UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

Ingeniería Forestal

"DIVERSIDAD DE CRIPTÓGAMAS EPÍFITAS EN DOS TIPOS DE BOSQUE DEL PARQUE UNIVERSITARIO DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y RECREACIÓN FRANCISCO VIVAR CASTRO, PROVINCIA DE LOJA"

TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL

AUTOR:

Jefferson Vladimir Medina Benitez

DIRECTOR:

Ing. Wilson Rodrigo Quizhpe Coronel, MSc.

CO-DIRECTOR:

Ing. Ángel Raimundo Benitez Chávez, PhD.

Loja – Ecuador

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

CERTIFICACIÓN

Ing. Wilson Rodrigo Quizhpe Coronel, MSc.

DIRECTOR DE TESIS

En calidad de director de la tesis titulada "**DIVERSIDAD DE CRIPTÓGAMAS EPÍFITAS EN DOS TIPOS DE BOSQUE DEL PARQUE UNIVERSITARIO DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y RECREACIÓN FRANCISCO VIVAR CASTRO, PROVINCIA DE LOJA**", de autoría del señor Jefferson Vladimir Medina Benitez egresado de la Carrera de Ingeniería Forestal, ha sido dirigida, revisada y desarrollada dentro del cronograma aprobado; por tal razón autorizó su presentación y publicación.

Loja, 28 de marzo del 2018

Atentamente,

Ing. Wilson Rodrigo Quizhpe Coronel, MSc.

DIRECTOR DE TESIS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

CERTIFICACIÓN

"DIVERSIDAD DE CRIPTÓGAMAS EPÍFITAS EN DOS TIPOS DE BOSQUE DEL PARQUE UNIVERSITARIO DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y RECREACIÓN FRANCISCO VIVAR CASTRO, PROVINCIA DE LOJA"

TESIS DE GRADO

Presentada al tribunal Calificador como requisito parcial para la obtención de título de:

INGENIERO FORESTAL

APROBADA:

Ing. Nikolay A. Aguirre Mendoza, Ph. D.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

Ing. Víctor H. Eras Guamán, Mg. Sc.

VOCAL

Ing. Zhofre H. Aguirre Mendoza, Ph. D.

VOCAL

AUTORÍA

Yo, Jefferson Vladimir Medina Benitez, declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizó a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Digital Institucional - Biblioteca Virtual.

Autor: Jefferson Vladimir Medina Benitez

Firma: .....

Cédula: 1105640971

Fecha: Loja, 07 de mayo de 2018

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO

Yo, Jefferson Vladimir Medina Benitez, declaro ser el autor, de la tesis titulada **"DIVERSIDAD DE CRIPTÓGAMAS EPÍFITAS EN DOS TIPOS DE BOSQUE DEL PARQUE UNIVERSITARIO DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y RECREACIÓN FRANCISCO VIVAR CASTRO, PROVINCIA DE LOJA"**, como requisito para optar el grado de: Ingeniero Forestal, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja, para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con los cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 07 días del mes de mayo del dos mil dieciocho, firma el autor.

Firma: .....

Autor: Jefferson Vladimir Medina Benitez

Número Cédula: 1105640971

Dirección: Loja; cantón Loja; Parroquia Sucre, Barrio Obra-Pía; Avda. Villonaco.

Correo electrónico: jeffersonmedinabenitez@gmail.com

Teléfono: 2552419

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis: Ing. Wilson Rodrigo Quizhpe Coronel, MSc.

Codirector de tesis: Ing. Ángel Raimundo Benitez Chávez Ph. D.

Tribunal de Grado: Ing. Nikolay A. Aguirre Mendoza, Ph. D. Presidente

Ing. Víctor H. Eras Guamán, Mg. Sc. Vocal

Ing. Zhofre H. Aguirre Mendoza, Ph. D. Vocal

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mis agradecimientos a quienes de forma directa e indirecta participaron en la elaboración de esta tesis, especialmente al Dr. Ángel Raimundo Benitez Chávez y al MSc. Wilson Rodrigo Quizhpe Coronel, quienes con sus conocimientos y acertada dirección me permitieron cumplir con los objetivos planteados. Así mismo, de manera muy especial a la Ing. Cecibel Gonzalez Valdiviezo por su constante e incondicional apoyo en los buenos y malos momentos.

A todos ustedes, mi mayor reconocimiento y gratitud.....

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación lo dedico a aquellas personas a quienes nos debemos, por quienes somos y estamos: Para ustedes "MI FAMILIA". Principalmente a mis padres, hermanos, abuelitos y demás familiares, quienes sembraron en mí la fe y la esperanza en los estudios, y han hecho posible la culminación de mi carrera, para ser un hombre de bien y estar al servicio de la sociedad.

¡*Con Gratitud y mucho respeto*!

¡*Gracias totales*!

Jefferson Vladimir Medina Benitez

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido **Pág.**

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS ..... **ii**

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO ..... **iii**

AUTORÍA ..... **iv**

CARTA DE AUTORIZACIÓN ..... **v**

AGRADECIMIENTOS ..... **vi**

DEDICATORIA ..... **vii**

RESUMEN ..... **xv**

ABSTRACT ..... **xvi**

1. INTRODUCCIÓN **1**

2. REVISIÓN DE LITERATURA **3**

2.1. Criptógamas epífitas 3

2.1.1. Criptógamas 3

2.1.2. Epífitas 3

2.2. Epífitas: diversidad, distribución e importancia 3

2.2.1. Epífitas vasculares 5

2.2.2. Epífitas no vasculares 5

2.3. Briófitos 5

2.3.1. Clasificación 5

2.3.1.1. División Bryophyta (Musgos) 6

2.3.1.2. División Marchantiophyta (Hepáticas) 6

2.3.1.3. División Anthocerotophyta (Antoceros) 7

2.3.2. Diversidad de briófitos en Ecuador 8

2.4. Líquenes 8

2.4.1. Clasificación 8

2.4.1.1. Líquenes Crustáceos 9

2.4.1.2. Líquenes Foliáceos 9

2.4.1.3. Líquenes Fruticosos 9

2.4.2. Diversidad de líquenes en Ecuador 9

2.5. Epífitos no vasculares como bioindicadores 9

2.6. Bosques Montanos en el Ecuador 10

2.6.1. Importancia de los Bosques Montanos 11
2.6.2. Bosques montanos en la Región Sur del Ecuador 11
2.7. Estudios similares 12
3. METODOLOGÍA 14
3.1. Ubicación del área de estudio 14
3.1.1. Características biofísicas del PUEAR..... 14
3.1.2. Formaciones vegetales existentes en el PUEAR 15
3.1.2.1. Bosque montano 15
3.1.2.2. Plantación mixta de nogal..... 16
3.2. Metodología para conocer la riqueza y composición de criptógamas epífitas en dos tipos de bosque del Parque Universitario Francisco Vivar Castro, provincia de Loja. 17
3.2.1. Diseño y recolección de datos 17
3.2.2. Análisis de datos 18
3.3. Metodología para determinar los efectos de la cobertura arbolada sobre la riqueza y composición de criptógamas epífitas en dos tipos de bosque del Parque Universitario Francisco Vivar Castro, provincia de Loja. 18
3.3.1. Análisis de datos 18
3.4. Metodología para difundir los resultados de la investigación. 19
4. RESULTADOS 20
4.1. Riqueza y composición de criptógamas epífitas en dos tipos de bosque del Parque Universitario Francisco Vivar Castro, provincia de Loja. 20
4.1.1. Riqueza de especies 20
4.1.2. Índices de Shannon-Weaver y Simpson 24
4.1.3. Composición de especies 25
4.2. Efectos de la cobertura arbolada sobre la riqueza y composición de criptógamas epífitas en dos tipos de bosque del Parque Universitario Francisco Vivar Castro, provincia de Loja 25
4.2.1. Efectos sobre la riqueza de criptógamas epífitas 25
4.2.2. Efectos sobre la composición de criptógamas epífitas 26
4.3. Difusión de la información generada 26
5. DISCUSIÓN 28
5.1. Riqueza de especies 28

5.2. Composición de especies 29 29
6. CONCLUSIONES 31
7. RECOMENDACIONES 32
8. BIBLIOGRAFÍA 33
9. ANEXOS..... 48

ÍNDICE DE CUADROS

Contenido **Pág.**

Tabla 1. Matriz de campo para el registro de datos de criptógamas epífitas en los dos tipos de bosque del Parque Universitario "Francisco Vivar Castro". 17

Tabla 2. Modelo lineal generalizado mixto 26

Tabla 3. Resultados del análisis PERMANOVA 26

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido **Pág.**

Figura 1. Mapa de ubicación del Parque Universitario de Educación Ambiental y Recreación "Francisco Vivar Castro". 14

Figura 2. Panorámica del bosque montano del PUEAR. 16

Figura 3. Panorámica de la plantación mixta de Juglans neotropica (Nogal) del PUEAR. 16

Figura 4. Familias con mayor número de especies de briófitos y líquenes en los dos tipos de bosque. 20

Figura 5. Riqueza total de criptógamas epífitas presentes en cada tipo de bosque del PUEAR. 21

Figura 6. Líquenes y briófitos más representativos de la plantación mixta de Juglans neotropica y del bosque montano, en el PUEAR-UNL-Noviembre del 2017. 22

Figura 7. Diversidad de cada grupo taxonómico por familia y género en la plantación mixta de Juglans neotropica y en el bosque montano del PUEAR. 23

Figura 8. Riqueza de criptógamas epífitas (briófitos y líquenes), entre el bosque montano (BM) y la plantación mixta de Juglans neotropica. 24

Figura 9. Índices de diversidad alfa. A. Diversidad de criptógamas epífitas en los dos tipos de bosque, en base al Índice de Shannon-Weaver. B. Dominancia de criptógamas epífitas en los dos tipos de bosque, en base al Índice de Simpson. 24

Figura 10. Visualización de la composición de criptógamas epífitas en la plantación mixta de Juglans neotropica (PMN) y en el bosque montano (BM), a través del NMDS. 25

Figura 11. Socialización de los resultados a los actores sociales interesados en la temática. 27

ÍNDICE DE ANEXOS

Contenido **Pág.**

Anexo 1. Muestreo y recolección de datos en los dos tipos de bosque del PUEAR..... 48

Anexo 2. Trabajo de laboratorio 49

Anexo 3. Toma de fotografías hemisféricas en los dos tipos de bosque del PUEAR..... 49

Anexo 4 Briófitos y líquenes más comunes registrados en los dos tipos de bosque del PUEAR. 50

Anexo 5. Tríptico divulgativo de los resultados de la tesis. 52

“DIVERSIDAD DE CRIPTÓGAMAS EPÍFITAS EN DOS TIPOS DE BOSQUE DEL PARQUE UNIVERSITARIO DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y RECREACIÓN “FRANCISCO VIVAR CASTRO”, PROVINCIA DE LOJA”

RESUMEN

Los bosques montanos neotropicales son considerados puntos calientes de biodiversidad, donde las criptógamas epífitas constituyen un importante componente relacionado con la diversidad, biomasa y funcionamiento de estos ecosistemas. Líquenes y briófitos son organismos muy sensibles a los cambios ambientales y son considerados indicadores de la calidad de los bosques. En la presente investigación, se evaluó la riqueza y composición de criptógamas epífitas (briófitos y líquenes) en dos tipos de bosques (bosque montano y plantación mixta de *Juglans neotropica*) del Parque Universitario "Francisco Vivar Castro". En cada tipo de bosque se realizaron 5 parcelas de 20 m x 20 m, donde se registró la presencia y cobertura de criptógamas epífitas en un cuadrante de 20 cm x 30 cm (100 forófitos). Los efectos de la cobertura arbolada y el tipo de bosque sobre la riqueza se analizaron mediante un modelo lineal generalizado mixto (GLMM). Los cambios en la composición de especies se realizaron por medio de un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS); y, un análisis multivariado basado en permutaciones (PERMANOVA). Se registró un total de 135 especies de criptógamas epífitas (55 briófitos y 80 líquenes). Se pudo evidenciar que la riqueza y composición de especies cambia según el tipo de bosque relacionado con variaciones en la disponibilidad de luz.

Palabras clave: Bosque montano, briófitos, cobertura arbolada; diversidad, líquenes.

ABSTRACT

The neotropical montane forests are considered as hotspots of biodiversity, where epiphytic cryptogams are an important component related with ecosystem functioning, biomass and biodiversity. Lichens and bryophytes are very sensitive to environmental changes and they are indicators of forest quality. We evaluated the richness and composition of epiphytic cryptogams (bryophytes and lichens) in two different forest types (montane forests and mixed plantation of *Juglans neotropica*) of "Parque Universitario Francisco Vivar Castro". In the present investigation, we realized 5 plots of 20 cm x 20 cm in each forest type, where registered presence/absence and coverage of epiphytic cryptogams on grids of 20 cm x 30 cm (100 phorophytes). We analyzed the effects of canopy cover and forest type on richness using generalized linear mixed model (GLMM). In addition, we analyzed changes in species composition with a non-metric multidimensional scaling (NMDS); and, a multivariate analysis of variance (PERMANOVA). We recorded a total of 135 species of epiphytes (55 bryophytes and 80 lichens). We found that richness and composition of species were influenced by forest type related with changes in light availability.

Keywords: Montane forest; bryophytes, canopy cover, diversity, lichens.

1. INTRODUCCIÓN

Los bosques neotropicales son los más antiguos y diversos del mundo en términos de riqueza de especies, y gran parte de esta riqueza está agrupada en los bosques andinos, montanos o nublados de los Andes (Gentry, 1982a; 1982b), los cuales ocupan una superficie de alrededor de 48 millones de hectáreas en el mundo y aproximadamente el 50% se encuentran en América Latina (Kapos et al., 2000).

Ecuador es el segundo país de América del Sur con mayor superficie de este tipo de bosque (11 200 000 ha) de las cuales tan solo 1 448 700 ha están protegidas (Brown y Kappelle, 2001) debido a que albergan una alta diversidad de especies y de endemismos, motivo por el cual son considerados como un punto caliente de biodiversidad (Churchill et al., 1995; Myers et al., 2000). La importancia de estos bosques radica en que sostienen una amplia gama de recursos biológicos y brindan servicios ecosistémicos, principalmente vinculados al agua, a la regulación climática y a la captura y almacenamiento de carbono (Cuesta et al., 2009; Tejedor et al., 2012).

Sin embargo, la deforestación es uno de los principales problemas que ha afectado a estos bosques, y Ecuador no es ajeno a esta realidad, ya que presentó una tasa anual de deforestación de 0,58% para el periodo 2000-2008 (MAE, 2013), generando consecuencias económicas y sociales a largo plazo (Laurance, 1999), como: la pérdida del uso forestal, alteración del balance hídrico (Whitmore y Sayer, 1992; Whitmore, 1997) y la fragmentación del hábitat (Cayuela, 2006), siendo esta la responsable de los cambios en la composición, estructura y función de los ecosistemas (Saunders et al., 1991; Debinski y Holt, 2001); pues conduce a la pérdida de la biodiversidad (Saunders et al., 1991; Brooks et al., 2002). Uno de los grupos ecológicos más afectados por la deforestación son las epífitas (vasculares y no vasculares) debido a que son especies muy sensibles a los cambios ambientales (Gradstein, 2008; Nöske et al., 2008; Werner y Gradstein, 2009).

Las epífitas constituyen una parte importante de los bosques montanos en términos de diversidad y funcionalidad (Granados et al., 2003; Gradstein, 2008; Krömer et al., 2014), con más del 30 % de la flora vascular (Distler et al., 2009). Gran parte de esta diversidad se encuentra dentro del grupo de las epífitas no vasculares o criptógamas epífitas (briófitos y líquenes), las cuales cumplen un papel importante en el funcionamiento y equilibrio de los ecosistemas (Holz y Gradstein, 2005); ya que por sus características

fisiológicas y morfológicas (organismos poiquilohídricos) están fuertemente adaptadas a condiciones de humedad, radiación solar y temperatura, motivo por el cual se han convertido en un grupo modelo para evaluar los cambios que sufren los bosques (Nöske et al., 2008; Benitez et al., 2012; Estrada y Nájera, 2016).

