

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**Variación de comunidades de briofitas a lo largo de un
gradiente altitudinal en el norte de la Cordillera Oriental
Ecuatoriana**

Disertación previa a la obtención del título de Licenciado en
Ciencias Biológicas

Jorge Antonio Castillo Castro

Quito, 2015

Certifico que la disertación de Licenciado en Ciencias Biológicas del candidato, Jorge Antonio Castillo Castro ha sido concluida de conformidad con las normas establecidas; por lo tanto puede ser presentado para la calificación correspondiente

Msc. Susana León-Yáñez
Directora de la Disertación

Quito, 07 de mayo de 2015

A mis Abuelos por su
implacable legado.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres por su constante apoyo y guía no solo durante la carrera sino en toda mi vida. A mis hermanas por su aliento oportuno y constante. A mi tía Ximena por su siempre bien recibida ayuda.

A mi directora de tesis, Msc. Susana León Yáñez por su dedicado apoyo y constante guía. Así mismo a mis compañeros y amigos de laboratorio: Andrea Villota, Alejandra Moscoso, Sofía López y Santiago Yerovi por su ayuda incondicional.

A los doctores Marcus Lehnert, Paul Ramsay y Jesús Muñoz por sus invaluable consejos para el análisis e interpretación de los resultados. También a Laura Salazar, Verónica Cadena, Jürgen Homeier por su ayuda en el campo.

Al proyecto ABA – Acceleration of Biodiversity assessment (código LE 1826/4-1) por financiar este estudio y al Ministerio del Ambiente por facilitar el permiso de investigación No. 03-2012- investigación–B-DPMS/MAE

A mis queridos amigos: Daniel, Frank, Silvia y Carlos, por su ayuda en distintas etapas de la tesis y a Pablo, Lucas, Diana, María José y Megan por ser parte de mi vida estudiantil y apoyar en cada paso de mi carrera.

6. Resultados	21
7. Discusión	27
8. Conclusiones y Recomendaciones	35
9. Literatura citada	37
10. Figuras	43
11. Tablas	46

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Mapa de distribución de los cuadrantes estudiados en la provincia de napo. 44
- Figura 2.** Gráfico MDS, muestra la distribución de los distintos sitios de muestreo en base a datos de cobertura 45

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tabla Listado de localidades acompañado de la altura y las coordenadas respectivas en donde se realizó el presente estudio.	47
Tabla 2. Distribución de especies por cada grupo de briofitas a lo largo del gradiente altitudinal	47
Tabla 3. Datos climáticos tomados para las localidades estudiadas.	48
Tabla 4. Listado de especies de briofitos encontradas en todo el gradiente altitudinal	49
Tabla 5. Resultados del análisis PERMANOVA.	51
Tabla 6. Tabla de la presencia de especies que indicaría la continuidad a través del gradiente altitudinal.	52
Tabla 7. Tabla de la presencia de especies que presentan un rango de distribución para una sola localidad.	54
Tabla 8. Índice de disimilaridad Brya-Curtis entre y dentro de los distintos cuadrantes de vegetación.	55

1. RESUMEN.

El conocimiento de las briofitas en Ecuador proviene principalmente de estudios puntuales realizados en pocas localidades. Es indispensable realizar inventarios extensos en varias regiones del país para tener un panorama más claro de la biodiversidad y ecología de las briofitas.

Los Andes del norte, en la provincia de Napo, se encuentran entre las regiones más diversas en la Tierra, en sus estribaciones se puede encontrar gran cantidad de especies de distintos grupos incluyendo a plantas como las briófitas. En este estudio se observa una mayor acumulación de especies en altitudes medias entre 2000 y 2500 m.s.n.m al igual que se ha encontrado en estudios similares realizados en otras regiones tropicales. Varias especies entre ellas *Plagiochila cristata* (Sw.), *Plagiochila ensiformis* Taylor, *Kurzia capillaris* (Sw.) Grolle. y *Cryphaea pilifera* Mitt. presentan distribuciones continuas a lo largo de gradiente altitudinal, sin embargo un remplazo en la composición de especies es visible pero no fue estadísticamente significativo con los datos obtenidos durante el estudio. Mientras tanto se registraron 31 especies que se desarrollan en una sola altitud. Se registraron tres colecciones de Antoncerotes en todo el gradiente.

La composición de briófitas cambia en el gradiente de acuerdo a variaciones en la humedad y no directamente con la temperatura. En condiciones con mayor humedad existe mayor diversidad y abundancia de

briófitas de tal forma que las comunidades en bosques de tierras bajas y piemontanos presentan menor número de especies en comparación con los bosques de neblina y los páramos.

Palabras Clave: Briofitas, Ecuador, Napo, Gradiente altitudinal, Transecto, Bosque, Tropical, Andes, Agua.

2. ABSTRACT.

The knowledge about bryophytes in Ecuador comes principally from studies realized in just a few localities. It is essential to perform extensive inventories in various regions of the country to have a more complete understanding of the biodiversity and ecology of the bryophytes.

