringidas al sotobosque humedo (Alverenga & Pôrto, 2007).

Contrario a nuestros hallazgos varios estudios han documentado que si existen cambios en la diversidad de briófitos y líquenes epífitos debido a la fragmentación (Alverenga & Pôrto, 2007; Pereira-Alvarenga, et al., 2010; Benavides & Gutierrez, 2011). En este contexto Brunialti et al (2013), documenta que la fragmentación de los bosques disminuye la riqueza y composición, esto se debe a los cambios microclimáticos relacionadas con el efecto de borde, principalmente mayores niveles de la luz y disminución de la humedad. Regularmente, la

fragmentación forestal puede tener un fuerte impacto que implique una reducción y desaparición de especies sensibles a zonas con alta humedad y la aparición de especies tolerantes las condiciones de estrés por la disminución de la humedad (Brunialti et al., 2013). Específicamente para bosques tropicales, la mayor parte de estudios han señalado una disminución en la riqueza de especies y un marcado cambio en la composición de especies muestra cambios significativos (Alverenga & Pôrto, 2007), debido principalmente a los cambios en los factores miroclimáticos.

Finalmente factores relacionados con el tamaño del área muestreada, pero también la edad de recuperacíon que tenga un bosque pueden ser factores influyentes (Rovere & Calabrese, 2011).

CONCLUSIONES

- La riqueza y composición de especies no señaló cambios relacionados con la fragmentación de los bosques.
- Se registró un total de 116 especies en nuestra zona de estudio, divididas en 67 briófitos y 49 líquenes.
- Los géneros más diversos en los líquenes fueron, *Heterodermia* con 8 especies, *Herpothallon* con 7 especies, *Pertusaria* con 6 especies, P*hyllopsora* con 6 especies y *Coenogonium* con 4 especies.
- Los géneros más diversos en los briófitos fueron *Plagiochila* y *Lejeunea* con 11 especies cada una, *Sematophyllum* con 7 especies y finalmente *Bazzania* con 5 especies. Que utilice el inverso

RECOMENDACIONES

- Continuar con más investigaciones científicas que abarquen el estudio de especies de líquenes y briófitos, ampliando dicho estudio a la mayor cantidad de zonas en los bosques de tierras bajas, debido a que los estudios son muy limitados.
- Realizar estudios relacionados con la fragmentación tomando en consideración la parte del dosel del bosque.

BIBLIOGRAFÍA

Aizen, M. A., & Feinsinger, P. (1994). Forest fragmentation, pollination, and plant reproduction in a Chaco dry forest, Argentina. Ecology, 75, 330-351.

Alvarenga, L. D. P., & Pôrto, K. C. (2007). Patch size and isolation effects on epiphytic and epiphyllous bryophytes in the fragmented Brazilian Atlantic forest. Biological conservation, 134, 415-427.

Alvarenga, L. D. P., & Pôrto, K. C. (2010). Habitat loss effects on spatial distribution of non-vascular epiphytes in a Brazilian Atlantic forest. Biodiversity and conservation, 19, 619-635.

Anderson, M.J.R.N. Gorley, & K.R.Clarke. (2008). Permanova + for primer:guide to software and statistical methods, Plymouth, UK.

Baldwin, L. K., & Bradfield, G. E. (2007). Bryophyte responses to fragmentation in temperate coastal rainforests: a functional group approach. Biological Conservation, 136, 408-422.

Belinchón, R., Martínez, I., Escudero, A., Aragón, G., & Valladares, F. (2007). Edge effects on epiphytic communities in a Mediterranean Quercus pyrenaica forest. Journal of Vegetation Science, 18, 81-92.

Belinchón, R., Martínez, I., Otálora, M. A., Aragón, G., Dimas, J., & Escudero, A. (2009). Fragment quality and matrix affect epiphytic performance in a Mediterranean forest landscape. American Journal of Botany, 96, 1974-1982.

Benavides, J. C., & Gutierrez, C. A. (2011). Effect of deforestation in palm-epiphytic bryophyte communities in a cloud forest in the northern Andes. The bryologist, 114, 155-165.

Brodo, I. M., Sharnoff, S. D., & Sharnoff, S. (2001). Lichens of north America. Yale University Press.