Por ello, en las últimas décadas, en numerosos estudios se han utilizado a estos organismos como indicadores de la calidad de los bosques y fragmentación (Nöske et al., 2008; Li et al., 2013; Krömer, et al., 2014; Ramírez-Morán et al., 2016), indicadores de la calidad del aire (Lijteroff et al., 2009; Simijaca et al., 2014; Ochoa et al., 2015; Loaiza y Luzuriaga, 2016); y, como indicadores del calentamiento global (Conti et al., 2001; Szczepaniak y Biziuk, 2003). Cabe recalcar que la mayor parte de los estudios se han encaminado a utilizar epífitos vasculares (bromelías, orquídeas, etc) como indicadores de cambios en el ambiente (Werner y Gradstein, 2009; Larrea y Werner, 2010).

Bajo esta perspectiva, la presente investigación permitió generar información acerca de la diversidad de criptógamas epífitas en dos tipos de bosque ubicados dentro del Parque Universitario de Educación Ambiental y Recreación "Francisco Vivar Castro" (PUEAR), la cual contribuyó con una línea base, para, en un futuro realizar investigaciones más especializadas; y, a la vez, permita la toma de acciones para el manejo y conservación de los mismos, por parte de las autoridades de la Universidad Nacional de Loja, específicamente la Carrera de Ingeniería Forestal.

Objetivo General

- Contribuir a la generación de información acerca de la diversidad de criptógamas epífitas en dos tipos de bosque del Parque Universitario Francisco Vivar Castro, provincia de Loja

Objetivos Específicos

- Conocer la riqueza y composición de criptógamas epífitas en dos tipos de bosque del Parque Universitario Francisco Vivar Castro, provincia de Loja
- Determinar los efectos de la cobertura arbolada sobre la riqueza y composición de criptógamas epífitas en dos tipos de bosque del Parque Universitario Francisco Vivar Castro, provincia de Loja.
- Difundir los resultados de la investigación a los actores sociales interesados.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Criptógamas epífitas

La expresión “criptógamas epífitas” ha sido utilizada por varios autores en numerosos trabajos; sin embargo, no existe una definición aceptada de lo que son las criptógamas epífitas. A continuación se definen por separado el término criptógama y epífitas.

2.1.1. Criptógamas

Son un grupo variado de organismos (helechos, musgos, algas y hongos), cuyos tejidos y aparatos de reproducción no son visibles a simple vista, y que además se reproducen por esporas, sin producción de flores ni de semillas (León et al., 2014; Silva, 2014).

2.1.2. Epífitas

Son organismos que, por diversas razones, han abandonado el hábito terrestre y se han adaptado a vivir sobre otras plantas (Ceja et al., 2008) e incluso objetos (rocas, cuerdas, recipientes, tejas, etc.) a los que se enraízan como mecanismo de soporte (Penagos et al., 2006), pero que no penetran el sistema vascular, a diferencia de las plantas parásitas (Marticorena et al., 2010).

En esta investigación se define a las criptógamas epífitas (briófitos y líquenes) como plantas no parásitas, que se reproducen a través de esporas y que se alojan sobre otras como mecanismo de soporte para desarrollarse.

2.2. Epífitas: diversidad, distribución e importancia

Las epífitas son un componente importante de la diversidad de los bosques montanos, razón por la cual este grupo está constituido por organismos no vasculares (musgos y líquenes), organismos vasculares inferiores (orquídeas, helechos y bromelias), los cuales se establecen asociados a ciertas condiciones como altas precipitaciones, humedad, y, temperaturas templadas (Küper et al., 2004).

Este grupo ecológico es muy diverso (Alzate y Cardona, 2000; Krömer et al., 2007; Viccon, 2009); y autores como Damon (2003); Ceja et al., (2008), Viccon (2009); y, Díaz et al., (2010) mencionan que las epífitas representan alrededor del 10% de la flora vascular del mundo, con cerca de 28 500 especies en los bosques tropicales (Benzing, 2004). Gentry y Dodson (1987) y Gentry (1988) en sus estudios han demostrado que las plantas epífitas son organismos muy susceptibles a la desecación, por ende, son más

abundantes en ambientes con condiciones altas de humedad; tal es el caso de los bosques montanos, ya que en ellos existe la presencia de nubosidad constante (Melo y Vargas, 2003; Rosbotham, 2009). Adicionalmente, los líquenes y los musgos enriquecen el mundo de las epífitas y contribuyen a la increíble diversidad de los bosques (Kiss y Bräuning, 2008).

Según Nieder et al., (2001) los bosques de Ecuador contienen aproximadamente el 5,8% de la diversidad epífita, mientras que Kiss y Bräuning (2008), señalan que en la actualidad son conocidas 4 000 especies de plantas vasculares epífitas que representan por lo menos el 26 % de todas las plantas vasculares del país. Así también, el número de epífitas endémicas que habitan solamente en Ecuador, es extraordinariamente alto, alcanzando el 36 % del total de las epífitas registradas.

La distribución espacial y abundancia de las epífitas depende de las condiciones microclimáticas del hábitat (luminosidad, temperatura y humedad) y las características propias del forófito (edad, diámetro, densidad del follaje, orientación y forma de las ramas de los árboles, además de las propiedades físicas y químicas de la corteza) sobre el que crecen (Benzing, 1990; Ceja et al., 2008; Chomba et al., 2011); ya que en varios estudios realizados en bosques tropicales y templados se reporta que existe una relación positiva entre el diámetro a la altura del pecho (DAP) de los árboles y la riqueza de epífitas que albergan (Burns et al., 2005; Zotz y Schultz, 2008; Chomba et al., 2011).

Las plantas epífitas desempeñan un papel importante en la dinámica de los ecosistemas y de sus comunidades, ya que al estratificarse verticalmente, desde la base de los árboles hasta las copas del dosel, acumulan grandes cantidades de agua en sus hojas, proporcionando una vía alterna en la dinámica de este recurso dentro del bosque, además, ofrecen una gran variedad de hábitat y recursos que son aprovechados por diversos organismos (Ceja et al., 2008; Werner, 2009). Por otro lado, las epífitas resultan ser herramientas potencialmente importantes para la detección de los cambios climáticos en los bosques tropicales, ya que son sensibles a cambios ambientales y presiones antrópicas (Nadkarni y Solano, 2002; Werner, 2009; Arana y Blanco, 2011).

Finalmente, es importante mencionar que aún queda mucho por hacer en torno a las plantas epífitas, ya que estas son un grupo muy complejo y diverso que puede ser estudiado desde diferentes perspectivas con la finalidad de ahondar en el conocimiento de sus diferentes aspectos biológicos (Ceja et al., 2008).

2.2.1. Epífitas vasculares

Las epífitas vasculares son plantas que crecen sobre otras plantas (hospederos), generalmente árboles, pero sin tener ningún contacto metabólico con ellos. Las comunidades de epífitas vasculares constituyen un grupo muy importante ecológicamente y diverso en los bosques montanos tanto en lo que se refiere a la riqueza de las especies (Krömer et al., 2005), como a su rol en los ciclos de agua y nutrientes (Coxson y Nadkarni 1995).

2.2.2. Epífitas no vasculares

Las epífitas no vasculares son plantas que no poseen tubos internos o vasos que conducen el agua y los nutrientes a través de toda la planta. La mayor parte de ellas se encuentran en lugares húmedos o sumergidas, ya que este tipo de ambiente les permite absorber agua a través de la superficie de sus tejidos. En estos organismos (algas, briófitos y líquenes) es evidente la ausencia de auténticas hojas, tallos y raíces (Ardiles et al., 2008).

2.3. Briófitos

El término briofita proviene de la palabra griega "Bryophyte" que hace referencia a la tolerancia que tienen estas plantas de soportar la desecación cuando se presentan condiciones extremas, así como a la capacidad que tienen de hidratarse rápidamente cuando reciben agua de la lluvia o del rocío, para iniciar la fotosíntesis tras permanecer largos periodos de tiempo en dormancia, condición que les permite perpetuarse en el tiempo y espacio (Ardiles et al., 2008; Castillo, 2015).

Por lo tanto, los briófitos se definen como plantas u organismos pequeños que carecen de un sistema vascular (Lobato et al., 2013); es decir, de tallo, hojas verdaderas y de raíces (Sarmiento, 2013), las cuales son reemplazadas por rizoides que les sirven como medio de sujeción, más que de absorción de nutrientes y agua (Patzelt y Echeverría, 1996; Cubas, 2008; Ardiles et al., 2008).

2.3.1. Clasificación

Los briófitos tradicionalmente se clasifican en tres grupos que son: musgos (división bryophyta), hepáticas (división marchantiophyta) y antoceros (división anthocerotophyta) (Medina, 2006; Cubas, 2008; Estébanez et al., 2011), los cuales poseen características similares, una de ellas es que son desprovistas de tejidos vasculares que son propios de las plantas terrestres superiores y mantienen unidas las fases de reproducción, la sexual

con órganos productores de gametos (gametofitos), y la reproducción asexual, productora de esporas (esporofito) (Barrera y Osorio, 2006).

2.3.1.1. División Bryophyta (Musgos)

Los musgos son el grupo más complejo y diverso de los briófitos. Son plantas foliosas y pequeñas principalmente de lugares húmedos, que forman densos cojines o tapices sobre el sustrato sea este suelo, roca o corteza de árboles u otras plantas (Ardiles et al., 2008), aunque hay grupos que se han adaptado a condiciones extremas donde hay déficit de agua por períodos prolongados y temperaturas altas (desiertos y regiones polares) (Allen et al., 2006).

Los musgos se pueden separar en dos grandes grupos: acrocárpicos y pleurocárpicos. Los musgos acrocárpicos corresponden a aquellas especies en que el esporofito se desarrolla sobre el ápice de un eje central y por lo general presentan un gametofito poco o nada ramificado que crece por lo general erecto formando pequeños y apretados cojines. Mientras tanto, en los musgos pleurocárpicos el esporofito nace y se dispone lateralmente; copiosamente ramificados se extienden en amplias y sueltas carpetas o tapices sobre el sustrato (Ardiles et al., 2008).

Por otro lado, varios autores mencionan que las estimaciones acerca del número de especies en este grupo son enormemente variables, pues para el año 2002 existían aproximadamente de 12800 especies alrededor del mundo (Delgadillo, 2014), sin embargo, León Yánez et al., (2006) mencionan que existen 9000 especies, cifra que concuerda con lo que manifiesta Magill (2010), este último autor discute el gran impacto de la sinonimia sobre los taxones de esta división y por esa razón se deduce a esa cantidad de especies.

2.3.1.2. División Marchantiophyta (Hepáticas)

Las plantas hepáticas se encuentran literalmente en todas partes, es decir en todos los continentes, incluida la Antártida. La mayor parte crecen en medios persistentemente húmedos y oscuros (agua dulce, en suelo de bosques, cascadas, zonas de salpicadura y márgenes de arroyos), sin embargo algunas también se han adaptado a crecer y vivir en minúsculos hábitats con limitación de agua (corteza y ramitas, superficie de hojas, superficie de rocas e incluso sobre la superficie de hongos) (Ardiles et al., 2008).

Las hepáticas presentan dos grandes grupos por la morfología externa de sus gametofitos, unas son talosas y otras foliosas (Barrera y Osorio, 2006; Campos et al., 2008; Ardiles et al., 2008). Las hepáticas foliosas son a menudo, plantas epífitas, pequeñas, que habitan zonas húmedas y sombreadas (Ardiles et al., 2008). Se caracterizan por tener un gametofito que consta de un eje principal (tallo) rastrero, provisto de rizoides unicelulares, en el cual se insertan 2 hileras de hojas dorsales, generalmente, lobuladas y sin nervaduras, dispuestas longitudinalmente a lo largo del talo y una hilera de hojas ventrales, más pequeñas denominadas anfigastrios (Delgadillo y Cárdenas, 1990).

Las plantas hepáticas talosas se caracterizan por tener un gametofito aplanado, dorsi-ventral (Ardiles et al., 2008), de color verde, que ocasionalmente puede presentar una costa: un engrosamiento del talo en la parte media, y también rizoides por la cara ventral; puede ser muy grueso, entonces hablamos de hepáticas talosas complejas o muy delgado, de una célula de grosor y hablamos de hepáticas talosas simples.

Una característica muy particular de las hepáticas talosas complejas es que presentan poros por la cara dorsal, los cuales se observan como agujeros hechos con un alfiler. Por su hábito de crecimiento, es obvio, que las talosas crecen principalmente sobre el suelo y barrancos o rocas mientras que las foliosas crecen principalmente sobre troncos y ramas de los árboles, talosas lo hacen principalmente sobre (Campos et al., 2008).

2.3.1.3. División Anthocerotophyta (Antoceros)

Estas plantas de aspecto y hábito similar al de las hepáticas talosas, generalmente se distribuyen en hábitats húmedos y sombríos de las regiones subtropicales y templadas del globo (Barrera y Osorio, 2006). Crecen formando rosetas verde claro u oscuras de preferencia en hábitat sombríos, orillas de riachuelos, sobre piedras (saxícolas), terrícolas o cortícolas (sobre troncos) (Ardiles et al., 2008).

El gametofito es taloso, formado por láminas lobuladas que se disponen en rosetas cóncavas, de bordes sinuosos u ondulados, de 3 a 10 centímetros de diámetro. Se fijan al sustrato por rizoides lisos y unicelulares. El talo es pluriestratificado. Las especies pueden ser monoicas o dioicas, los órganos sexuales, anteridios y arquegonios, se encuentran hundidos en el talo. El esporofito consta de un pie bulboso y una cápsula cilíndrica, generalmente larga y con aspecto de “cuerno” (Barrera y Osorio, 2006).

2.3.2. Diversidad de briófitos en Ecuador

En Ecuador, los briófitos es el grupo que menos atención ha recibido pese a su importarte rol en los diferentes ecosistemas y a su considerable aporte a la biodiversidad del país; sin embargo, en los últimos años se han hecho importantes aportes al conocimiento de los briófitos, de forma particular en el sur del Ecuador como las contribuciones de Benitez y Gradstein (2011), Benitez et al., (2012), Nöske et al., (2003), entre otros.

Por consiguiente, para el país se han reportado 950 especies de musgos y 700 especies de hepáticas y antoceros (Benitez y Gradstein, 2011)

2.4. Líquenes

Son una asociación simbiótica o mutualista entre un hongo (denominado micobionte, que puede ser un ascomiceto o un basidiomiceto) y uno o más organismos fotosintéticos (fotobionte, el cual frecuentemente es un alga verde y/o una cianobacteria), de cuyo estrecho contacto físico se origina un talo estable con morfología, genética, anatomía, fisiología y ecología específicas del organismo simbiótico (Barreno y Pérez, 2003; Hawksworth et al., 2005; Nash, 2009; Bungartz et al., 2013).

2.4.1. Clasificación

Los líquenes son parcialmente independientes del lugar donde se desarrollen o al tipo sustrato; de ahí que son muy variados en cuanto a su tamaño, forma y color, y se los encuentra presentes desde los polos hasta los desiertos y desde las costas hasta los trópicos, los cuales se desarrollan sobre todo tipo de sustratos.

De acuerdo a esta condición, los más comunes crecen sobre la corteza de los árboles o de otras plantas (líquenes epífitos o cortícolas), sobre musgos (musícolas), sobre hojas (folícolas) o sobre rocas (saxícolas). Algunos son capaces de colonizar los suelos desnudos (líquenes terrícolas), y unos pocos son capaces de vivir dentro de las rocas (líquenes endolíticos) o sobre otros líquenes (liquenícolas) (Hawksworth et al., 2005; Cubas et al., 2010).

Por otro lado, los líquenes se pueden clasificar según el tipo de talo, también denominado forma de crecimiento o biotipo. Generalmente se conocen los líquenes crustáceos, foliáceos y fruticosos (Coutiño y Montañez, 2000).

2.4.1.1. Líquenes Crustáceos

Son aquellos que están fuertemente unidos al sustrato (Cubas et al., 2010), y debido a esto, no pueden ser separados sin destruir el talo o remover parte del sustrato (Ryan et al., 2002). Este tipo de líquenes carecen de corteza inferior y su crecimiento es de unos milímetros por año (Ryan et al., 2002; Umaña y Sipman, 2002).

2.4.1.2. Líquenes Foliáceos

Tiene forma parecida a hojas, el talo es aplanado y está dividido en lóbulos (Umaña y Sipman, 2002). Están parcialmente unidos al sustrato, por lo que se les puede remover de manera intacta del sustrato. Además, estos líquenes captan el agua tanto del sustrato como de la atmósfera (Barreno y Pérez, 2003).