The northern Andes of Napo Province, found within the most diverse regions on the planet, a great quantity of species of certain groups reside on the mountain slopes, including plants such as bryophytes. In this study, a similarly high accumulation of species is observed, as has been found in similar studies in tropical regions, at altitudes between 2000 and 2500 m.a.s.l.

Various species such as *Plagiochila cristata* (Sw.), *Plagiochila ensiformis* Taylor, *Kurzia capillaris* (Sw.) Grolle. and *Cryphaea pilifera* Mitt. show continuous distributions along the altitudinal gradient. Although a compositional replacement of the species is visible, it was not statistically significant in the data collected in the study. As many as 31 species of bryophytes are found in just one altitude. Three collections of hornworts are documented across the gradient.

The composition of bryophytes change in the gradient according to the variation of humidity and not directly with temperature. In conditions with high

humidity, there are greater diversity and abundance of bryophytes. In communities of lowland and foothill forests, there are less species in comparison with cloud forests and páramo.

Keywords: Bryophytes, Ecuador, Napo, altitudinal gradient, Transect, Forest, Tropical Andes, Water.

3. INTRODUCCIÓN

Las briófitas comprenden un grupo de plantas no vasculares ampliamente distribuido, casi cosmopolita, que fue el primero en colonizar la tierra. Aparecieron en el periodo Devónico hace unos 400 millones de años, los fósiles de las primeras briofitas que fueron encontrados pertenecían al grupo Marchantiophyta y por su similitud con las plantas actuales se considera que son verdaderos fósiles vivientes (Shaw y Goffinet, 2000).

Las briofitas conservan un sinnúmero de características primitivas tales como la ausencia de tejido vascular diferenciado, dispersión por medio de esporas, entre otros. El término briofita proviene de la palabra griega “*Bryophyte*” que hace referencia a la capacidad de estas plantas de hidratarse rápidamente e iniciar la fotosíntesis nuevamente tras permanecer largos periodos de tiempo en dormancia, una característica que les permite sobrevivir a prolongadas épocas de sequías. Comparten con las plantas vasculares y las algas verdes la presencia de cloroplastos y almidón como reserva de alimento. A diferencia de las algas, las plantas vasculares y las briofitas son terrestres, también presentan un tipo diferente de ciclo vital en la cual el gametofito es la generación dominante. Las briófitas poseen un sistema de conducción de agua y alimentos mucho menos desarrollado que las plantas vasculares, al no tener raíces ni vasos absorben el agua y nutrientes directo del exterior (Gradstein *et al.*, 2001; Vanderpoorten y Goffinet, 2009; León-Yáñez *et al.*, 2014)

Las briofitas son importantes en términos de riqueza de especies y cubren muchos hábitats, y también para las funciones del ecosistema. Están bien estudiadas nivel de género y ampliamente distribuidas en todo el neotrópico (Shaw y Goffinet, 2000; Salazar-Allen *et al.*, 2009). A nivel mundial existen alrededor de 15000 especies en más de 1200 géneros en tres órdenes que son: Bryophyta (musgos como tal), Marchantiophyta (hepáticas) y Anthoceroophyta (los antocerotes). En América Tropical, incluyendo toda la gran variación de hábitats desde los Andes, la Amazonia y el Serrado Brasileño, se puede encontrar alrededor de 4000 especies (2600 musgos, 1350 hepáticas y 30 antocerotes) en casi 600 géneros. Mientras que, solo los Andes, por sus características topográficas es considerada como una de las regiones más ricas en especies en varios grupos del mundo incluyendo las Briofitas; aquí se pueden encontrar más de 2000 especies dentro de 256 géneros (Churchill y Linares, 1995; Churchill *et al.*, 2000; Gradstein *et al.*, 2001; León-Yáñez *et al.*, 2006).

En Ecuador las briofitas corresponden a uno de los grupos vegetales que menos atención han recibido pese a su importante rol en el ecosistema y a su aporte considerable a la biodiversidad del país. León-Yáñez *et al.* (2006) reporta 695 especies de hepáticas y 15 antocerotes mientras que Churchill *et al.* (2000) enlista 950 especies de musgos para el país, esta alta diversidad se debe principalmente a la presencia de los Andes y a la gran diversidad de microclimas que su presencia genera. Pese a todo en los últimos años se han hecho importantes aportes al conocimiento de la briofitas sobre todo en el sur

del Ecuador como las contribuciones de Benitez y Gradstein (2011), Benitez *et al.* (2012), Nöske *et al.*, (2003) entre otros que han sido de suma importancia. Sin embargo, la distribución de las especies en el país permanece parcialmente explorada y muchas especies se conocen solo de muy pocas colecciones. Sin embargo la contribución de Schäfer-Verwimp *et al.* (2013) ha sido muy importante en los últimos años ya que aporta tanto con registros nuevos por provincia, como nacionales y nuevas especies para la ciencia. En ese estudio es importante remarcar que se registran más de 550 especies tan solo para la localidad de la Reserva Biológica San Francisco, colocándola como la localidad con mayor número de registros para un área de este tamaño, lo que a su vez nos demuestra que el conocimiento de la flora de briofitas en América tropical y sobre todo de la región Andina está aun incompleta.