Brunialti, G., Frati, L., & Loppi, S. (2013). Fragmentation of Mediterranean oak forests affects the diversity of epiphytic lichens. Nova Hedwigia, 96, 265-278.

Bungartz, F., Yánez, A., Nugra, F., & Ziemmeck, F. (2013) Guia rápida de líquenes de las islas Galápagos (Fundación). Puerto Ayora, santa cruz, Galápagos.

Cáceres, M. E., Lücking, R., & Rambold, G. (2007). Phorophyte specificity and environmental parameters versus stochasticity as determinants for species composition of corticolous crustose lichen communities in the Atlantic rain forest of northeastern Brazil. Mycological Progress, 6, 117-136.

Campos, L. V., Ter Steege, H., & Uribe, J. (2015). The epiphytic bryophyte flora of the colombian Amazon. Caldasia, 37, 47-59.

Churchil, S., Linares, E. (1995). Prodromus Bryologiae Novo-Granatensis. Introducción a la flora de musgos de Colombia. Instituto de ciencias Naturales – Museo de Historia Natural, Sanafé de Bogotá

Damon, A. (2013). Las epífitas. Ecofronteras, 18, 17-20.

Déleg, J. (2017). Diversidad de líquenes y briófitos epífitos en un gradiente de perturbación del bosque tropical amazónico en la Estación Científica Timburi Cocha, Loreto-Orellana.. [En línea] Available at: http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/17942/1/D%C3%A9leg_Tenesela_Jorge_An%C3%ADbal.pdf

Delgadillo, M. & Cárdenas,A. (1990). Manual de briófitos. Cuaderno No.8. México D.F: Instituto de Biología. Universidad Autónoma de México.

Duque, A., Álvarez, E., Rodríguez, W., & Lema, Á. (2013). Impacto de la fragmentación en la diversidad de plantas vasculares en bosques andinos del nororiente de Colombia. Colombia Forestal, 16, 115-137.

García, D. (2011). Efectos biológicos de la fragmentación de hábitats: nuevas aproximaciones para resolver un viejo problema. Revista Ecosistemas, 20, 1-10.

Gentry, A. H. (1988). Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. Annals of the Missouri Botanical Garden, 75, 1-34.

Gradstein, S. R. (2008). Epiphytes of tropical montane forests-impact of deforestation and climate change. Göttingen Centre for Biodiversity and Ecology. Biodiversity and Ecology Series, 2, 51-65.

Hansson, L., Fahring, L., & Merriam, G. (1995). Summary Ecology of Mosaic Landscapes: Consolidation, Extension and Application. In Mosaic Landscapes and Ecological Processes (pp. 338-341). Springer Netherlands.

Heywood, V. H., & Watson, R. T. (1995). Global biodiversity assessment (Vol. 1140). Cambridge: Cambridge University Press.

Holz, I., & Gradstein, R. S. (2005). Cryptogamic epiphytes in primary and recovering upper montane oak forests of Costa Rica–species richness, community composition and ecology. Plant Ecology, 178, 89-109.

Itambo, M., Wambua, K., Pócs, T. & Patiño, J. (2016). Edge effect on epiphyllous bryophytes in Taita hills fragmented afromontane forests. Research Gate

Laurance, W. F. (1998). A crisis in the making: responses of Amazonian forests to land use and climate change. Trends in Ecology & Evolution, 13, 411-415.

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. [En línea].

Availablet:ttp://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/17396/3/Macas%20Serrano%2c%20Jos%C3%A9%20Vladimir.pdf

Magurran, A. 2004. Measuring Biological Diversity. Oxford, RU: Blackwell Publishing.

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, 2359-2369.

Martínez, I., Belinchón, R., Otálora, M. G., Aragón, G., Prieto, M., & Escudero, A. (2011). Efectos de la fragmentación de los bosques sobre los líquenes epífitos en la Región Mediterránea. Revista Ecosistemas, 20, 54-67.

McCullagh, P. (1984). Generalized linear models. European Journal of Operational Research, 16, 285-292.

Morocho, D., Arcoiris, F. E., & Romero, J. C. (2003). Bosques del Sur: el estado de 12 remanentes de bosques andinos de la provincia de Loja.

Nash,T.H. (2008). Linchen biology. (Vol.Second Edition). Cambridge University Press

Nöske, N. M., 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 in Ecuador. Basic and Applied Ecology, 9, 4-12.