2.4.1.3. Líquenes Fruticosos

Son líquenes en forma de arbusto, barbados o en forma de tiras o tubos que se fijan al sustrato y se ramifican hacia el ápice (Umaña y Sipman, 2002). Sobresalen del sustrato y pueden ser erectos o colgantes (Barreno y Pérez, 2003) y crecen alrededor de 1 a 2 centímetros por año. Su talo, a diferencia de los del tipo folioso, tiene una simetría radial, la cual no permite diferenciar un córtex inferior y superior (Umaña y Sipman, 2002). Dependen de la humedad relativa del aire para su hidratación (Barreno y Pérez, 2003).

2.4.2. Diversidad de líquenes en Ecuador

Ecuador es considerado uno de los países más ricos en cuanto a diversidad biológica se refiere. Sin embargo, la flora liquénica del país ha sido muy poco estudiada hasta el momento a excepción de las Islas Galápagos, en donde se han reportado un total de 570 especies de flora liquénica (Bungartz et al., 2013) y según referencias bibliográficas con datos de líquenes, se tendría un total de 930 especies citadas para todo el Ecuador (Cevallos, 2012).

2.5. Epífitos no vasculares como bioindicadores

Briófitos y líquenes son un componente importante de los bosques montanos ya que juegan un papel fundamental dentro de su funcionamiento, regulan el contenido hídrico (Beringer et al., 2001), el balance de carbono en los suelos y la fijación del nitrógeno (Lang et al., 2012), que afectan directamente al ciclo de nutrientes. La característica principal es que son organismos poiquilohídricos, lo cual los convierte en un grupo

potencialmente importante para evaluar cambios en el ambiente relacionado con alteraciones antrópicas. Por esta razón, en las últimas décadas este grupo ha sido utilizado como un indicador de la calidad de los bosques (Sillet y Antoine, 2004), para evaluar el impacto humano sobre los ecosistemas (Holz y Gradstein, 2005; Gradstein, 2008; Nöske et al., 2008; Aragón et al., 2010; Aragón et al., 2012; Benitez et al., 2012; Benitez, 2016), contaminación del aire (Gilbert, 1968; Simijaca et al., 2014; Quispe et al., 2015; Ochoa-Jiménez et al., 2015), calentamiento global (Lang et al., 2012; Pescott et al., 2015), y cambios del microclima (Nöske et al., 2008; Mandl et al., 2010).

2.6. Bosques Montanos en el Ecuador

El Bosque montano denominado también "bosque de niebla" o “bosque andino”, es un término que se refiere a un conjunto de ecosistemas ubicados en las laderas de las zonas montañosas, a ambos lados de la cordillera andina (MECN, 2009); y albergan una gran diversidad de flora y fauna nativa, en su mayoría endémica (MAE y FAO, 2015).

La principal característica de estos bosques es la combinación de alta humedad y temperaturas templadas que han creado un ambiente favorable para la evolución y mantenimiento de un conjunto particular de flora y fauna, con una estructura organizada y dinámica temporal adaptados a este ambiente y exclusivo de este ecosistema (Stadmüller, 1987).

Los bosques montanos, se encuentran usualmente dentro de un determinado rango altitudinal que va desde 1800 hasta 3100 msnm. Esta categorización incluye tres zonas de vida; bosque húmedo montano bajo, bosque muy húmedo montano bajo y bosque pluvial montano (Cañadas, 1983) y dos tipos de formaciones vegetales: Bosque de neblina montano y Bosque siempreverde montano alto (Sierra, 1999). Su clima con características de humedad y precipitación anual promedio de 2000 a 3000 mm/año y temperaturas variables que dependen de la altitud, esta varía a entre 8° a 20° C en la región andina y llega hasta 0° en las zonas aledañas a páramos (Ulloa y Jorgensen, 1995; Becking et al., 2004).

Comprenden vegetación arbórea con alturas entre 20 y 25 m, en su mayoría cubiertos por abundantes epífitas, como orquídeas, helechos, bromelias, musgos y líquenes. Lozano (2002) menciona que las especies características de estos bosques son: *Cinchona officinalis* y *C. macrocalyx*; *Mutisia magnifica*; *Symplocos truncata*; *Podocarpus oleifolius* y *Podocarpus sprucei*; *Polylepis incana*; *Thibaudia sp.*; *Ceroxylon parvifrons*,

Geonoma lindeniana; *Desfontainia spinosa*; *Berberis pichinchensis*; *Alnus acuminata*; *Hedyosmum* sp.; *Weinmannia macrophylla*; *Cyathea caracasana*; *Persea ferruginea*; *Miconia obscura*; *Peperomia galioides*; *Chusquea* sp.; *Serjania paniculata*.

2.6.1. Importancia de los Bosques Montanos

Los bosques montanos son ecosistemas frágiles que contienen una diversidad biológica caracterizada por su alto grado de singularidad y rareza, sin embargo, se encuentran seriamente amenazados en toda su distribución. El alto nivel de vulnerabilidad frente a los cambios globales requiere de acciones urgentes para promover su conservación, no sólo debido a su enorme riqueza biológica, sino porque juegan un papel fundamental en la provisión de servicios ecosistémicos (Cuesta et al., 2009).

Ecológicamente, estos bosques son importantes por ser reservorios de biodiversidad y por sus excepcionales funciones de regulación hídrica y mantenimiento de alta calidad del agua (Balslev y Ollgaard, 2002; Bubb et al., 2004), debido a la fisonomía de la vegetación y a la frecuente y densa nubosidad; esta característica permite que este tipo de bosque se pueda extraer considerables cantidades de agua de las nubes, regular su flujo y conservar el suelo (Torracchi, 2015).

2.6.2. Bosques montanos en la Región Sur del Ecuador

Según Lozano et al., (2002) el bosque montano o de neblina se localiza en las 3 provincias: Loja, Zamora Chinchipe y El Oro. En la provincia de Loja van entre el rango altitudinal de 2300 - 2900 msnm en la zona del flanco occidental del Parque Nacional Podocarpus: Cajanuma, Cerro Toledo, Cruz del Soldado en el cruce de Sabanilla Loja–Zamora, al norte en Acacana, La Cofradía, Loma del Oro, Fierro-Urco, entre Selén y Selva alegre, Bellavista (Manú), Cerro Santa Ana, Bosque de Angashcola en Amaluza. Mientras que en la provincia de El Oro los rangos altitudinales van de 2000– 2800 msnm, en las partes altas de Chilla.

Los bosques montanos de Loja, han demostrado ser florísticamente más diversos que los de la parte norte del país (Lozano, 2002) ya que muestreos de vegetación en la parte occidental del Parque Nacional Podocarpus a 2800 msnm., indican una densidad de 2310 árboles por hectárea.

2.7. Estudios similares

Se han desarrollado limitadas investigaciones sobre la diversidad de criptógamas epífitas en bosques montanos de la Región Sur del Ecuador, hasta la fecha las investigaciones realizadas con respecto al tema en investigación no han tenido resultados satisfactorios. A continuación se muestran algunas investigaciones puntuales referentes a la temática en estudio.

Nöske et al., (2008) estudiaron la diversidad de líquenes y briófitos epifitas en bosques maduros, bosques perturbados de 50 años y en árboles aislados en antiguos pastizales, ubicados en la Reserva Biológica San Francisco y alrededores, dentro de un rango altitudinal de 1800-2000 msnm; donde reportaron 92 especies de briófitos y 115 especies de líquenes, en 6 parcelas de 0,5 ha.

Benitez et al., (2015) en un estudio realizado en la provincia de Loja, en tres remanentes boscosos (fragmentos de bosques primarios; secundarios; y, fragmentos de bosques monoespecíficos de *Alnus acuminat*a Kunth) situados entre 2200-2800 msnm; registraron un total de 374 especies epífitas (307 líquenes y 67 briófitos) en 240 árboles evaluados dentro de 60 parcelas de 5 x 5 m; siendo, el bosque primario el que presentó el mayor número de especies con 234, seguido por el bosque secundario con 191 especies y el bosque monoespecífico con 134 especies. Así mismo, corroboraron que el diámetro del árbol y la cubierta del dosel tienen un efecto significativo sobre la riqueza de briófitos, ya que 54 especies fueron exclusivas de bosques primarios, superando el número de especie exclusivas de bosques secundarios.

Ochoa (2015) en un estudio realizado en los alrededores de la ciudad de Loja para determinar la diversidad de epífitas en plantaciones de pino establecidas en altitudes de 1900-2500 msnm, reportó 166 especies epífitas (140 líquenes y 26 briófitos), distribuidos en 65 géneros y 35 familias, en un total de 120 árboles evaluados dentro de 24 parcelas de 24 x 24 m. Además, demostró que existe una alta riqueza de epífitos no vasculares en las plantaciones de *Pinus patula* lo cual estaría influenciado por la cercanía de estas las plantaciones a los bosques montanos nativos. Finalmente, confirmó que la riqueza y composición de especies está influenciada por los factores microclimáticos, principalmente por: altitud, inclinación, luz difusa, luz total, humedad relativa mínima, temperatura máxima y densidad de copa.

Benavides (2015) registró en 10 fragmentos de bosque montano (2851-2907 msnm) de la Hacienda “Los Cedros”, parroquia Cuyuja, provincia de Napo, 187 especies de epífitos no vasculares (68 briófitos y 119 líquenes) en 100 árboles, concluyendo que la riqueza de especies no varía de bosques alterados a bosques no alterados; sin embargo, la composición si mostró cambios en las comunidades de epífitos no vasculares.

Nagua (2017) estudio la diversidad de líquenes y briófitos epífitos en los bosques montanos de la Subcuenca del río “Casacay”, provincia de El Oro; registrando 158 especies (71 briófitos y 87 líquenes) distribuidas en 54 géneros y 43 familias en 120 árboles evaluados dentro de 30 parcelas de 5 x 5 m en dos tipos de bosque. Además, señaló que los géneros con mayor número de especies se encontraron en el bosque primario: *Sticta* (10 especies), *Plagiochila* (8), *Lejeunea* (5) y *Phyllopsora* (5); mientras que, *Heterodermia* (15), Usnea (8) y *Parmotrema* (7) dominaron el bosque secundario. Así mismo, las familias mejor representadas en los dos tipos de bosques fueron *Physciaceae* (17especies) seguida de *Lobariaceae* (16), *Plagiochilaceae* (10), *Lejeuneaceae* (9) y *Parmeliaceae* (7).

3. METODOLOGÍA

3.1. Ubicación del área de estudio

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Parque Universitario de Educación Ambiental y Recreación Francisco Vivar Castro (PUEAR) de la Universidad Nacional de Loja (Figura 1); ubicado al sur de la ciudad de Loja a 5 km del centro de la misma (Ocampo, 2012; Granda y Pérez, 2012); situado entre las siguientes coordenadas UTM: 700 592 – 9 554 223N, 700 970 – 9 553 139S - 701 309 – 9 553 171E, 699 961 – 9 554 049W, con una superficie total de 99 ha (Muñoz, 2015).

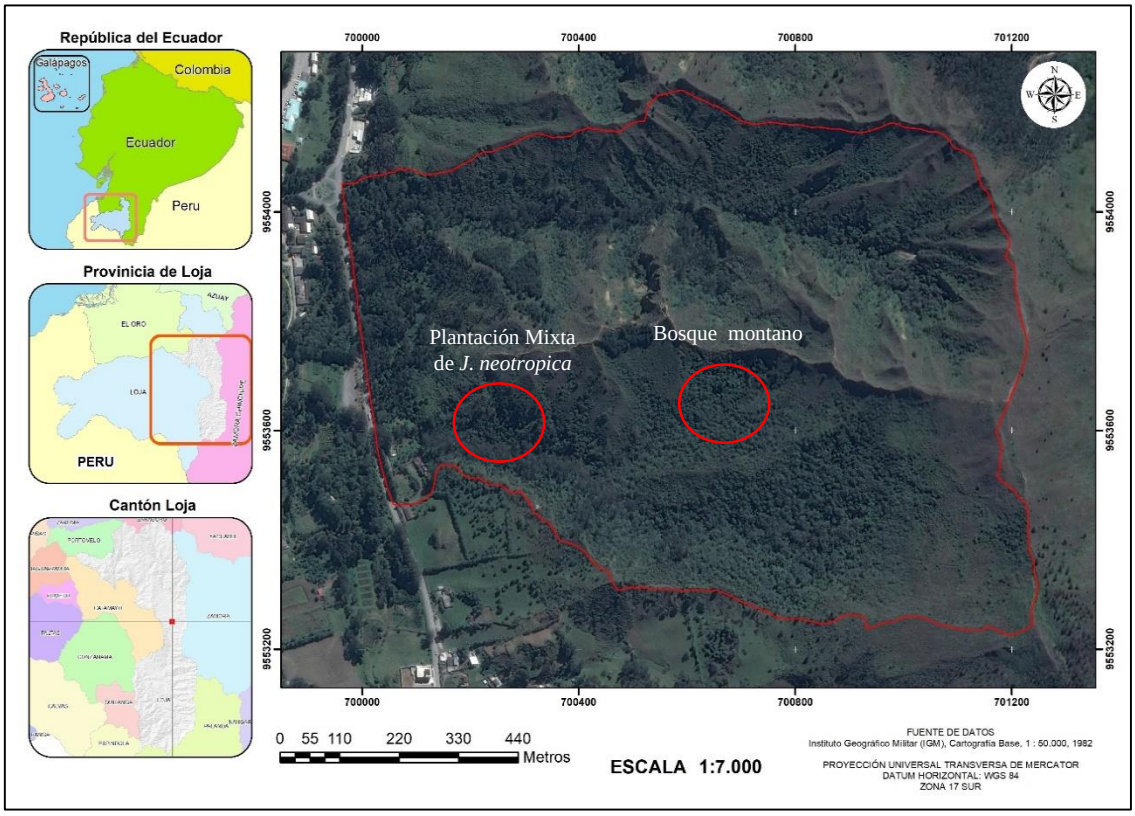

Figura 1. Mapa de ubicación del Parque Universitario de Educación Ambiental y Recreación "Francisco Vivar Castro".

3.1.1. Características biofísicas del PUEAR

Ecológicamente, de acuerdo al sistema de Holdridge, el PUEAR se encuentra dentro de la zona de vida bosque seco montano bajo (Rojas, 2012), motivo por el cual, en él se desarrollan una gran diversidad de ecosistemas, diferenciables claramente por su composición, estructura y función. Entre los principales ecosistemas están el bosque nativo andino, matorral andino y el páramo antrópico (Ocampo, 2012; Granda y Pérez, 2012; Aguirre et al., 2016).

Se encuentra en un rango altitudinal que va de 2 130 a 2 520 msnm (Correa, 2004; Aguirre et al., 2016) con un clima templado lluvioso, temperatura media anual que oscila entre 15,60 °C y 16,6 °C; precipitación media anual de 812,6 mm/ año; humedad relativa media de 71,96 %; y, evaporación media de 111,33 mm (Muñoz, 2015).

Los suelos en su mayoría tienen su origen en el material parental de rocas metamórficas que han dado como resultado suelos coluviales (Ocampo, 2012). Así mismo, el 70% de los suelos se clasifican taxonómicamente como entisoles (Guarnizo y Villa, 1995), siendo estos de textura franco, franco arenosa y franco arcillosa y los cuales presentan bajos niveles de materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio, conllevando a que estos sean ácidos; no obstante, contribuyen a la regulación del ciclo normal del agua y control de procesos erosivos (Samaniego, 2003).

3.1.2. Formaciones vegetales existentes en el PUEAR

Según Aguirre et al., (2016), el PUEAR posee siete formaciones vegetales las cuales se diferencian por su composición, estructura y función. En este caso particular, a continuación se describe los tipos de bosque de nuestro interés: bosque montano y plantación mixta de *J. neotropica* (nogal), en donde se llevó a cabo la presente investigación.

3.1.2.1. Bosque montano

Este ecosistema se encuentra a una altitud de 2 250 msnm., con una extensión de 21,09 ha que corresponde al 21,28 % del área del PUEAR (Aguirre et al., 2016). Debido a la humedad atmosférica imperante, es la cobertura boscosa de máximo crecimiento y desarrollo con una gran diversidad florística en diferentes hábitos de crecimiento, formada por árboles, arbustos, briófitos, líquenes, helechos, hierbas, bejucos y lianas (Figura 2). Las especies más comunes son: *Alnus acuminata* (aliso), *Clusia alata* (duco), *Clethra fimbriata* (almiscle).