En los Andes del norte, principalmente las estribaciones, han sido testigos de grandes periodos de diversificación de especies principalmente por su historia geológica y la variedad de sus climas (León-Yáñez *et al.*, 2011). Son una barrera natural que retiene las masas de aire provenientes de la amazonia, gran parte de la humedad en las estribaciones orientales es captada por los briofitas (Rollenbeck *et al.*, 2006). En las estribaciones noroccidentales de Ecuador se requiere un mayor esfuerzo por realizar inventarios y estudios ecológicos que ayuden a incrementar las razones para conservar tanto a las briofitas como a los bosques en los que habitan (Gradstein *et al.*, 2001)

De todos los hábitats que en los que las briofitas se desarrollan el Herbazal de Páramos es uno de los más propicios para su crecimiento. Comprenden un rango altitudinal entre 3400 y 4000 m.s.n.m y presentan una precipitación promedio de 1500 mm. de lluvia anual y una humedad sumamente alta, entre el 86% y el 88%, con temperaturas que varían entre 5 y 9° C (Lasso, 2009; Hijmans *et al.*, 2014) y se caracteriza por poseer una vegetación con formas de vida en penachos y arbustos que rara vez superan los 50 cm de altura junto a una gran diversidad de hierbas en roseta y rastreras (Sierra, 1999).

Los Bosques Siempre Verdes son el principal hábitat para las briofitas en el trópico. Aquí es donde se puede encontrar el mayor número de especies y también la mayor biomasa de briofitas (Gradstein *et al.*, 2001). El Bosque Siempreverde Montano Alto de los Andes Orientales que se extiende desde 2900 a los 3600 m.s.n.m y corresponde a una vegetación de transición entre este bosque y el páramo por lo que se lo conoce como ceja andina (MAE, 2013). Presenta una temperatura promedio anual de 9,6 °C y una precipitación promedio de 1300 mm. de lluvia anual (Hijmans *et al.*, 2014). Este bosque presenta un dosel que alcanza entre los 15 y 20 metros de altura, con una gran cantidad de plantas epifitas, herbáceas y briofitas en el sotobosque (Sierra, 1999; MAE, 2013).

Los Bosques de Neblina Montanos de los Andes Orientales abarcan un rango altitudinal entre 2000 y 2900 m.s.n.m. La diferencia en composición con

los bosques cercanos puede ser mínima. Presenta una temperatura anual promedio de 12.8 °C y una precipitación de promedio de 3159 mm con una humedad muy alta del 98% (Guayasamin *et al.*, 2006; Hijmans *et al.*, 2014). Se caracteriza porque sus árboles están cargados de abundante musgo y posiblemente poseen la más alta diversidad de especies de briofitas en el país (León-Yáñez *et al.*, 2006). En esta altitud las epífitas, especialmente orquídeas, helechos y bromelias, son numerosas en especies e individuos, registrándose probablemente su más alta diversidad al igual que con las hierbas bambusoideas (Sierra, 1999).

Entre los 1300 y 2000 m.s.n.m tenemos al Bosque Siempreverde Montano Bajo de los Andes Orientales Presenta una temperatura promedio de 17.6 °C, una precipitación promedio de 3300 mm anuales y una humedad promedio de 89% (ECOLAP y MAE, 2007a; Hijmans *et al.*, 2014). El dosel en este bosque se lo puede encontrar a alturas de 25 ó 30 m, sin embargo, se puede encontrar algunos parches donde los árboles tienen una altura promedio de 15 m. A esta altitud se puede apreciar como las familias arbóreas de tierras bajas son remplazadas, además, una reducción en el número de especies de leñosas trepadoras y un aumento en el número de helechos, bromelias, orquídeas. El sotobosque se encuentra conformado por densas agrupaciones de árboles pequeños. Generalmente se conoce a este ecosistema como “bosque nublado” debido a que con frecuencia se observa una densa capa de neblina durante las primeras horas de la mañana o al atardecer. La humedad

atrapada de la neblina cae en forma lluvia horizontal lo que hace de este bosque una fuente importante de agua (Sierra, 1999; MAE, 2013).

Ya en los pies de los Andes tenemos al Bosque Siempreverde Montano Bajo de Galeras que ocupa un rango desde los 400 a 1730 m.s.n.m. En este bosque se observa una humedad muy alta de casi el 96% con precipitaciones que alcanzan los 5900 mm de lluvia anual y una temperatura promedio de 19 °C la mayor parte del año, excepto enero y febrero, la cordillera está rodeada de neblina (ECOLAP y MAE, 2007b; Hijmans *et al.*, 2014). El dosel alcanza los 20-30 m de altura, es siempre verde y muy denso, con tres estratos difíciles de separar. El número de especies epífitas y hemiepífitas aumenta considerablemente con relación a los bosques de tierras bajas (Sierra, 1999; MAE, 2013).