Oksanen, J. (2014). Multivariate analysis of ecological communities in R: vegan tutorial.(2013). URL http://cc. oulu. fi/jarioksa/opetus/metodi/vegantutor. pdf(20 May 2013, date last accessed).

Pereira-Alvarenga , L. & Cavalcanti, K. (2006). Patch size and isolation effects on epiphytic and epiphyllous bryophytes in the fragmented Brazilian Atlantic forest. Science Direct, Volumen 134, 10-80

Rivas-plata, E., Lücking, R. (2013). High diversity of Graphidaceae (lichenized Ascomycota: Ostropales) in Amazonian Perú. Fungal Diversity, 58, 13-32.

Rovere Overe, A. E., & Calabrese Alabrese, G. M. (2011). Diversidad de musgos en ambientes degradados sujetos a restauración en el Parque Nacional Lago Puelo (Chubut, Argentina). Revista chilena de historia natural, 84, 571-580.

Rudas, G., Marcelo, D., Armenteras, D., Rodríguez, N., Morales, M., Delgado, L. C., & Sarmiento, A. (2007). Biodiversidad y actividad humana: relaciones en ecosistemas de bosque subandino en Colombia. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Santos, T., & Tellería, J. L. (2006). Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. Revista Ecosistemas, 15, 2-35.

Sierra, M. (1999). Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental. Proyecto Inefan/Gef-Birf y Ecociencia.

Souza, C., & Galarza, E. (2009). La Amazonía de hoy. En perspectivas del medio ambiente en la amazonía: Geo Amazonía (págs. 106-195). Perú.

Suárez Duque, D. (2008). Formación de un corredor de hábitat de un bosque montano alto en un mosaico de páramo en el norte del Ecuador. Ecología Aplicada, 7, 19-215.

Tabarelli, M., Marins, J. F., & Silva, J. M. C. (2002). La biodiversidad brasileña amenazada. Investigación y Ciencia, 308, 42-49.

Torracchi, E., Tapia, M. F., Escudero, A., & de la Cruz, M. (2013). 14. Deforestación en una región montañosa megadiversa en los Andes: dinámica del paisaje en el sur de Ecuador.

Zartman, C. E. (2003). Habitat fragmentation impacts on epiphyllous bryophyte communities in central Amazonia. Ecology, 84, 948-954.

ANEXOS

MATERIAL SUPLEMENTARIO

Material suplementario 1. Trabajo de campo y laboratorio

Material suplemen tario 2. Área de estudio.

Material suplementario 3. Especies de epifitas no vasculares (briófitos y líquenes) más representativas colectados en el bosque.

LÍQUENES
Coenogonium linkii Ehrenb.
Coenogonium pineti (Schrad. ex Ach.) Lücking & Lumbsch
Coccocarpia palmicola (Sprengel) Arv. & D. J. Galloway
Cryptothecia rubrocincta (Ehrenb.:Fr.) Aptroot, Lücking & G. Thor
Dichosporidium nigrocinctum (Ehrenb.) G. Thor
Leptogium azureum (Sw.) Mont.
Hypotrachyna costarisense (Nyl.) Hale
Parmotrema chinense (Hudson) M. Choisy
Parmotrema arnoldii (Du Rietz) Hale
Sticta fuliginosa (Hoffm.) Ach.

BRÍOFITOS
Bazzania hookeri (Lindenb.) Trevis.
Bryopteris filicina (Sw.) Nees
Frullania brasiliensis Raddi
Leucobryum antillarum Schimp. ex Besch.
Marchesinia brachiata (Sw.) Schiffn.
Neckeropsis undulata (Hedw.) Reichardt
Plagiochila bifaria (Sw.) Lindenb.
Plagiochila bryopteroides Spruce
Plagiochila diversifolia Lindenb. & Gott.
Squamidium nigricans (Hook.) Broth.
Sematophyllum subsimplex (Hedw.) Mitt.
Lejeunea cerina (Lehm. & Lindenb.) Lehm. & Lindenb.
Plagiochila raddiana Lindenb.
Plagiochila aerea Tayl.
Plagiochila cristata (Sw.) Lindenb.
Pyrrhobryum spiniforme (Hedw.) Mitt.
Radula javanica Gottsche