Otras especies características de esta formación son: *Cedrela montana* (cedro), *Saurauia bullosa* (monte del oso), *Cestrum stuebelii* (sauco), *Oreopanax rosei* (pumamaqui), *Myrsine dependens* (maco maco) y *Viburnum triphyllum* (rañas). En el sotobosque crecen *Piper* spp., *Pilea myriantha*, *Acalypha diversifolia*, *Aulonemia* sp., *Solanum* spp. (mataperros) (Merino, 1990; Ocampo y Duque, 1983; Aguirre et al., 2016).

Figura 2. Panorámica del bosque montano del PUEAR.

3.1.2.2. Plantación mixta de nogal

Está ubicado en la parte baja del parque y desempeña un papel muy importante en la protección del suelo, evitando deslizamientos, protección de la franja ribereña, se puede apreciar especies que pertenecen a diferentes hábitos de crecimiento: árboles, arbustos, epífitas, bejucos, helechos y hierbas (Figura 3). Este ecosistema comprende 1,32 ha que constituye el 1,34 % del área del PUEAR (Aguirre et al., 2016). Predomina la especie *Juglans neotropica* (nogal), y adicionalmente existe la presencia de especies como: *Cedrela montana*, *Siparuna muricata*, *Inga fendleriana*, *Vibumum triphyllum*, *Streptosolen jamesonii*, *Palicourea heterochroma*, *Oreopanax rosei*, *Salvia tiliifoli*, *Piper asperiusculum*, *Peperomia galioides* y *Oxalis* peduncularis (Flores et al., 2010).

Figura 3. Panorámica de la plantación mixta de *Juglans neotropica* (Nogal) del PUEAR.

3.2. Metodología para conocer la riqueza y composición de criptógamas epífitas en dos tipos de bosque del Parque Universitario Francisco Vivar Castro, provincia de Loja.

3.2.1. Diseño y recolección de datos

La diversidad de criptógamas epífitas (briófitos y líquenes) se investigó en dos tipos de bosque, uno la plantación mixta de *Juglans neotropica* Diels (nogal), y el otro en el bosque montano. Para ello, se instaló 10 parcelas temporales de 20 m x 20 m, cinco en la plantación mixta de nogal y cinco en el bosque montano. Dentro de cada parcela se escogió 10 árboles (forófito) con un DAP mayor a 10 cm, dando un total de 100 forófitos; adicionalmente, para cada árbol se registró las variables como: tipo de bosque, número de parcela, inclinación y orientación del árbol (Tabla 1). Para el muestreo de las criptógamas epífitas se utilizó un cuadrante de 20 x 30 cm (Anexo 1), a dos alturas (50 – 100 cm; y, 101 – 200 cm) de la base del árbol, y dos orientaciones: Norte y Sur, donde se registró la presencia/ausencia y cobertura de las especies (Gradstein et al., 2003; Benitez et al., 2012); en total se hicieron cuatro levantamientos por cada forófito.

Tabla 1. Matriz de campo para el registro de datos de criptógamas epífitas en los dos tipos de bosque del Parque Universitario "Francisco Vivar Castro".

Tipo de Bosque	**N° Parcela**	**N° Árbol**	**DAP**	**NC. del forófito**	**O. del forófito**	**Inclinación**	**Altura**	**Briófito (%)**		**Líquen (%)**	
								Sp 1	**Sp n**	**Sp 1**	**Sp n**
PN							N1				
							N2				
							S1				
							S2				
..											
..											
BM							N1				
							N2				
							S1				
							S2				
..											
..											

PN: Plantación de Nogal; **BM:** Bosque Montano; **DAP:** Diámetro a la altura del pecho; **NC:** Nombre científico; **O:** Orientación; **I:** Inclinación; **N:** Norte; **S:** Sur; **Sp:** Especie.

Los especímenes se colectaron en bolsas de papel con su respectiva etiqueta y posteriormente fueron llevados al Herbario de la Universidad Técnica Particular de Loja (HUTPL) para someterlas a un proceso de secado para muestras de herbario y realizar la respectiva identificación taxonómica de los especímenes. En base a los caracteres morfológicos y anatómicos: filidios, costa, apotecios, isidios, talo, cilios, etc., se determinó a nivel de especie, la cual generó un grado de complejidad avanzada, ya que demandó el uso de estereoscopios y el uso de claves taxonómicas generales y especializadas (Gradstein et al., 2001; Barreno y Pérez, 2003; Ordóñez et al., 2003). Las muestras se trabajaron en el HUTPL y en el HLOJA (Anexo 2).

3.2.2. Análisis de datos

La diversidad de especies en los dos tipos de bosque se determinó mediante la riqueza específica y los índices de Shannon-Weaver y Simpson; y, para analizar la composición de las especies se realizó un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) con el fin de observar la similitud y el agrupamiento de las comunidades de briófitos y líquenes en función de la gradiente de alteración. Los análisis se realizaron con el programa estadístico R (R Core Team 2013) con el paquete estadístico “vegan”.

3.3. Metodología para determinar los efectos de la cobertura arbolada sobre la riqueza y composición de criptógamas epífitas en dos tipos de bosque del Parque Universitario Francisco Vivar Castro, provincia de Loja.

Para conocer los efectos de la variable cobertura arbolada sobre la riqueza y composición de briófitos y líquenes en los dos tipos de bosque, se tomó 5 fotografías hemisféricas dentro de cada parcela de estudio, con una cámara digital nivelada horizontalmente y con una lente de ojo de pez, las cuales fueron tomadas siempre en días sombreados y a la altura del pecho (1,3 metros de altura), con la finalidad de registrar la entrada de luz al interior del bosque (Anexo 3).

3.3.1. Análisis de datos

Las fotografías hemisféricas fueron analizadas mediante el programa Gap Light Analyzer (GLA) ver. 2.0 (Frazer et al., 1999) cuyos resultados permitieron saber con exactitud la cantidad de luz que ingresa al interior de cada tipo de bosque. A sí mismo, se efectuó un modelo lineal generalizado mixto (GLMM) para estudiar los efectos de la cobertura arbolada sobre la riqueza de especies; y, un análisis de varianza basado en permutaciones

(PERMANOVA) para medir el efecto de la cobertura arbolada sobre la composición de las comunidades de briófitos y líquenes. Los datos fueron analizados con el programa estadístico R (R Core Team 2013) en complemento con el paquete estadístico “vegan”.

3.4. Metodología para difundir los resultados de la investigación.

Los resultados de la investigación se difundieron de la siguiente manera:

- Elaboración de un tríptico, con la finalidad de dar a conocer los resultados obtenidos de la presente investigación
- Elaboración del documento final de la tesis; y, un artículo científico para difundir los resultados de la investigación.

4. RESULTADOS

4.1. Riqueza y composición de criptógamas epífitas en dos tipos de bosque del Parque Universitario Francisco Vivar Castro, provincia de Loja.

4.1.1. Riqueza de especies

En los dos tipos de bosque se identificó un total de 135 especies de criptógamas epífitas pertenecientes a 61 géneros y 39 familias en 100 árboles muestreados. Los líquenes, con 80 especies fueron más representativos que los briófitos con 55 especies (Anexo 4). Así mismo, las familias que presentaron mayor número de especies, para los briófitos fueron: Lejeuneaceae y Plagiochilaceae, seguido de Meteoriaceae, Neckeraceae y Frullaniaceae; mientras tanto que, para los líquenes fueron: Lobaricaeae, Ramalinaceae y Physciaceae, seguido de Parmeliaceae, Coenogoniaceae y Arthoniaceae (Figura 4).

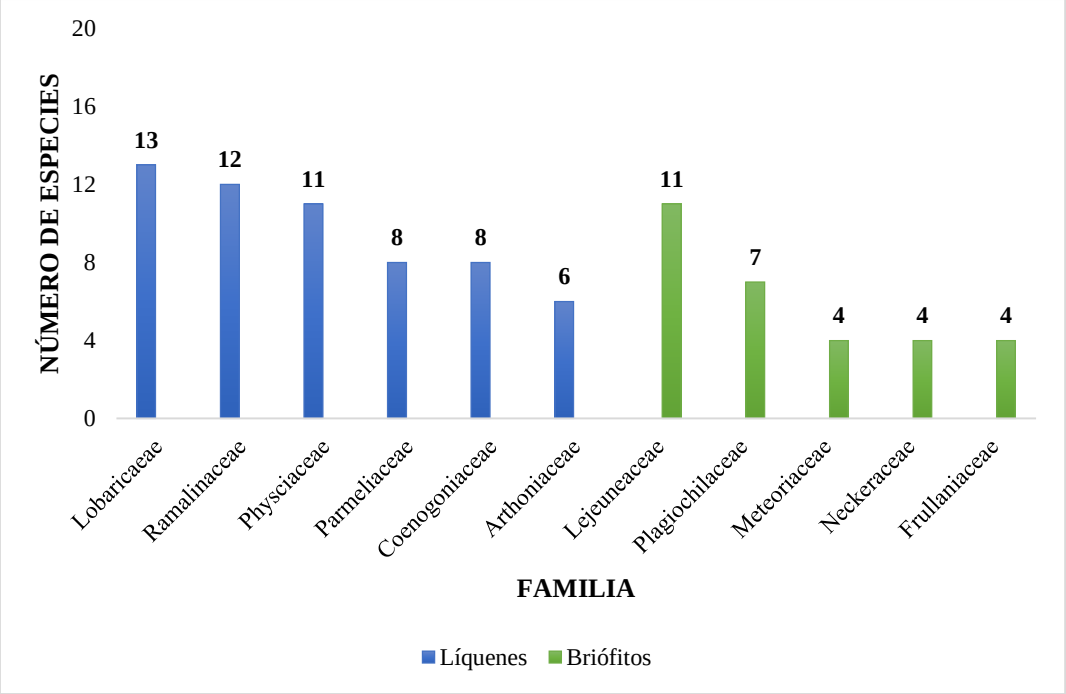

Figura 4. Familias con mayor número de especies de briófitos y líquenes en los dos tipos de bosque.

Se registró 85 especies en la plantación mixta de *J. neotropica* Diels (nogal) y 89 especies en bosque montano (Figura 6), donde, al comparar la riqueza de especies, se evidenció que la riqueza de líquenes es igual en los dos tipos de bosque, mientras que la riqueza de briófitos predomina en el bosque montano (Figura 5).

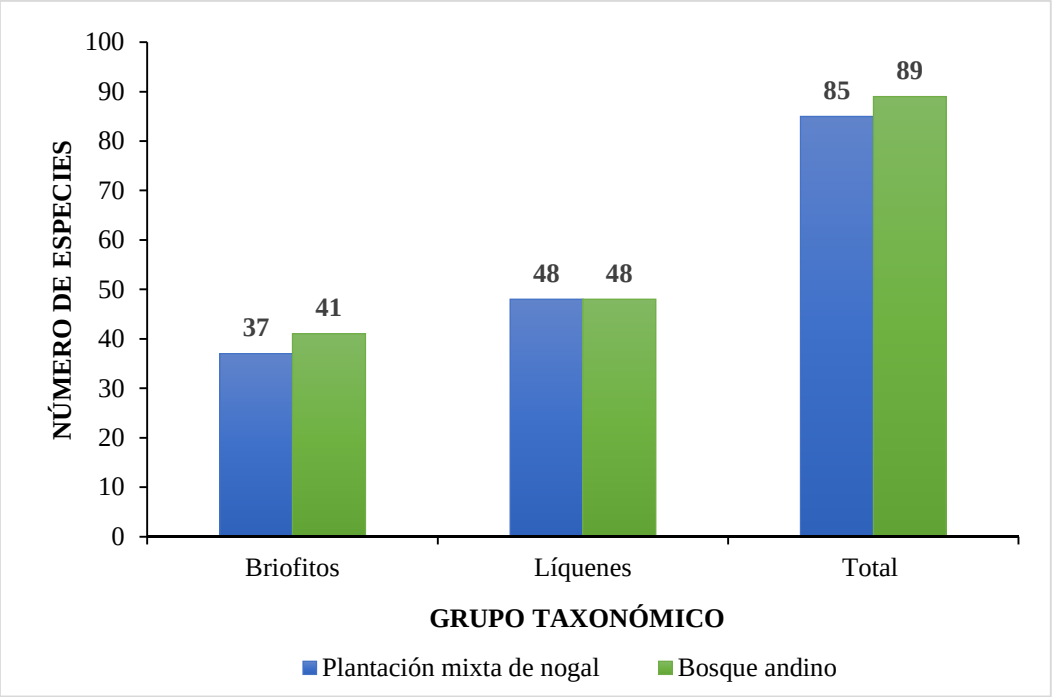

Figura 5. Riqueza total de criptógamas epífitas presentes en cada tipo de bosque del PUEAR.

Cryptothecia rubrocincta (Ehrenb.) G. Thor	*Leptogium azureum* (Sw.) Mont.
Herpothallon sp.	*Bacidea* sp.

Lobaria sp.	*Teloschistes exilis* (Michaux) Vainio
Pseudocyphellaria aurata (Ach.) Vain.	*Graphis* sp.
Prionodon densus (Sw. Ex Hedw.) Müll. Hal.	*Plagiochila raddiana Lindenb.*
Frullania gibbosa Nees	*Porotrichum* sp.

Figura 6. Líquenes y briófitos más representativos de la plantación mixta de *Juglans neotropica* y del bosque montano, en el PUEAR-UNL-Noviembre del 2017.

La riqueza de briófitos en la plantación mixta *de J. neotropica*, estuvo representada por 17 familias con 22 géneros; y, el bosque montano por 18 familias y 23 géneros; respecto al grupo de líquenes, se registró 13 familias con 23 géneros en la plantación mixta de *J. neotropica*; y, 13 familias con 23 géneros para el bosque montano (Figura 7).

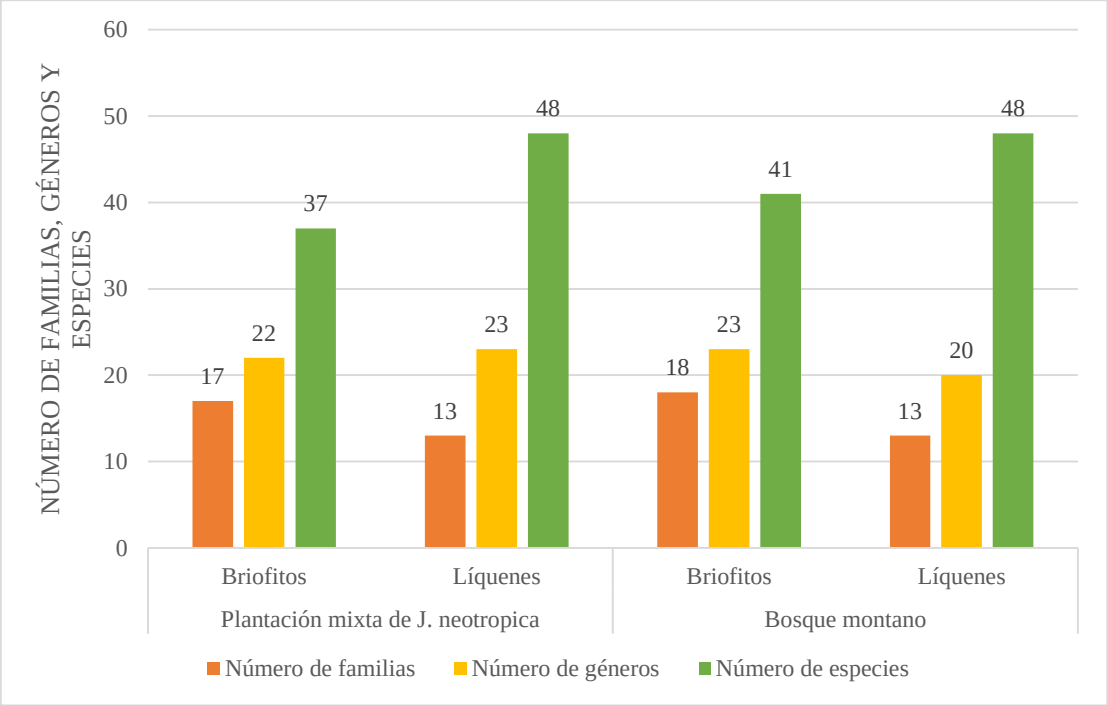

Figura 7. Diversidad de cada grupo taxonómico por familia y género en la plantación mixta de *Juglans neotropica* y en el bosque montano del PUEAR.