El Bosque Siempreverde Piemontano de la Amazonia abarca un rango altitudinal desde los 600 a los 1300 m.s.n.m, este ecosistema presenta la diversidad local de árboles más alta del mundo (MAE, 2013). En este bosque se observa una humedad muy alta de casi el 96% con precipitaciones que alcanzan los 4300 mm de lluvia anual y una temperatura promedio de 21 grados centígrados (Hijmans *et al.*, 2014). El dosel superior en estos bosques alcanza los 30 m de altura. El subdosel y sotobosque son muy densos. La composición de este bosque es particular ya que en ella se puede apreciar claramente el traslape entre las especies amazónicas y andinas. Este ecosistema presenta un dosel sumamente denso entre los 15 a 35 m. La

estructura de este ecosistema es compleja y en varios estratos. Pocas especies de tierras bajas superan este bosque convirtiéndose en una barrera que separa especies de amazonia y bosques montanos.

En la amazonia tenemos el Bosque Siempreverde de Tierras Bajas el cual se asienta sobre tierras planas bien drenadas que no se inundan y presenta un rango altitudinal desde 300 a 1000 m.s.n.m. En bosque presenta una humedad del 71% con precipitaciones que alcanzan los 3700 mm de lluvia anual y una temperatura promedio de 22 °C (JatunSacha Biological Reserve, 2013; Hijmans *et al.*, 2014). Los bosques siempreverdes amazónicos son altamente heterogéneos con un dosel que alcanza los 30 m de altura y árboles emergentes que superan los 40 m o más de altura. La diversidad local de árboles se ubica entre las más altas del mundo y las especies están representadas por un solo individuo en varias hectáreas.

Las Briofitas desempeñan un rol fundamental en el ecosistema donde habitan, ya sea esto desde el microhabitat sobre una hoja hasta en el paisaje general. Son capaces de colonizar una gran cantidad de sustratos y dar paso al desarrollo temprano del suelo. Sirven de sustrato para que una gran variedad de seres (tardígrados, insectos, ranas y lagartijas, entre otros) y pueden ser utilizados como indicadores biológicos por su gran sensibilidad a cambios ambientales en la calidad del aire o del agua de un determinado ecosistema (Gerson, 1982; Gradstein *et al.*, 2001; Vanderpoorten y Goffinet, 2009). Este

conjunto de características coloca a las briofitas como un importante modelo ecológico que requiere ser estudiado más a fondo.

Una de las cualidades más importantes que presentan las briofitas es la capacidad de retener entre sus tejidos hasta alrededor del 25% de su peso seco en agua. Esta habilidad de retención de agua junto a la capacidad de rehidratarse después de un largo periodo de dormancia hace de los musgos, hepáticas y antoceros verdaderas esponjas evitando así que el agua regrese a la atmósfera por evaporación o se filtre directamente a los ríos y al suelo. Esta coloca a las briofitas en un nicho fundamental en el ciclo del agua (Gradstein *et al.*, 2001).

En cuanto a términos de biomasa y fijación de carbono así como en fijación de nitrógeno presentan un rol de suma importancia. Depende del tipo de habitat en donde crezcan pueden llegar a representar el 50% de toda la fotosíntesis del ecosistema. Se puede observar también asociaciones con cianobacterias que son capaces de fijar nitrógeno atmosférico, como se observa entre las cianobacterias del género *Nostoc* y las hepáticas talosas del género *Riccardia* y *Marchantia*, y ponerlo a disposición de otros organismos ya sea por herbivoría (a corto plazo) o a través de la descomposición de la briofitas otros organismos (plantas epífitas) pueden absorber los nutrientes con gran cantidad de nitrógeno (Vanderpoorten y Goffinet, 2009).

Porque las briofitas carecen de tejidos conductivos y sus células al estar expuestas directamente al ambiente pueden ser considerados como excelentes bioindicadores de la calidad del ambiente ya que fácilmente pueden absorber y almacenar en sus tejidos los contaminantes que se encuentran en el ambiente. Este hecho puede afectar el crecimiento de las poblaciones con lo que es posible tener un estimado a pequeña escala de los cambios ambientales, climáticos e indirectamente del estado de disturbio del ecosistema (Gerson, 1982; Gradstein *et al.*, 2001; Vanderpoorten y Goffinet, 2009).

La labor y los servicios ecológicos que presentan las briofitas son de suma importancia para el adecuado funcionamiento del ecosistema. Sin embargo el conocimiento taxonómico que se tiene de las briofitas en el Ecuador, pese a los esfuerzos en los últimos años, aun es sumamente escaso, mucho más el conocimiento sobre la ecología de estos organismos. El presente estudio aporta al conocimiento en relación a la diversidad de las briofitas en el Ecuador y las características que influyen en su desarrollo, además de su distribución en el país.