El diagrama de cajas señaló un mayor número de especies de criptógamas epífitas para la plantación mixta de *Juglans neotropica*, estimando de 8 a 19 especies por árbol respectivamente; mientras que, para el bosque montano, de 4 a 14 especies por árbol respectivamente (Figura 8).

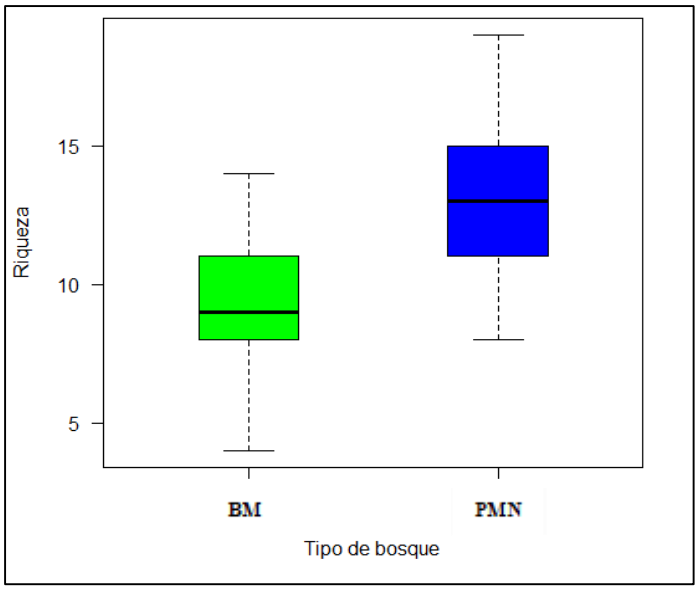

Figura 8. Riqueza de criptógamas epífitas (briófitos y líquenes), entre el bosque montano (BM) y la plantación mixta de *Juglans neotropica*.

4.1.2. Índices de Shannon-Weaver y Simpson

Un patrón similar indicó los índices de Shannon-Weaver y Simpson, donde se evidenció que la diversidad es mayor en la plantación mixta de *Juglans neotropica* (3,50 y 6,52 respectivamente) que en el bosque montano (1,63 y 2,13 respectivamente) (Figura 9).

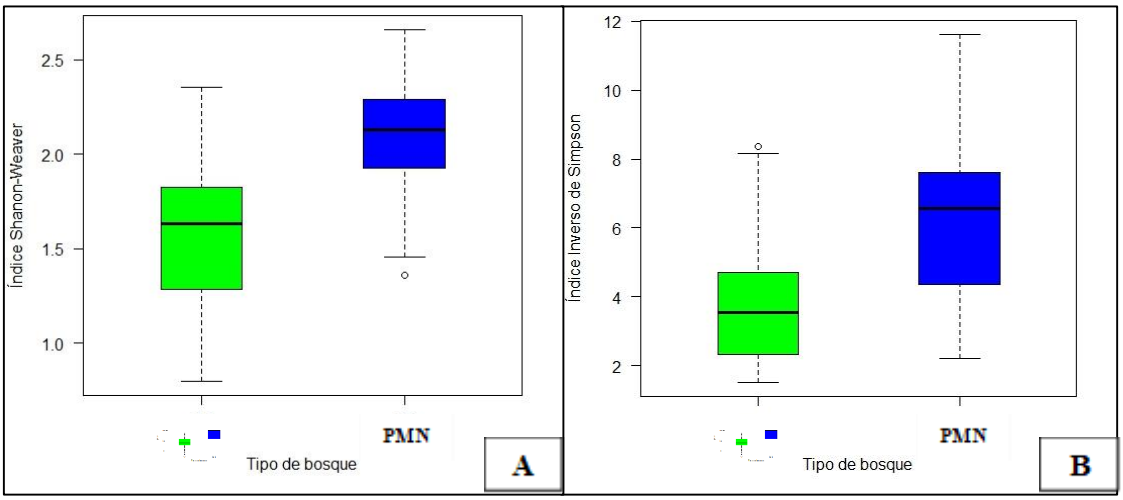

Figura 9. Índices de diversidad alfa. A. Diversidad de criptógamas epífitas en los dos tipos de bosque, en base al Índice de Shannon-Weaver. B. Dominancia de criptógamas epífitas en los dos tipos de bosque, en base al Índice de Simpson.

4.1.3. Composición de especies

El análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS), permitió visualizar que la composición de las comunidades de especies de criptógamas epífitas (briófitos y líquenes) es diferente en los dos tipos de bosque, ya que en la plantación mixta de *Juglans neotropica* (nogal), las muestras se encuentran más agrupadas, lo que no ocurre con el bosque montano, donde las muestras se encuentran más dispersas (Figura 10).

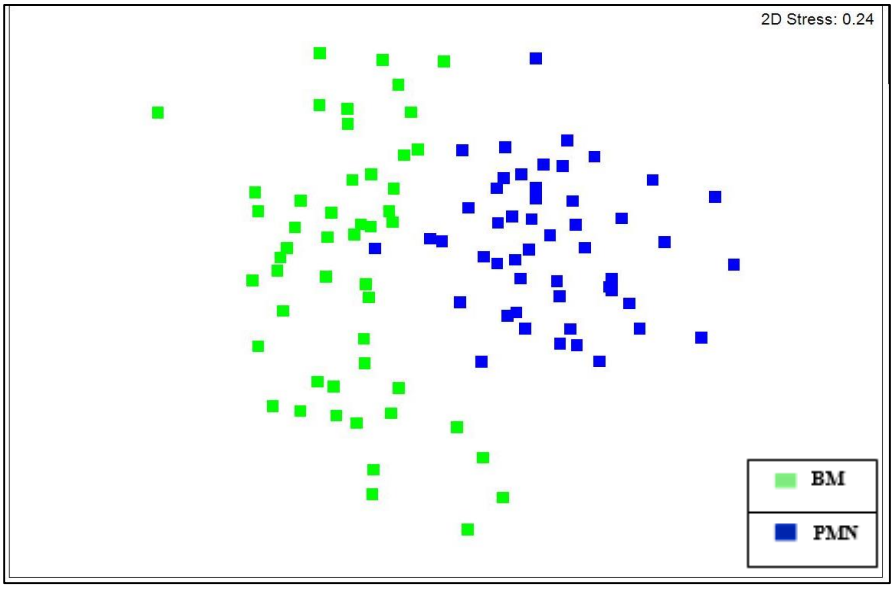

Figura 10. Visualización de la composición de criptógamas epífitas en la plantación mixta de *Juglans neotropica* (PMN) y en el bosque montano (BM), a través del NMDS.

4.2. Efectos de la cobertura arbolada sobre la riqueza y composición de criptógamas epífitas en dos tipos de bosque del Parque Universitario Francisco Vivar Castro, provincia de Loja

4.2.1. Efectos sobre la riqueza de criptógamas epífitas

El modelo lineal generalizado mixto (GLMM) determinó que las variables DAP y tipo de bosque influyen significativamente en la riqueza de criptógamas epífitas (briófitos y líquenes) a diferencia de la variables luz, orientación e inclinación, las cuales no influyeron en la riqueza de especies (Tabla 2).

Tabla 2. Modelo lineal generalizado mixto

Variables	Coeficiente	SE	Z valor	Pr(>|z|)
Bosque BN	0,446583	0,2179921	2,049	0,0405
Luz	-0,0111052	0,0153254	-0,725	0,4687
DAP	0,0064759	0,003114	2,08	0,0376
Orientación	-0,0002779	0,0004653	-0,597	0,5504
Inclinación	0,0002406	0,0028278	0,085	0,9322

4.2.2. Efectos sobre la composición de criptógamas epífitas

El análisis multivariado basado en permutaciones (PERMANOVA), determinó que la composición de especies de criptógamas epífitas estuvo influenciada por la cobertura arbolada con un R^2 de 0,10 que significa el 10,6 % de la varianza explicada, seguida por el DAP con 3 % de la varianza explicada en las comunidades (Tabla 3), en comparación con la inclinación y orientación, que explican muy poca variabilidad en las comunidades de briófitos y líquenes con menos del 2 % de la variabilidad en las comunidades.

Tabla 3. Resultados del análisis PERMANOVA

Variables	Df	SS	MS	F-valor	R^2	Pr(>F)
DAP	1	0,00103	0,00103	3,8871	0,03434	0,001
Luz	1	0,003199	0,003199	12,0728	0,10666	0,001
Inclinación	1	0,0003725	0,0003725	1,406	0,01242	0,116
Orientación	1	0,0002193	0,0002193	0,8276	0,00731	0,642
Residuales	95	0,0251726	0,000265		0,83927	
Total	99	0,0299935			1	

4.3. Difusión de la información generada

Dada la relevancia de la información generada en la presente investigación, se realizaron varias actividades para la difusión de los resultados. En primera instancia se efectuó la socialización de los resultados del proyecto de tesis a un grupo de estudiantes de la Carrera de Ingeniería Agronómica donde se aportó con algunas recomendaciones para futuras investigaciones en esta temática (Figura 11), también, se elaboró y entregó un tríptico divulgativo a los actores sociales interesados (Anexo 5). Finalmente, se elaboró un artículo científico de la tesis, con el propósito de difundir la información en una revista de carácter científico.

Figura 11. Socialización de los resultados a los actores sociales interesados en la temática.

5. DISCUSIÓN

5.1. Riqueza de especies

Los resultados señalaron que la riqueza y composición de criptógamas epífitas estuvieron influenciadas por el tipo de bosque, debido a cambios en la cobertura arbolada. En este contexto varios trabajos han documentado que existe una efecto de la cobertura arbolada sobre la riqueza y composición de epífitos en bosques montanos (Acebey et al., 2003; Holz y Gradstein 2005; Nöske et al., 2008; Benitez et al., 2015).

En total se registraron 135 especies (80 líquenes y 55 briófitos), 85 especies en la plantación mixta de *Juglans neotropica* Diels (nogal) y 89 especies en el bosque montano. Estos resultados son similares a los encontrados por Benavides (2016) en un bosque montano de la provincia de Napo, donde registró 187 especies (68 briófitos y 119 líquenes) y Nagua (2017) registró 158 especies (71 briófitos y 87 líquenes) en un bosque montano de la provincia de El Oro. Por otro lado, Benitez et al., (2015), reportó 374 especies (307 líquenes y 67 briófitos) y Nöske et al. (2008) 207 especies (115 líquenes y 92 briófitos), en diferentes bosques montanos de la región Sur del Ecuador. Estas diferencias están relacionadas con la superficie de muestreo y algunos estudios han incluido la evaluación de todo el árbol (base del tronco, tronco, dosel interior, dosel medio y dosel exterior). Respecto al estudio de la riqueza de criptógamas epífitas en plantaciones forestales, no existen investigaciones puntuales en plantaciones de *J. neotropica*, sin embargo, existen estudios en bosques monoespecíficos de *Alnus acuminata* Kunth., como el de Benitez et al. (2015) y plantaciones de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. y Cham como el de Ochoa (2015), donde registran 134 y 116 especies respectivamente, resultados que son considerados altos en comparación al obtenido en la presente investigación en una plantación mixta de *J. neotropica* (85 especies: 37 briófitos y 48 líquenes).

La riqueza de especies estuvo limitada por el tipo de bosque, particularmente por la plantación mixta de *J. neotropica* en la que se registró un mayor número de especies a nivel de árbol en comparación con el bosque natural. Esto se debe principalmente a que la plantación de *J. neotropica* presentó una mayor apertura del dosel en comparación con el bosque, lo que implica alteraciones del microclima con menor humedad y mayor intensidad de luz. Estos cambios favorecieron el establecimiento de epífitas de sol de los géneros *Frullania, Heterodermia* y *Parmotrema* que están mejor adaptadas a estos ambientes. Similar a nuestros hallazgos, varios estudios han documentado que los bosques alterados presentan un mayor número de epífitas de sol, por lo que la riqueza es

igual o aumenta en bosques secundarios al compararlos con bosques primarios (Holz y Gradstein 2005; Nöske et al., 2008; Benitez et al., 2012). Cabe señalar que los dos tipos de bosque se encuentran dentro de un remanente de bosque aislado, donde el bosque montano sobrepasa alrededor de los 80 años de sucesión secundaria y la plantación mixta de *J. neotropica* sobrepasa aproximadamente los 65 años de establecida (Vivar, 1983), lo que posiblemente explicaría que exista un número similar de especies de criptógamas epífitas entre los dos bosques.

5.2. Composición de especies

La composición de las comunidades de criptógamas epífitas cambia significativamente del bosque montano respecto a la plantación mixta de nogal lo que concuerda con estudios similares realizados por Nöske et al., (2008); Gradstein (2008); Benitez et al., (2015); y, Benavides (2016). La mayor apertura del dosel en la plantación mixta de *J. neotropica* favorece el establecimiento de las epífitas de sol como son las especies de los géneros *Lejeunea, Frullania Heterodermia y Parmotrema*, que presenta características funcionales, por ejemplo la presencia de metabolitos secundarios que les brindan protección contra el exceso de luz y disminución de humedad. Corroborando nuestros hallazgos, Acebey et al (2003) y Benitez et al (2012, 2015) señalan que las epífitas de sol (e.g. *Frullania, Heteridemia, Parmotrema*) son más dominantes en los bosques secundarios o alterados, los cuales han reemplazado a los epífitos de sombra.

Un patrón diferente se puede evidenciar en el bosque montano, que está caracterizado por una menor apertura del dosel donde las epífitas de sombra de los géneros *Porotrichum*, *Plagiochila*, *Leptogium*, *Lobaria*, *Sticta*, y *Phyllopsora* fueron las más dominantes, debido a que estos bosques presentan mayor humedad y menos intensidad de luz. En este contexto, especies como *Cococarpia filiformis*, *C. palmicola* y *Prionodon densus*, fueron exclusivas para el bosque montano, mientras que *Frullania brasiliensis*, *F. gibbosa*, *Teloschistes exilis* y *Ramalina celastri*, estuvieron definidos a la plantación mixta de *J. neotropica*. Corroborándose este patrón, varios estudios han documentado que los epífitos de sombra están restringidos a bosques nativos y secundarios que les brindan condiciones óptimas (Acebey et al., 2003; Holz y Gradstein 2005, Gradstein 2008; Nöske et al., 2008, Benitez et al. 2012. 2015), ya que estas especies son sensibles a los cambios microclimáticos debido a que necesitan altos niveles de humedad, por ejemplo, muchos de los líquenes necesitan agua en estado líquido para realizar la fotosíntesis, debido a la simbiosis con cianobacterias. Por lo tanto, se dedujo que las

comunidades de briófitos y líquenes estuvieron condicionadas considerablemente por la incidencia de luz que hay en cada tipo de bosque, ya que en la plantación mixta de *J. neotropica*, el porcentaje de luz (33,69 %) que pasa al sotobosque es mayor al que ingresa al sotobosque del bosque montano (25,38 %), esto explica la ausencia o baja presencia de briófitos y líquenes del orden Peltigerales en la plantación de nogal, ya que presentan necesidades hídricas más elevadas (Kranner et al., 2008).

A pesar que los cambios microclimáticos son importantes limitantes de la diversidad de criptógamas epífitas, factores relacionados con los rasgos del hospedero, por ejemplo especie del hospedero (Callaway et al., 2001; Hietz et al., 2006; García, 2012), diámetro de los árboles (Snäll et al., 2004; Belinchón et al., 2009; Rosbotham, 2014), características de la corteza (textura y profundidad) (Öckinger et al., 2005; Martínez et al., 2011); y, pH (Cáceres et al., 2007; Soto-Medina et al., 2012; Rosabal et al., 2013) son otros factores limitantes de las comunidades epífitas. En nuestro caso, el diámetro de los arboles tuvo un efecto significativo en la composición de las comunidades de criptógamas epífitas, relacionadas con una mayor disponibilidad para la distribución y establecimiento de las especies. Similar a nuestros resultados, Soto-Medina et al. (2012), Rosabal et al. (2013) y Benitez (2015) han identificado al diámetro de los arboles como un factor clave para el establecimiento y distribución de briófitos y líquenes epífitos en bosque tropicales, debido a que los árboles grandes ofrecen mayor superficie para la colonización de las comunidades epífitas.

Finalmente, este trabajo es el primer estudio sobre la diversidad de criptógamas epífitas (briófitos y líquenes), el mismo que aporta con información relevante sobre la ecología de estas especies en la plantación de nogal y el bosque montano, en el Parque Universitario de Educación Ambiental y Recreación “Francisco Vivar Castro”, de la Universidad Nacional de Loja.