4. OBJETIVOS.

4.1. OBJETIVO GENERAL:

Analizar la composición y diversidad de las briofitas a lo largo de un gradiente altitudinal que incluye 8 localidades en las estribaciones nororientales de los Andes ecuatorianos.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Caracterizar la composición y diversidad de briofitas en 8 localidades a lo largo de un gradiente altitudinal en la Cordillera Oriental de los Andes, provincia de Napo.

Relacionar la biodiversidad y abundancia de briofitas a lo largo del gradiente altitudinal con datos climáticos de los diferentes sitios de estudio.

Determinar el grado de similitud a nivel de especie a lo largo del gradiente altitudinal y dentro de cada localidad.

5. MATERIALES Y METODOS

5.1. ÁREA DE ESTUDIO

En el presente estudio se trabajó en 8 localidades a lo largo de un gradiente altitudinal en las estribaciones nororientales de los Andes ecuatorianos en la provincia de Napo.

5.1.1. Páramo de Oyacachi.

Se encuentra dentro de la Parque Nacional Cayambe-Coca, esta región recibe el nombre por la comunidad Quichua Oyacachi, la misma que reside en el lugar. Se encuentra a 45 Km de Quito en el cantón Chaco (Cuesta *et al.*, 2003). El estudio se lo realizó en las zonas correspondientes a Herbazal de Páramo a 4000 m y Bosque Siempreverde Montano Alto de los Andes Orientales a 3500 m (figura 1, tabla 1). La primera presenta una vegetación dominada por penachos de *Calamagrostis* y arbustos de *Diplostephium*, *Hypericum* y *Pentacalia* y una abundante diversidad de hierbas en roseta, rastreras y diversas formas de vida (Ramsay y Oxley, 1997). Mientras que el segundo se caracteriza por bosques compuestos de *Escallonia myrtilloides*, *Gynoxys acostae*, *Buddleja* spp., *Solanum* spp. y *Myrsine andina* (Sierra, 1999).

5.1.2. Papallacta.

Para esta localidad, se muestreo a 9 km del pueblo de Papallacta, dentro de los remanentes de un Bosque Siempreverde Montano Alto de los Andes

Orientales. En esta localidad se muestreó a los 3000 m. La vegetación típica de este ecosistema está conformada por especies arbóreas como: *Escallonia myrtilloides*, *Gynoxys acostae*, *Buddleja* spp., *Solanum* spp. y *Myrsine andina*, así como también especies arbustivas de los géneros *Calceolaria*, *Ribes*, *Rubus*, *Berberis*, *Ilex*, *Brachyotum* y *Miconia* (Sierra, 1999; MAE, 2013) (figura 1, tabla 1).

5.1.3. Estación Biológica y Centro de Estudios Creativos Yanayacu.

Se encuentra localizado a 20 km del pueblo de Baeza, cerca de la comunidad de Cosanga, esta es una reserva privada que abarca un gradiente altitudinal de 250 a 5000 m en un área sumamente corta (Greeney, 2014). En esta localidad las muestras fueron tomadas en un área que corresponde a un Bosque de Neblina Montano de los Andes Orientales a 2500 m. Se caracteriza porque sus árboles están cargados de abundantes briofitas. En esta localidad se puede apreciar una gran cantidad de plantas epífitas y espacios dominados por hierbas bambusoideas. Los géneros de árboles más representativos de la zona son: *Alnus*, *Weinmannia*, *Cyathea*, *Juglans*, *Cedrela*, *Siparuna* y *Myrcianthes* (Sierra, 1999) (figura 1, tabla 1).

5.1.4. Cordillera de Los Guacamayos

Esta localidad se encuentra dentro de la Reserva Ecológica Antisana a 31 kilómetros del poblado de Baeza. Esta zona es considerada como un hotspot biológico, colinda con la Reserva Ecológica Cayambe-Coca y el

Parque Nacional Sumaco Napo-Galeras por lo que se lo reconoce como un corredor biológico de gran importancia. El estudio se lo realizó en un Bosque Siempreverde Montano Bajo de los Andes Orientales a 2000 m de altura (figura 1, tabla 1). El bosque se encuentra conformado por especies de las familias Melastomataceae (*Miconia*), Solanaceae, Myrsinaceae, Aquifoliaceae, Araliaceae y Rubiaceae mientras que el sotobosque se encuentra conformado por densas agrupaciones de árboles pequeños. Generalmente se conoce a este ecosistema como “bosque nublado” debido a que con frecuencia se observa una densa capa de neblina durante las primeras horas de la mañana o al atardecer. La humedad atrapada de la neblina cae en forma lluvia horizontal lo que hace de este bosque una fuente importante de agua (Sierra, 1999; MAE, 2013).