6. CONCLUSIONES

- Se registró 135 especies de criptógamas epífitas dentro de 61 géneros y 39 familias en dos tipos de bosque del Parque Universitario "Francisco Vivar Castro".

- La riqueza en las comunidades de criptógamas epífitas (briófitos y líquenes) está influenciada por el tipo de bosque, se registró mayor número de especies en la plantación mixta de *Juglans neotropica* Diels (89 especies) en comparación con el bosque montano (85 especies), debido principalmente a la mayor presencia de líquenes fotófilos en las plantaciones.

- La composición de las comunidades de criptógamas epífitas estuvo limitada por la cobertura arbolada, es decir, las criptógamas epífitas de sombra de los géneros *Plagiochila, Porotricum, Lobaria, Sticta, Coccocarpia* se desarrollan en el bosque con dosel cerrado y alto nivel de humedad, en comparación con la plantación mixta de *Juglans neotropica* Diels con una mayor apertura de dosel, que implica mayor incidencia de luz que ingresa al interior del sotobosque, favoreciendo a los líquenes fotófilos de los géneros *Parmotrema, Heterodermia, Bacidea y Phyllopsora*.

7. RECOMENDACIONES

- Se recomienda hacer un estudio más exhaustivo de criptógamas epífitas, en donde se abarque al árbol en su totalidad.

- Realizar una base de datos con la respectiva descripción (nomenclatura) de los briófitos y líquenes existentes en la región sur del Ecuador.

- Consolidar una alianza estratégica entre la Universidad Nacional de Loja y la Universidad Técnica Particular de Loja con interés en proyectos de investigación en ecología y biología de criptógamas epífitas, con la finalidad de promover la importancia de estos organismos en la función que cumplen dentro de los ecosistemas de la Región Sur del Ecuador.

8. BIBLIOGRAFÍA

Acebey, A., Gradstein, S. R., y Krömer, T. (2003). Species richness and habitat diversification of bryophytes in submontane rain forest and fallows of Bolivia. Journal of tropical ecology, 19(1), 9-18. doi: 10.1017/S026646740300302X

Aguirre, Z., Gutiérrez, M., Gaona, T., y Jaramillo, N. (2016). Escenarios para la enseñanza y valoración de la biodiversidad en La Región Sur del Ecuador. Bosques Latitud Cero, 6(2).

Aguirre, Z., Yaguana, C., y Gaona, T. (2016). Parque Universitario de Educación Ambiental y Recreación Ing. Francisco Vivar Castro. Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador. 27 p.

Allen, N., De García, J., y Chung, C. (2006). Aporte al catálogo de musgos de Guatemala. Biodiversidad de Guatemala. Enio B. Cano (Ed.) Volumen I. Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala. Centro América, 69-146

Alzate, F., y Cardona, F. (2000). Patrones de distribución de epífitas vasculares en "Robledales". Medellín, Colombia. Revista Facultad Nacional de Agronomía – Medellín 53(1): 969-983.

Aragón, G., Martínez, I., y García, A. (2012). Loss of epiphytic diversity along a latitudinal gradient in southern Europe. Science of the Total Environment (Vol. 426). doi:10.1016/j.scitotenv.2012.03.053

Arana, M., y Blanco, C. (2011). Helechos y licofitas del centro de la Argentina. Río Cuarto, Argentina. 86 p.

Ardiles, V., Cuvertino, J., y Osorio, F. (2008). Guía de Campo Briófitas de los Bosques Templados Australes de Chile. Una introducción al mundo de los Musgos, Hepáticas y Antocerotes que habitan los Bosques de Chile. Ed. Corporación Chilena de la Madera, Concepción, Chile 168 pp.

Balslev, H., y Ollgaard, B. (2002). Mapa de vegetación del sur del ecuador. Botánica Austroecuatoriana: Estudios sobre los recursos vegetales en las provincias de El Oro, Loja y Zamora-Chinchipe. 51-64.

Barreno, E., y Pérez-Ortega, S. (2003). Biología de los Líquenes. www.uv.es/barreno/Biologia_de_los_liquenes.pdf.

Barrera, E., y Osorio, F. (2006). Diversidad de Especies. Briófitas: Musgos, Hepáticas y Antocerotes. http://www.mma.gob.cl/librobiodiversidad/1308/articles-45206_recurso_2.pdf.

Becking, M. (2004). Sistema Microregional de Conservación Podocarpus. Tejiendo (micro) corredores de conservación hacia la cogestión de una Reserva de Biosfera Condor-Podocarpus. Programa Podocarpus. Programa Podocarpus. Loja, Ecuador.

Belinchón, R., Martínez, I., Otálora, M. A., Aragón, G., Dimas, J., y Escudero, A. (2009). Fragment quality and matrix affect epiphytic performance in a Mediterranean forest landscape. American Journal of Botany, 96(11), 1974-1982. doi: 10.3732 / ajb.0900040

Benavides, J. (2016). Epífitos no vasculares como indicadores de la alteración antrópica de los bosques montanos en la provincia del Napo-Ecuador. Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero en Gestión Ambiental. Universidad Técnica Particular de Loja. Loja-Ecuador. 53.

Benitez, Á. (2016). Efectos de la alteraión antrópica en bosques tropicales sobre la diversidad de organismos epífitos (líquenes y briófitos) (Master's thesis, Madrid/Universidad Carlos III de Madrid/2016).

Benitez, A., y Gradstein, S. R. (2011). Adiciones a la Flora de Briófitas del Ecuador. Cryptogamie, Bryologie, 32(1), 65-74. doi: 10.7872/cryb.v32.iss1.2011.065

Benitez, Á., Prieto, M., y Aragón, G. (2015). Large trees and dense canopies: key factors for maintaining high epiphytic diversity on trunk bases (bryophytes and lichens) in tropical montane forests. Forestry: An International Journal of Forest Research, 88(5), 521-527. doi: 10.1093/forestry/cpv022

Benitez, Á., Prieto, M., González, Y., y Aragón, G. (2012). Effects of tropical montane forest disturbance on epiphytic macrolichens. Science of the Total Environment, 441, 169-175. doi: 10.1016/j.scitotenv.2012.09.072

Benzing, D. (1990). Vascular epiphytes. General biology and related biota. Cambridge University Press, Cambridge.

Benzing, D. (2004). Vascular epiphytes. In Lowman M, H. Rinker, eds. Forest canopies. San Diego, USA. Elseiver Academic Press. 175-213.

Beringer, J., Lynch, A. H., Chapin, F. S., Mack, M., y Bonan, G. B. (2001). The Representation of Arctic Soils in the Land Surface Model: The Importance of Mosses. Journal of Climate, 14(15), 3324–3335. doi: 10.1175/1520-0442(2001)014<3324:TROASI>2.0.CO;2

Brooks, T. M., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A., Rylands, A. B., Konstant, W. R., y Hilton-Taylor, C. (2002). La pérdida de hábitat y la extinción de los puntos calientes de la biodiversidad. Biología de la conservación, 16 (4), 909-923.

Brown, A. D., y Kappelle, M. (2001). Introducción a los bosques nublados del neotrópico: una síntesis regional. In Kappelle, M., y Brown, A. D. (Eds.), Bosques nublados del neotrópico. INBio, Costa Rica, pp. 25-40.

Bubb, P., May, I., Miles, L., y Sayer, J. (2004). Cloud forest agenda. UNEP World Conservation Monitoring Centre. Cambridge, UK. http://www.unep-wcmc.org/resources/publications/UNEP_WCMC_bio_series/20.htm

Bungartz, F., Yánez, A., Nugra, F., y Ziemmeck, F. (2013). Guía rápida de líquenes de las Islas Galápagos. Versión 3. Galápagos, Ecuador. Fundación Charles Darwin.

Burns, K. C., y Dawson, J. (2005). Patterns in the diversity and distribution of epiphytes and vines in a New Zealand forest. Austral Ecology, 30(8), 883-891. doi: 10.1111 / j.1442-9993.2005.01532.x

Cáceres, M. E., Lücking, R., y 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(3), 117-136. doi: 10.1007/s11557-007-0532-2

Callaway, R. M., Reinhart, K. O., Tucker, S. C., y Pennings, S. C. (2001). Effects of epiphytic lichens on host preference of the vascular epiphyte Tillandsia usneoides. Oikos, 94(3), 433-441. doi: 10.1034 / j.1600-0706.2001.940306.x

Campos, L., Uribe, J., y Aguirre, J. (2008). Santa María, Líquenes, Hepáticas y Musgos. Serie de guías de campo del Instituto de Ciencias Naturales No. 3. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D. C., Colombia. 144 p.

Cañadas, L. (1983). El mapa Bioclimatico y ecológico del ecuador. Banco Central del Ecuador, Quito.

Castillo, J. (2015). Variación de comunidades de briofitas a lo largo de un gradiente altitudinal en el norte de la Cordillera Oriental Ecuatoriana. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Cayuela, L. (2006). Deforestación y fragmentación de bosques tropicales montanos en los Altos de Chiapas, México: efectos sobre la diversidad de árboles.

Ceja, J., Espejo, A., López, A., García, J., Mendoza, A., y Pérez, B. (2008). Las Plantas epífitas, su diversidad e importancia. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma De México. Revista de Cultura Científica. 34-41p.

Cevallos, G. (2012). Checklist de líquenes y hongos liquenícolas de Ecuador Continental (Master's thesis, Universidad Rey Juan Carlos/2012).

Chomba, C., Senzota, R., Chabwela, H., y Nyirenda, V. (2011). The influence of host tree morphology and stem size on epiphyte biomass distribution in Lusenga Plains National Park, Zambia. Journal of Ecology and the Natural Environment, 3(12), 370-380.

Churchill, S. P., Balslev, H., Forero, E., y Luteyn, J. L. (1995). Biodiversity and conservation of neotropical montane forests; proceedings (No. 581.52642 N438 1993). New York Botanical Garden, Bronx, NY (EUA).

Conti, M. E., y Cecchetti, G. (2001). Biological monitoring: lichens as bioindicators of air pollution assessment-a review. Environmental pollution, 114(3), 471-492. doi: 10.1016/S0269-7491(00)00224-4

Correa, J. (2004). Influencia de las aves dispersoras de semillas en la recuperación de la vegetación en un área quemada del PUEAR. Tesis de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Loja, Loja.

Coutiño, B., y Montañez, A. L. (2000). Los líquenes. Ciencias, (059).

Coxson, D. S., y Nadkarni, N. M. (1995). Ecological roles of epiphytes in nutrient cycles of forest ecosystems. pp. 495-546. En: Lowman M. y N.M. Nadkarni (eds.).Forest canopies. Academic Press, San Diego.

Cubas, P. (2008). “Briófitos (musgos, hepáticas y antoceros)”. http://www.aulados.net/Botanica/Curso_Botanica/Briófitos/11_Briófitos_texto.pdf

Cubas, P., Núñez, J., Crespo, A., y Divakar, P. (2010). Líquenes: qué son y su uso como bioindicadores. Documento GEMM / Proyecto de Innovación 123 - UCM. http://www.aulados.net/GEMM/Documentos/San_Quintin_Innova/Liquenes_que_son uso.pdf

Cuesta, F., Peralvo, M., y Valarezo, N. (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.

Damon A. (2003). Las epífitas. Ecosistemas y comunidades: procesos naturales y sociales de los bosques. Ecofronteras 18: 17 – 22.

Debinski, D. M., y Holt, R. D. (2001). A survey and overview of habitat fragmentation experiments. Conservation biology, 14(2), 342-355. doi: 10.1046/j.1523-1739.2000.98081.x

Delgadillo, C. (2014). Biodiversidad de Bryophyta (musgos) en México. Revista mexicana de biodiversidad, 85, 100-105. doi: 10.7550/rmb.30953

Delgadillo, M., y Cárdenas, S. (1990). Manual de Briofitas. Cuadernos 8. México, D.F.: Instituto de Biología, UNAM. Pp. 135. http://books.google.com.mx/books?id=3bZYNZmtV9gCylpg=PA51ydq=briofitasyhl=enypg=PP1

Díaz, I. A., Sieving, K. E., Pena-Foxon, M. E., Larraín, J., y Armesto, J. J. (2010). Epiphyte diversity and biomass loads of canopy emergent trees in Chilean temperate rain forests: A neglected functional component. Forest Ecology and Management, 259(8), 1490-1501. doi: 10.1016/j.foreco.2010.01.025

Distler, T., Jorgensen, P. M., Graham, A., Davidse, G., y Jiménez, I. (2009). Determinants and prediction of broadscale plant richness across the western neotropics. Annals of the Missouri Botanical Garden, 96(3), 470-491. doi: 10.3417/2008034

Estébanez Pérez, B., Draper y Díaz de Atauri, I., y Medina Bujalance, R. (2011). Briófitos: una aproximación a las plantas terrestres más sencillas. Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Segunda época, (IX), 19-73.

Estrada, V. H. M., y Nájera, J. M. (2016). El uso de líquenes como biomonitores para evaluar el estado de la contaminación atmosférica a nivel mundial. Biocenosis, 25(1-2).

Flores, L., Jaramillo, L., y Paccha, W. (2010). Plan de manejo de los recursos del PUEAR. https://es.scribd.com/document/59003259/Plan-de-Manejo-de-Los-Recursos-Del-Puear

Frazer, G.W., Canham, C.D., and Lertzman, K.P. (1999). Gap Light Analyzer (GLA), Version 2.0: Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs, users manual and program documentation. Copyright © 1999: Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, and the Institute of Ecosystem Studies, Millbrook, New York.

García, N. H. (2012). Preferencia de hospederos y distribución vertical de epífitas vasculares en un fragmento de bosque mesófilo de montaña de la Reserva de la Biósfera El Cielo, Tamaulipas, México (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León).

Gentry, A. H. (1982a). Patterns of neotropical plant species diversity. Evolutionary Biology 15: 1-84.

Gentry, A. H. (1982b). Neotropical floristic diversity: phyto-geographical connections between Central and South America, Pleistocene climatic fluctuations, or an accident of the Andean orogeny? Annals of the Missouri Botanical Garden 69: 557-593. doi: 0.2307/2399084

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. doi: 10.2307/2399464

Gentry, A.H., y Dodson, C.H. (1987). Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. Annals of the Missouri Botanical Garden, 74(2), 205-233. doi: 10.2307/2399395

Gilbert, O. L. (1968). Bryophytes as indicators of air pollution in the Tyne Valley. New Phytologist, 67(1), 15-30. doi: 10.1111/j.1469-8137.1968.tb05450.x

Gradstein, S. R. (2008). Epiphytes of tropical montane forests—impact of deforestation and climate change. In: Gradstein, S.R., Homeier, J., y Gansert, D. (Eds.). The tropical mountain forest, Patterns and Processes in a Biodiversity Hotspot. University Press, Göttingen, pp. 51-65.

Gradstein, S. R., Churchill, S. P., Salazar-Allen, N., y Reiner-Drehwald, M. E. (2001). Guide to the bryophytes of tropical America (pp. 1-577). Bronx, NY: New York Botanical Garden Press.

Gradstein, S. R., Nadkarni, N. M., Krömer, T., Holz, I., y Nöske, N. (2003). A protocol for rapid and representative sampling of vascular and non-vascular epiphyte diversity of tropical rain forests. Selbyana, 105-111.

Granados, D., López, G., Hernández, M., y Sánchez, A. (2003). Ecología de las plantas epífitas.

Granda, F., y Pérez, S. (2012). Propuesta de fomento del aviturismo en el Parque Universitario de Educación Ambiental y Recreación "Ing. Francisco Vivar Castro" de la ciudad de Loja. Tesis de Ingeniería Forestal. Universidad Nacional de Loja.

Guarnizo C., y Villa M. (1995). Inventario de los recursos suelo y vegetación del Parque Universitario de Educación Ambiental y Recreación "La Argelia" (PUEAR).

Hawksworth, D. L., Iturriaga, T., y Crespo, A. (2005). Líquenes como bioindicadores inmediatos de contaminación y cambios medio-ambientales en los trópicos. Revista Iberoamericana de Micología, 22(2), 71-82. doi: 10.1016/S1130-1406(05)70013-9

Hietz, P., Buchberger, G., y Winkler, M. (2006). Effect of forest disturbance on abundance and distribution of epiphytic bromeliads and orchids. Ecotropica, 12(2), 103-112.