5.1.5. Cordillera Galeras

Esta cordillera se localiza dentro del Parque Nacional Sumaco Napo Galeras. El estudio se lo realizó en las estribaciones de la Cordillera Galeras, un sistema montañoso aislado de los Andes. (ECOLAP y MAE, 2007b) (figura 1, tabla 1). El estudio se lo realizó en las zonas correspondientes a Bosque Siempreverde Montano Bajo de Galeras a 1500 m donde *Cedrela odorata* (Meliaceae) es representativa como especie emergente mientras que *Dictyocaryum lamarckianum* (Arecaceae) es la especie de mayor presencia. Y el Bosque Siempreverde Piemontano de la Amazonia a 1000 m que está caracterizando por *Dacryodes cupularis* (Burseraceae) y otras especies de este género y otros géneros típicos

andinos como *Saurauia* (Actinidiaceae), *Hedyosmum* (Chloranthaceae), *Brunellia* (Brunelliaceae) y *Weinmannia* (Cunoniaceae) aunque menos abundantes, muestran el carácter de ecotono de ésta (Sierra, 1999; MAE, 2013).

5.1.6. Reserva Biológica Jatun Sacha

Esta reserva se encuentra a orillas del alto Rio Napo a una hora de la ciudad de Tena (figura 1, tabla 1), con alrededor de 2200 hectáreas de las cuales el 70% corresponden a bosque primario. En esta localidad se muestreo a 500 metros en el Bosque Siempreverde de Tierras Bajas de la Amazonia, el cual se asienta sobre tierras planas bien drenadas que no se inundan; las especies están representadas por un solo individuo en varias hectáreas. *Iriartea deltoidea* (Arecaceae) es la especie más importante en la composición de los bosques de la Amazonía alta, dominando el paisaje y llegando a tener poblaciones de más de 300 individuos por hectárea. Otras familias que son comunes en el son: Myristicaceae, Fabaceae, Meliaceae, Euphorbiaceae, Rubiaceae, Moraceae, Vochysiaceae y Melastomataceae (Sierra, 1999; MAE, 2013).

5.2. Muestreo y preparación de las muestras

Se escogieron 4 árboles con corteza semejantes separados en 25 metros uno de otro, en cada árbol independientemente de la posición cardinal a la que se encuentre se tomó una muestra ambiental de 20 por 30 cm en la zona 1 de crecimiento de Johansson (1974) que va desde el suelo hasta 2

metros de altura. Las muestras se tomaron a 1.30 centímetros sobre el suelo (Gradstein *et al.*, 2003; Nöske *et al.*, 2003).

Para el transporte y almacenamiento se colocó en rectángulos de cartón del mismo tamaño de las muestras y se las cubrió con papel plástico para evitar que se mueva el contenido.

En el laboratorio se separó cada muestra en las distintas morfoespecies que la componen, cada una de éstas fue almacenada en un sobre de papel y rotulada adecuadamente como lo recomienda Gradstein *et al.*, (2001). Se elaboró una base de datos con información tanto de colección como taxonómica y ecológica para su posterior análisis.

5.3. Identificación del material

Para la identificación de cada morfoespecie a nivel de género se usó las claves de Gradstein *et al.*, (2001) y Churchill y Linares (1995). Para la identificación a nivel de especie se utilizó bibliografía especializada para cada género. También se comparó con los especímenes de referencia del Herbario QCA.

5.4. Comparación de hábitats

Para analizar las diferencias entre las localidades primero se normalizaron los datos obteniendo la raíz cuadrada doble que trata de reducir los sesgos al mínimo (Xie *et al.*, 2002).

Con los datos normalizados se procedió a realizar una matriz de disimilaridad de Bray-Curtis para cualificar la diferencia en la abundancia entre y dentro de cada muestra. Esta medida toma valores entre 0 y 100 donde 100 representa la mínima diferencia entre muestras (Greenacre, 2008).

Para la visualización de los datos se utilizó un Escalado Multidimensional (MDS por sus siglas en inglés) usando los datos normalizados para observar los patrones de semejanza en función de la composición de la comunidad (Wickelmaier, 2003).

Finalmente se realizó análisis multivariado de la varianza permutacional (PERMANOVA) que es una prueba multivariable no paramétrica que nos permite observar las diferencias entre las distintas comunidades (Anderson, 2001).

6. RESULTADOS

De las 8 localidades se estudiaron un total de 28 cuadrantes en los cuales se identificaron 64 especies de briofitas, 40 de éstas pertenecen al grupo de los musgos agrupados en 22 géneros, dentro de 25 familias. En cuanto a las hepáticas se encontró 21 especies en 13 géneros dentro de 11 familias. Finalmente para los antocerotes se identificaron un total de 3 especies en 1 género y 1 familia (tabla 1).