Holz, I., y Gradstein, R. S. (2005). Cryptogamic epiphytes in primary and recovering upper montane oak forest of Costa Rica – Species richness, community composition and ecology. Plant Ecology, 178 (1), 89-109. doi: 10.1007/s11258-004-2496-5

Kapos, V., Rhind, J., Edwards, M., y Price, M. F. (2000). Developing a map of the world's mountain forests. In: Price, M. F., y Butt, N. (Eds.), Forests in Sustainable Mountain

Development: A State-of-knowledge Report for 2000. Task Force on Forests in Sustainable Mountain Development. CAB International, Wallingford, London, UK, pp. 4-12.

Kiss, K. y A. Bräuning (2008): El bosque húmedo de montaña. Investiganciones sobre la diversidad de un ecosistema de montaña en el Sur del Ecuador. Proyecto de la Fundación Alemana para la Investigación Científica. Unidad de investigación FOR 402. DFG, TMF y Naturaleza y Cultura Internacional. Loja - Ecuador. 64p.

Kranner, I., Beckett, R., Hochman, A., y Nash III, T. H. (2008). Desiccation-tolerance in lichens: a review. The Bryologist, 111: 576-593.

Krömer, T., García-Franco, J. G., y Toledo-Aceves, T. (2014). Epífitas vasculares como bioindicadores de la calidad forestal: impacto antrópico sobre su diversidad y composición. Bioindicadores: guardianes de nuestro futuro ambiental, 605-623.

Krömer, T., Gradstein, S. R., y Acebey, A. (2007). Diversidad y ecología de epífitas vasculares en bosques montanos primarios y secundarios de Bolivia. Ecología en Bolivia, 42(1), 23-33.

Krömer, T., Kessler, M., Gradstein, S. R., y Acebey, A. (2005). Diversity patterns of vascular epiphytes along an elevational gradient in the Andes. Journal of Biogeography 32: 1799-1809. doi: 10.1111/j.1365-2699.2005.01318.x

Küper, W., Kreft, H., Nieder, J., Köster, N., y Barthlott, W. (2004). Large-scale diversity patterns of vascular epiphytes in Neotropical montane rain forests. Journal of Biogeography 31: 1477–1487. doi: 10.1111/j.1365-2699.2004.01093.x

Lang, S. I., Cornelissen, J. H. C., Shaver, G. R., Ahrens, M., Callaghan, T. V., Molau, U., Aerts, R. (2012). Arctic warming on two continents has consistent negative effects on lichen diversity and mixed effects on bryophyte diversity. Global Change Biology, 18(3), 1096–1107. doi: 10.1111/j.1365-2486.2011.02570.x

Larrea, M. L., y Werner, F. A. (2010). Respuesta de la diversidad de epífitas vasculares para diferentes intensidades de uso del suelo en un bosque muy húmedo montano neotropical. Forest Ecology and Management, 260 (11) 1950-1955.

Laurance, W. F. (1999). Reflections on the tropical deforestation crisis. Biological Conservation 91: 109-117. doi: 10.1016/S0006-3207(99)00088-9

León, C., Cuvertino-Santoni, J., Ardiles, V., Osorio, F., Vargas, R., Pereira, I., Sandoval, P., y Sepúlveda, G. (2014). Reunión Anual Botánica Criptogámica. Criptógamas, guía básica, 40 pp. http://www.cirenys.cl/wp-content/uploads/2014/07/Criptogamas-_Guia_Basica.pdf

León-Yánez, S., Gradstein, R. S., y Wegner, C. (2006). Hepáticas (Marchantiophyta) y Antoceros (Anthocerotophyta) del Ecuador: Catálogo. Publicaciones del Herbario QCA, Quito.

Li, S., Liu, W. Y., y Li, D. W. (2013). Epiphytic lichens in subtropical forest ecosystems in southwest China: species diversity and implications for conservation. Biological Conservation, 159, 88-95. doi: 10.1016/j.biocon.2012.12.027

Lijteroff, R., Lima, L., y Prieri, B. (2009). Uso de líquenes como bioindicadores de contaminación atmosférica en la ciudad de San Luis, Argentina. Rev. Int. Contam. Ambient 25: 111-120.

Loaiza, T., y Luzuriaga, Y. (2016). Detección de la contaminación atmosférica por metales pesados mediante el uso de epífitos (bromelias, briófitos y líquenes), en diferentes zonas de la ciudad de Loja. Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero en Gestión Ambiental. Universidad Técnica Particular de Loja. Loja-Ecuador. 70.

Lobato-Cameselle, R., y Cidrás-Ferradás, J. (2013). Evolución Vegetal: La Conquista de la Tierra Firme. Universidad de Vigo. Facultad de Biología. Pontevedra, España.

Lozano, P. E. 2002. Los tipos de bosque en el sur del Ecuador. En: Z. Aguirre, Z., J.E. Madsen, E. Cotton y H. Baslev (Eds): Botánica Austroecuatoriana – Estudios sobre los recursos vegetales de las provincias de El Oro, Loja y Zamora Chinchipe. Ediciones Abya-Yala, Quito, Ecuador. Pp.: 29-50.

MAE-Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2013). Mapa Histórico de Deforestación del Ecuador Continental.

MAE-Ministerio del Ambiente del Ecuador; y, FAO-Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT. (2015). Especies forestales leñosas arbóreas y arbustivas de los bosques montanos del Ecuador. Quito.

Magill, R. E. (2010). Moss diversity: New look at old numbers. Phytotaxa, 9: 167-174. doi: 10.11646/phytotaxa.9.1.9

Mandl, N., Lehnert, M., Kessler, M., y 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), 2359-236. doi: 10.1007/s10531-010-9839-4

Marticorena, A., Alarcón, D., Albello, L., y Atala, C. (2010). Plantas trepadoras, epífitas y parasitas nativas de Chile. Guía de Campo. Ed. Corporación Chilena de la Madera, Concepción, Chile, 291 p.

Martínez, I., Belinchón, R., Otálora, M. G., Aragón, G., Prieto, M., y Escudero, A. (2011). Efectos de la fragmentación de los bosques sobre los líquenes epífitos en la Región Mediterránea. Revista Ecosistemas, 20(2-3).

MECN. 2009. Ecosistemas del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ). Publicación Miscelánea No. 6. Serie de Publicaciones del Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales (MECN) - Fondo Ambiental del MDMQ. 1 - 51 pp. Imprenta Nuevo Arte. Quito - Ecuador.

Medina, M. (2006). Briófitos y líquenes de los páramos de Moyas y Los Pozos de Aquitania, Boyacá-Colombia. CIENCIA EN DESARROLLO, 2(2). 10.19053/01217488.252

Melo, A., y Vargas, R. (2003). Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos, Colombia. Ibagué: Universidad del Tolima, CRQ, CARDER, CORPOCALDAS, CORTOLIMA. 235 p.

Merino, B. (1990). Breve descripción de la vegetación del Parque Universitario la Argelia y del Jardín Botánico de la Universidad Nacional de Loja. Revista de la I. de Ciencia Agrícola. Loja-Ecuador. pág., 17-20.

Muñoz, L. (2015). Ordenamiento Territorial del Parque Universitario PUEAR mediante SIG, Loja – Ecuador.5). Tesis de maestría. University of Salzburg. https://issuu.com/unigis_latina/docs/mu__oz

Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A., y Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature, 403(6772), 853. doi: 10.1038/35002501

Nadkarni, N. M., y Solano, R. (2002). Potential effects of climate change on canopy communities in a tropical cloud forest: an experimental approach. Oecologia, 131(4), 580-586. doi: 10.1007/s00442-002-0899-3

Nagua, A. (2017). Diversidad de líquenes y briófitos epífitos en los bosques montanos de la Subcuenca del río "Casacay". Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero en Gestión Ambiental. Universidad Técnica Particular de Loja. Loja-Ecuador. 33.

Nash, T. (2009). Lichen biology. 2a ed. Cambridge, Cambridge University Press. 498p.

Nieder, J., Prosperí, J., y Michaloud, G. (2001). Epiphytes and their contribution to canopy diversity. Forestry Sciences 69: 51-63. doi: 10.1023/A:1017517119305

Nöske, N. M., Gradstein, S. R., Kürschner, H., Parolly, G., y Torracchi, S. (2003). Cryptogams of the Reserva Biológica San Francisco (Province Zamora-Chinchipe, Southern Ecuador). I. Bryophytes. – Cryptogamie, Bryologie, 24, 15-32.

Nöske, N. M., Hilt, N., Werner, F. A., Brehm, G., Fiedler, K., Sipman, H. J., y 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. doi: 10.1016/j.baae.2007.06.014

Ocampo J., y V. Duque. (1983). Planificación de un área de educación ambiental y recreación en la quinta experimental la Argelia de la Universidad Nacional de Loja. Tesis de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Agrícolas

Ocampo, J. (2012). Ecología del Parque Universitario de Educación Ambiental y Recreación Francisco Vivar Castro "PUEAR". 66.

Ochoa, D. (2015). Diversidad de epífitos (briófitos y líquenes) y factores microclimáticos en plantaciones de Pinus patula en la Región Sur del Ecuador. Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero en Gestión Ambiental. Universidad Técnica Particular de Loja. Loja-Ecuador. 59.

Ochoa-Jiménez, D., Cueva, A., Prieto, M., Aragón, G., y Benitez, A. (2015). Cambios en la composición de líquenes epífitos relacionados con la calidad del aire en la ciudad de Loja (Ecuador). Caldasia, 37 (2), 1-10. doi:10.15446/caldasia.v37n2.53867

Öckinger, E., Niklasson, M., y Nilsson, S. G. (2005). Is local distribution of the epiphytic lichen Lobaria pulmonaria limited by dispersal capacity or habitat quality?. Biodiversity y Conservation, 14(3), 759-773. doi: 10.1007/s10531-004-4535-x

Ordóñez, F., Carmen, M., y Collado Prieto, M. A. (2003). Briófitos de la reserva natural integral de Muniellos, Asturias. KRK ediciones.

Patzelt, E., y Echeverría, M. (1996). Flora del Ecuador. Quito: Banco Central del Ecuador.

Penagos, A., y Palacino, F. (2006). El "Exclusivo" Mundo de las Epífitas. Docentes de Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Cundinamarca, Colombia.

Pescott, O. L., Simkin, J. M., August, T. A., Randle, Z., Dore, A. J., y Botham, M. S. (2015). Air pollution and its effects on lichens, bryophytes, and lichen-feeding Lepidoptera: review and evidence from biological records. Biological Journal of the Linnean Society, 115(3), 611-635. doi: 10.1111/bij.12541

Quispe, K., Ñique, M., y Chuquilin, E. (2015). Líquenes como bioindicadores de la calidad del aire en la ciudad de Tingo María, Perú. Revista Investigación y Amazonía, 3(2), 99-104.

Ramírez-Morán, N. A., León-Gómez, M., y Lücking, R. (2016). Uso de biotipos de líquenes como bioindicadores de perturbación en fragmentos de bosque altoandino (Reserva Biológica "Encenillo", Colombia) Use of lichen biotypes as bioindicators of perturbation in fragments of high Andean forest ("Encenillo" Biological Reserve, Colombia). Caldasia, 38(1), 31-52. doi: 10.15446/caldasia.v38n1.57821

Rojas, P. (2012). Evaluación del manejo, cumplimiento de objetivos y actualización del plan de manejo del PUEAR. Tesis de Ingeniería Forestal. Universidad Nacional de Loja.

Rosabal, D., Burgaz, A. R., y Reyes, O. J. (2013). Substrate preferences and phorophyte specificity of corticolous lichens on five tree species of the montane rainforest of Gran Piedra, Santiago de Cuba. The Bryologist, 116(2), 113-121. doi: 10.1639/0007-2745-116.2.113

Rosbotham, R. (2014). La diversidad y la densidad de las epífitas vasculares en la Reserva Cerro Candelaria: La diferencia entre las alturas y dos tipos de bosque nublado en Ecuador. Independent Study Project (ISP) Collection. Paper 1862. http://digitalcollections.sit.edu/isp_collection/1862

Ryan, B. D., Bungartz, F., y Nash III, T. H. (2002). Morphology and Anatomy of the Lichen-Thallus., pp. 8-23. In Nash III, T. H., B. D. Ryan, C. Gries y F. Bungartz (eds.), Vol-ume 1: Lichen Flora of the Greater Sonoran Desert Region. Lichens Unlimited.

Samaniego, C. (2003). Valoración Ecológica-Económica del Parque Universitario de Educación Ambiental y Recreación "Francisco Vivar Castro" y del Jardín Botánico "Reinaldo Espinosa". Tesis de Ing. Forestal. Loja-Ecuador. Pág. 65-66.

Sarmiento, D. V. (2013). Evaluación de la contaminación por metales pesados en muestras de musgo recolectadas durante el período febrero–marzo 2011 en la Estación Antártica Ecuatoriana Pedro Vicente Maldonado.

Saunders, D. A., Hobbs, R. J., y Margules, C. R. (1991). Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. Conservation Biology 5: 18-32. doi: 10.1111/j.1523-1739.1991.tb00384.x

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

Sillet, S., y Antoine, M. (2004). Lichens and Bryophytes in Forest Canopies. In Forest Canopies (Second edi, pp. 151–174). Retrieved from https://books.google.es/books?hl=esylr=yid=T9qY2AxnUowCyoi=fndypg=PA151ydq=Sillet+%26+Antoine,+2004yots=rydw7riTY6ysig=nBWEQOl_Fdx8kc7Jrx2mRdiyM2o#v=onepageyqyf=false

Silva, S. (2014). Biología de las plantas I, 96 pp. https://red.infd.edu.ar/blog/wp-content/uploads/2014/11/SilvaLibro-digital-Bot%C3%A1nicapdf-1.pdf

Simijaca-Salcedo, D. F., Vargas-Rojas, D. L., y Morales-Puentes, M. E. (2014). Uso de organismos vegetales no vasculares como indicadores de contaminación atmosférica urbana (Tunja, Boyacá, Colombia). Acta Biológica Colombiana 9: 221-232.

Snäll, T., Hagström, A., Rudolphi, J., y Rydin, H. (2004). Distribution pattern of the epiphyte Neckera pennata on three spatial scales–importance of past landscape structure, connectivity and local conditions. Ecography, 27(6), 757-766. doi: 10.1111/j.0906-7590.2004.04026.x

Soto Medina, E., Lücking, R., y Bolaños Rojas, A. (2012). Phorophyte specificity and microenvironmental preferences of corticolous lichens in five phorophyte species from premontane forest of Finca Zíngara, Cali, Colombia. Revista de biologia tropical, 60(2), 843-856.

Stadmüller, T. (1997). Los bosques nublados en el trópico húmedo. Una revisión bibliográfica. Universidad de las Naciones Unidas y Centro Agronomico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica. 85.

Szczepaniak, K., y Biziuk, M. (2003). Aspects of the biomonitoring studies using mosses and lichens as indicators of metal pollution. Environmental Research, 93(3), 221-230. doi: 10.1016/S0013-9351(03)00141-5

Tejedor Garavito, N., Álvarez, E., Arango Caro, S., Araujo Murakami, A., Blundo, C., Boza Espinoza, T. E., La Torre Cuadros, M. A., Gaviria, J., Gutíerrez, N., Jørgensen, P. M., León, B., López Camacho, R., Malizia, L., Millán, B., Moraes, M., Pacheco, S., Rey Benayas, J. M., Reynel, C., Timaná De La Flor, M., Ulloa Ulloa, C., Vacas Cruz, O., and Newton, A. C., (2012). Evaluación del estado de conservación de los bosques montanos en los Andes tropicales. Ecosistemas, 21 (1-2), 148-166.

Torracchi, J. (2015). Deforestación y pérdida de hábitat en bosques de montaña en la cuenca alta del río Zamora. Ecuador, Loja. Departamento de biotecnología-biología vegetal. E.T.S.I. Agronómica, Agroalimentaria y de Biosistemas. Universidad Politécnica de Madrid.

Ulloa, C., y Jørgensen, P. M. (1995). Árboles y arbustos de los Andes del Ecuador. Segunda Edición. Abya-Yala, Quito. 329 pp.

Umaña, L., y Sipman, H. (2002). Líquenes de Costa Rica. San José de Costa Rica: GEF.

Viccon, J. (2009). Riqueza y composición florística de las epífitas vasculares del bosque Mesófilo de montaña de las localidades de Atzalán y Zongolica, Veracruz. Tesis Biólogo. Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz. 188 p.