En el Herbazal de Páramo a 4000 m.s.n.m se encontraron 22 especies (17 musgos y 5 hepáticas) en 15 géneros dentro de 11 familias. En este bosque la mayor riqueza de especies corresponde a la familia Plagiochilaceae con 4 especies seguida por Neckeraceae y Bartramiaceae con tres especies cada una.

En Oyacachi en el Bosque Siempreverde Montano Alto de los Andes Orientales a 3500 m.s.n.m se encontraron 11 especies (8 musgos y 3 hepáticas) en 8 géneros dentro de 8 familias. En este bosque la mayor riqueza de especies corresponde a la familia Bryaceae con dos especies.

En Papallacta a 3000 m.s.n.m en el Bosque Siempreverde Montano Alto de los Andes Orientales se encontraron 15 especies (12 musgos y 3 hepáticas) en 10 géneros dentro de 11 familias. La familia Plagiochilaceae presenta 2 especies.

En la Estación Biológica y Centro de Estudios Creativos Yanayacu. a 2500 m.s.n.m en el Bosque de Neblina Montano de los Andes Orientales se encontraron 21 especies (8 musgos, 11 hepáticas y 2 antocerotes) en 12 géneros dentro de 11 familias. Plagiochilaceae es la familia que presenta con el mayor número de especies con 4.

En la Cordillera de Los Guacamayos, a 2000 m.s.n.m, en el Bosque Siempreverde Montano Bajo de los Andes orientales se encontraron 24 especies (9 musgos, 14 hepáticas y 1 antocerotes) en 19 géneros dentro de 17 familias. Plagiochilaceae es la familia que presenta el mayor número de especies con 3, seguido por Lepidoziaceae con 2 especies.

En el Bosque Siempreverde Montano Bajo de la Cordillera de Galeras a 1500 m.s.n.m se encontraron 13 especies (6 musgos y 7 hepáticas) en 10 géneros dentro de 8 familias. Aneuracea y Plagiochilaceae presentan 2 especies cada una.

En el Bosque Siempreverde Piemontano de la Amazonia en la Cordillera de Galeras a 1000 m.s.n.m, se encontraron 14 especies (6 musgos y 8 hepáticas) en 8 géneros dentro de 8 familias. Plagiochilaceae es la familia que presenta el mayor número de especies con 4.

En Jatun Sacha, en el Bosque Siempreverde de Tierras Bajas de la Amazonia, a 500 m.s.n.m, se encontraron 6 especies (2 musgos y 4 hepáticas) en 4 géneros dentro de 4 familias.

El ecosistema que corresponde a Bosque de Neblina Montano de los Andes Orientales a 2500 m.s.n.m en la localidad de Yanayacu, presenta la mayor cantidad de especies con 24 taxa, mientras que el Bosque Siempreverde Montano Bajo de los Andes Orientales a 2000 m.s.n.m en la localidad de la cordillera de Guacamayos presenta 21 taxa y el Herbazal de Páramo a 4000 m.s.n.m en Oyacachi muestra 22 taxa. Mientras que el ecosistema de Bosque Siempreverde de Tierras Bajas de la Amazonia a 500 m.s.n.m en la localidad de JatunSacha es el que menor número de taxa presenta con 6 especies (tabla 1).

La mayor riqueza en el grupo de las hepáticas se encontró en la familia Plagiochilaceae con 8 especies seguida por Lepidoziaceae con 3 especies. En los musgos las familias con mayor riqueza son Bartramiaceae y Neckeraceae con 4 especies cada una (tabla 3).

Se encontraron especies que presentan una amplia distribución como *Plagiochila cristata* (Sw.) Dumort. que se encuentran presente desde el Bosque Siempreverde de Tierras Bajas de la Amazonia a 500 m.s.n.m hasta el Bosque Siempreverde Montano Alto de los Andes Orientales a 3500 m.s.n.m; *Plagiochila ensiformis* Taylor. que va desde el Bosque Siempreverde

Piemontano de la Amazonia a los 1000 m.s.n.m hasta los 4000 m.s.n.m en el Herbazal de Páramo; y *Kurzia capillaris* (Sw.) Grolle y *Cryphaea pilifera* Mitt. que también va desde los 1000 m.s.n.m en el Bosque Siempreverde Piemontano de la Amazonia hasta los 4000 m.s.n.m en el Herbazal de Páramo (tabla 5).

Por otro lado se hallaron 31 especies que crecen en un solo tipo de bosque, siendo los bosques: Bosque Siempreverde Montano Bajo de los Andes Orientales a 2000 m.s.n.m, Bosque de Neblina Montano de los Andes Orientales 2500 metros y el Herbazal de Páramo a 4000 m.s.n.m aquellos con más especies únicas. Es importante destacar que 3 especies del género *Phaeoceros* se encuentran solo en el Bosque Siempreverde Montano Bajo de los Andes Orientales a 2000 m.s.n.m y el Bosque de Neblina Montano de los Andes Orientales 2500 m.s.n.m (tabla 6).