Vivar, F. (1983). El parque Universitario de Loja. Facultad de Ciencias Agrícolas, UNL. 18 p.

Werner, F. (2009). Effects of human disturbance on epiphyte assemblages in the Andes of Ecuador. Biodiversity and Ecology, 2: 164 p. doi: 10.3249/webdoc-2048

Werner, F. A., y Gradstein, S. R. (2009). Diversidad de epífitas de bosque seco a lo largo de un gradiente de perturbación humana en los Andes tropicales. Revista de Ciencias de la vegetación, 20 (1), 59-68.

Whitmore, T. (1997). Tropical forest disturbance, disappearance, and species loss. Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities. University of Chicago Press, Chicago, 3-12.

Whitmore, T., y Sayer, J. (1992). Deforestation and species extintion in Tropical Forest. En Tropical deforestation and species extintion. IUCN. Chapman and Hall. Londres, Inglaterra. pp. 1-14.

Zotz, G., y Schultz. E. (2008). The vascular epiphytes of a lowland Forest in Panama: species composition and spatial structure. Plant Ecology 195:131-141. doi: 10.1007/s11258-007-9310-0

9. ANEXOS

Anexo 1. Muestreo y recolección de datos en los dos tipos de bosque del PUEAR.

Anexo 2. Trabajo de laboratorio

Anexo 3. Toma de fotografías hemisféricas en los dos tipos de bosque del PUEAR.

Anexo 4. Briófitos y líquenes más comunes registrados en los dos tipos de bosque del PUEAR.

BRIÓFITOS	
Familia	Especie
Adelanthaceae	*Adelanthus decipiens* (Hook.) Mitt.
Adelotheciaceae	*Adelothecium bogotense* (Hampe) Mitt.
Lejeuneaceae	*Bryopteris filicina* (Sw.) Nees
Frullaniaceae	*Frullania apiculata* (Reinw., Blume y Nees) Dumort.
Frullaniaceae	*Frullania brasiliensis* Raddi
Frullaniaceae	*Frullania ericoides* (Nees) Mont.
Frullaniaceae	*Frullania gibbosa* Nees
Lophocoleaceae	*Lophocolea bidentata* (L.) Dumort.
Lophocoleaceae	*Lophocolea muricata* (Lehm.) Nees
Lejeuneaceae	*Marchesinia brachiata* (Sw.) Schiffner
Meteoriaceae	*Meteoridium* sp.
Metzgeriaceae	*Metzgeria leptoneura* Spruce
Neckeraceae	*Neckeropsis undulata* (Hedw.) Reichardt
Lejeuneaceae	*Omphalanthus* sp.
Plagiochilaceae	*Plagiochila bifaria* (Sw.) Lindenb.
Plagiochilaceae	*Plagiochila cristata* (Sw.) Lindenb.
Plagiochilaceae	*Plagiochila raddiana* Lindenb.
Porellaceae	*Porella brachiata* (Taylor) Spruce
Neckeraceae	*Porotrichum* sp.
Prionodontaceae	*Prionodon densus* (Sw. Ex Hedw.) Müll. Hal.
Radulaceae	*Radula voluta* Taylor ex Gottsche, Lindenb. y Nees
Bryaceae	*Rhodobryum* sp.
Aneuraceae	*Riccardia* sp.
Sematophyllaceae	*Sematophyllum* sp.
Meteoriaceae	*Squamidium nigricans* (Hook.) Broth.
Calymperaceae	*Syrrhopodon* sp.
Thuidiaceae	*Thuidium peruvianum* Mitt.
LÍQUENES	
Familia	Especie
Arthoniaceae	*Arthonia cinnabarina* (DC.) Wallr
Ramalinaceae	*Bacidia* sp.
Roccellaceae	*Chiodecton sphaerale* Ach.
Chrysothricaceae	*Chrysothrix* sp.
Coenogoniaceae	*Coenogonium linkii* Ehrenb.
Coccocarpiaceae	*Coccocarpia filiformis* Arv.
Coccocarpiaceae	*Coccocarpia palmicola* (Spreng.) Arv. y D.J. Galloway
Hygrophoraceae	*Cora* sp.
Arthoniaceae	*Cryptothecia rubrocincta* (Ehrenb.) G. Thor
Physciaceae	*Dirinaria picta* (Sw.) Clem. y Shear

Roccellaceae	*Dichosporidium* sp.
Parmeliaceae	*Everniastrum vexans* (Zahlbr. ex W.L. Culb. y C.F. Culb.) Hale ex Sipman
Verrucariaceae	*Flakea papillata* O. E. Erikss
Graphidaceae	*Graphis* sp.
Arthoniaceae	*Herpothallon* sp.
Physciaceae	*Heterodermia galactophylla* (Tuck.) W.L.
Physciaceae	*Heterodermia leucomela* (L.) Poelt
Parmeliaceae	*Hypotrachyna costaricensis* (Nyl.) Hale
Stereocaulaceae	*Lepraria* sp.
Collemataceae	*Leptogium azureum* (Sw.) Mont.
Collemataceae	*Leptogium phyllocarpum* (Pers.) Mont.
Lobaricaeae	*Lobaria* sp.
Verrucariaceae	*Normandina pulchella* (Borrer) Nyl.
Pannariaceae	*Pannaria* sp.
Parmeliaceae	*Parmotrema arnoldii* (Du Rietz) Hale
Parmeliaceae	*Parmotrema* sp.
Pertusariaceae	*Pertusaria* sp.
Graphidaceae	*Phaeographis dendritica* (Ach.) Müll. Arg.
Ramalinaceae	*Phyllopsora* sp.
Lobaricaeae	*Pseudocyphellaria aurata* (Ach.) Vain.
Lobaricaeae	*Pseudocyphellaria crocata* (L.) Vain.
Parmeliaceae	*Punctelia* sp.
Pyrenulaceae	*Pyrenula* sp.
Ramalinaceae	*Ramalina celastri* (Spreng.) Krog y Swinscow
Lobaricaeae	*Sticta fuliginosa* (Dicks.) Ach.
Lobaricaeae	*Sticta* sp.
Teloschistaceae	*Teloschistes exilis* (Michaux) Vainio
Parmeliaceae	*Usnea* sp.

Anexo 5. Tríptico divulgativo de los resultados de la tesis.

Coenogoniaceae y Arthoniaceae (Figura 3).

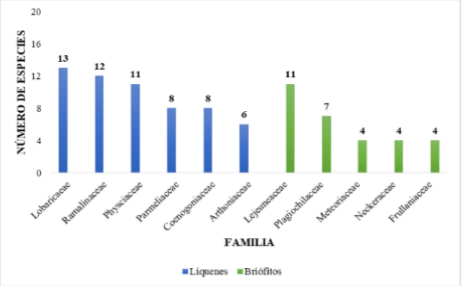

Figura 3. Familias con mayor número de especies de briófitos y líquenes en los dos tipos de bosque

El diagrama de cajas señaló un mayor número de especies de criptógamas epífitas para la plantación mixta de nogal (8 y 19 especies por árbol); y para el bosque montano: 4 y 14 especies por árbol.

El análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS), permitió visualizar que la composición de las comunidades de especies de criptógamas epífitas (briófitos y líquenes) es diferente en los dos tipos de bosque (Figura 4).

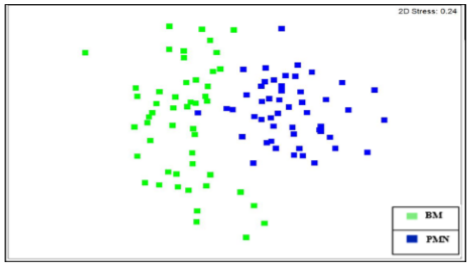

Figura 4. Visualización de la composición de criptógamas epífitas en la plantación mixta de nogal (PMN) y en el bosque montano (BM), a través del análisis de escalamiento multidimensional no métrico.

2. Efectos de la cobertura arbolada sobre la riqueza y composición de criptógamas epífitas en dos tipos de bosque del PUEAR.

Se determinó que el tipo de bosque si influye en la riqueza de criptógamas epífitas (briófitos y líquenes) (Tabla 1).

Tabla 1. Modelo lineal generalizado mixto.

Variables	Coeficiente	SE	Z valor	Pr(>|z|)
Bosque BN	0,446583	0,2179921	2,049	0,0405
Luz	-0,0111052	0,0153254	-0,725	0,4687
DBH	0,0064759	0,003114	2,08	0,0376
Orientación	-0,0002779	0,0004653	-0,597	0,5504
Inclinación	0,0002406	0,0028278	0,085	0,9322

La cobertura arbolada con un 10,6 % de la varianza explicada, influyo en la composición de especies. Le siguió el DBH que en comparación con la inclinación y orientación ponen de manifiesto la muy poca variabilidad en las comunidades de briófitos y líquenes (Tabla 2).

Tabla 2. Resultados del análisis PERMANOVA

Variables	Df	SS	MS	F-valor	R^2	Pr(>F)
DBH	1	0,00103	0,00103	3,8871	0,03434	0,001
Luz	1	0,003199	0,003199	12,0728	0,10666	0,001
Inclinación	1	0,0003725	0,0003725	1,406	0,01242	0,116
Orientación	1	0,0002193	0,0002193	0,8276	0,00731	0,642
Residuales	95	0,0251726	0,000265		0,83927	
Total	99	0,0299935			1	

CONCLUSIONES

- Se registró 135 especies de criptógamas epífitas dentro de 61 géneros y 39 familias en dos tipos de bosque del Parque Universitario "Francisco Vivar Castro".
- La riqueza en las comunidades de criptógamas epífitas (briófitos y líquenes) está influenciada por el tipo de bosque, se registró mayor número de especies en la plantación de nogal (89) en comparación con el bosque montano (85), debido principalmente a la mayor presencia de líquenes fotófilos en la plantación.
- La composición de las comunidades de criptógamas epífitas estuvo limitada por la cobertura arbolada, es decir, las epífitas de sombra de los géneros *Plagiochila, Porotricum, Coccocarpia* se desarrollan en el bosque con dosel cerrado y alto nivel de humedad, en comparación con la plantación de nogal con una mayor apertura de dosel, que implica mayor incidencia de luz que ingresa al interior del sotobosque, favoreciendo a los líquenes fotófilos de los géneros Parmotrema, Heterodermia, Bacidea y Phyllopsora.

1859

Ingeniería Forestal

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD AGROPECUARÍA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

"DIVERSIDAD DE CRIPTÓGAMAS EPÍFITAS EN DOS TIPOS DE BOSQUE DEL PARQUE UNIVERSITARIO DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y RECREACIÓN FRANCISCO VIVAR CASTRO, PROVINCIA DE LOJA"

RESPONSABLE: Jefferson Medina Benitez
DIRECTOR: Ing. Wilson Quizhpe Coronel, MSc.
CO-DIRECTOR: Ing. Ángel Benitez Chávez, Ph.D.

Loja – Ecuador

2018

Cara Anterior

INTRODUCCIÓN

Los bosques montanos son considerados como un punto caliente de biodiversidad, ya que albergan una alta diversidad de especies y de endemismos, además de brindar una amplia gama de servicios ecosistémicos. Sin embargo, la deforestación es uno de los principales problemas que ha afectado a estos bosques, siendo las epífitas (vasculares y no vasculares) uno de los grupos ecológicos más afectados, pues son especies muy sensibles a los cambios ambientales. Actualmente, las criptógamas epífitas se han convertido en un grupo modelo para evaluar los cambios que sufren los bosques y para evaluar la calidad del aire.

Bajo esta perspectiva, por medio de la presente investigación se contribuirá a generar información relevante acerca de la diversidad de criptógamas epífitas en dos tipos de bosque ubicados dentro del Parque Universitario de Educación Ambiental y Recreación Francisco Vivar Castro "PUEAR", la cual aportará con una línea base que permitirá en un futuro realizar investigaciones más especializadas; y, a la vez, la toma de acciones para el manejo y conservación de los mismos, por parte de las autoridades de la Universidad Nacional de Loja, específicamente la Carrera de Ingeniería Forestal.

OBJETIVOS

General

Contribuir a la generación de información acerca de la diversidad de criptógamas epífitas en dos tipos de bosque del Parque Universitario Francisco Vivar Castro, provincia de Loja

Específicos

- Conocer la riqueza y composición de criptógamas epífitas en dos tipos de bosque del Parque Universitario Francisco Vivar Castro, provincia de Loja
- Determinar los efectos de la cobertura arbolada sobre la riqueza y composición de criptógamas epífitas en dos tipos de bosque del Parque Universitario Francisco Vivar Castro, provincia de Loja.
- Difundir los resultados de la investigación a los actores sociales interesados.

METODOLOGÍA

1. Ubicación del área de estudio.

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la plantación mixta de nogal y el bosque montano del Parque Universitario Francisco Vivar Castro "PUEAR" (Figura 1), de la Universidad Nacional de Loja –UNL.

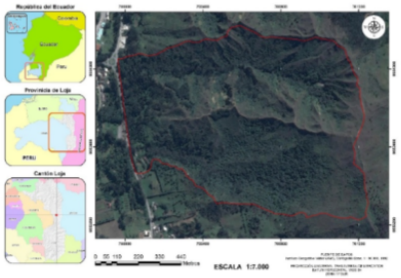

Figura 1. Ubicación del área de estudio

2. Metodología para conocer la riqueza y composición de criptógamas epífitas en dos tipos de bosque del PUEAR.

2.1. Diseño y recolección de datos

Se instaló 10 parcelas de 20 m x 20 m, cinco en la plantación mixta de nogal y cinco en el bosque montano. Dentro de cada parcela se escogió 10 árboles (forófito) con un DAP mayor a 10 cm.

Se registró la presencia/ausencia y cobertura de las especies mediante un cuadrante de 20 x 30 cm a dos alturas (50 – 100 cm; y, 101 – 200 cm) y dos orientaciones (Norte y Sur).

Las muestras se trabajaron en el HUTPL y en el HLOJA.

2.2. Análisis de datos

Se calculó la riqueza especifica y los índices de diversidad de Shannon y Simpson. Se realizó un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS). Los datos fueron analizados en el programa estadístico R en complemento con el paquete estadístico "vegan".

3. Metodología para determinar los efectos de la cobertura arbolada sobre la riqueza y composición de criptógamas epífitas en dos tipos de bosque del PUEAR.

Se tomó 5 fotografías hemisféricas dentro de cada parcela, con una cámara digital nivelada horizontalmente y con una lente de ojo de pez, las cuales fueron tomadas siempre en días sombreados y la altura del pecho (1,3 metros de altura). Las fotografías hemisféricas fueron analizadas mediante el programa Gap Light Analyzer (GLA) ver. 2.0 .

Se efectuó un modelo lineal generalizado mixto (GLMM) para estudiar los efectos de la cobertura arbolada sobre la riqueza de especies; y, un análisis de varianza basado en permutaciones (PERMANOVA) para medir el efecto de la cobertura arbolada sobre la composición de las comunidades de briófitos y líquenes.

RESULTADOS

1. Riqueza y composición de criptógamas epífitas en dos tipos de bosque del PUEAR.

Riqueza de especies

Se identificó un total de 135 especies de criptógamas epífitas pertenecientes a 61 géneros y 39 familias en 100 árboles muestreados.

Se registró 85 especies en la plantación mixta de *J. neotropica* Diels (nogal) y 89 especies en bosque montano en donde se evidenció que la riqueza de líquenes es igual en los dos tipos de bosque, mientras que la riqueza de briófitos predomina en el bosque montano (Figura 2).

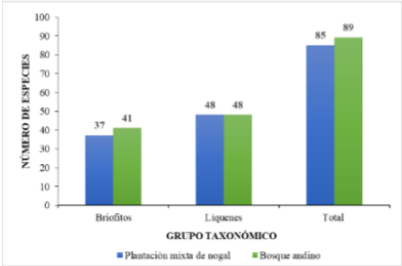

Figura 2. Riqueza total de criptógamas epífitas presentes en cada tipo de bosque del PUEAR.

Composición de especies

Las familias que presentaron mayor número de especies, para los briófitos fueron: Lejeuneaceae y Plagiochilaceae, seguido de Meteoriaceae, Neckeraceae y Frullaniaceae; mientras tanto que, para los líquenes fueron: Lobaricaeae, Ramalinaceae y Physciaceae, seguido de Parmeliaceae,