Al observar la distribución de los cuadrantes en el gráfico del MDS no se puede apreciar una estratificación ni un cambio a través del gradiente, sin embargo existen agrupaciones incompletas entre algunas de las localidades de muestreo como por ejemplo las localidades entre 2500, 3000 y 4000 m.s.n.m (Figura 2).

Al comparar entre habitats se puede encontrar diferencias significativas ($P < 0.05$) entre el Bosque Siempreverde Piemontano de la Amazonia a 1000 y el rango entre el Bosque de Neblina Montano de los Andes Orientales a 2500 y

el Herbazal de Páramo a 4000 m.s.n.m. Además hay diferencias significativas entre el Bosque de Neblina Montano de los Andes Orientales a 2500 m.s.n.m y Bosque Siempreverde Montano Alto de los Andes Orientales a 3500 m.s.n.m y entre Bosque Siempreverde Montano Alto de los Andes Orientales a 3000 m.s.n.m y el Herbazal de Páramo a 4000 metros (tabla 5).

El índice de similaridad de Bray-Curtis nos muestra que entre las distintas alturas no se encuentra una significancia alta al tratar de explicar la similaridad dentro los mismos tipos de bosques siendo todos los valores menores a 50%. Según la similaridad entre cuadrantes del mismo tipo de bosque se puede apreciar que el Bosque Siempreverde Piemontano de la Amazonia a 1000 m.s.n.m presentó el mayor índice de similaridad (37.65%) seguido por el Bosque Siempreverde Montano Alto de los Andes Orientales a 3000 metros y Bosque de Neblina Montano de los Andes Orientales a 2500 m.s.n.m. La menor similitud se ve al Bosque Siempreverde Montano Bajo de Galeras a 1500 m.s.n.m con 14.3% (tabla 7).

La mayor similaridad entre cuadrantes de distintos tipos de bosques se puede observar entre el Bosque Siempreverde Piemontano de la Amazonia a 1000 m.s.n.m y Bosque Siempreverde Montano Bajo de Galeras a 1500 m.s.n.m con 27.37% seguidas por 26.91% entre el Bosque Siempreverde Montano Bajo de Galeras a 1500 m.s.n.m y el Bosque Siempreverde Montano Bajo de los Andes Orientales a 2000 m.s.n.m y 26.86% entre Bosque Siempreverde Montano Bajo de los Andes Orientales a 2000 m.s.n.m y el

Bosque de Neblina Montano de los Andes Orientales 2500 m.s.n.m. Mientras que entre el Bosque Siempreverde de Tierras Bajas de la Amazonia a 500 m.s.n.m y el Herbazal de Páramo a 4000 m.s.n.m y el Bosque Siempreverde Montano Bajo de Galeras a 1500 m.s.n.m y Bosque Siempreverde Montano Alto de los Andes Orientales a 3500 m.s.n.m se observa un índice de similaridad del 0% es decir que entre estos cuadrantes no se presentan especies en común (tabla 7).

7. DISCUSIÓN

Las briofitas debido a su tendencia a buscar la humedad presentan un pico en la diversidad de especies observada comúnmente en la mitad de elevación a lo largo de un gradiente altitudinal (Gradstein y Pocs, 1989; Grau *et al.*, 2007). La mayor humedad observada en las localidades de estudio, junto a una abundante cantidad de especies de briofitas corresponden a un patrón similar observado en el estudio de Wolf (1993) que se localiza en los bosques montanos altos y nublados entre 2000 y 2500 m.s.n.m Esta alta diversidad se encuentra relacionado con la mayor humedad de esta zona y no a la precipitación y temperatura. Adicionalmente a los factores ambientales hay que tomar en cuenta la dureza y de la composición química de la corteza del árbol huésped ya que esto afecta directamente la diversidad de briofitas (Gradstein *et al.*, 2003) (tabla 2).

Los páramos en el Ecuador han sido estudiados menos que los bosques montanos y tierras bajas pero se tiene un buen conocimiento, aunque incompleto, de la composición de briofitas llegando a 515 especies de acuerdo a Freire Fierro (2004). En el presente estudio se encontraron representantes de 22 especies de briofitas a 4000 m.s.n.m lo que representa un poco más del 4 % de las especies del país en un área de estudio menor a un metro cuadrado. Tomando en cuenta otro estudio (Cadena, 2010) en donde se analizaron 600 m cuadrados y se encontraron 125 especies de briofitas con una representación del 25% de la diversidad de briofitas de páramo podríamos sugerir que la

concentración de especies en los páramos es sumamente alta. Las briofitas y las epífitas en general están fuertemente adaptadas al clima del microhabitat en donde se desarrollan (Wolf, 1993; Krömer y Gradstein, 2004) En este caso las briofitas van a buscar ambientes que sean húmedos y con su capacidad para crecer en poco tiempo y soportar bajas temperaturas (Grau *et al.*, 2007), se convierten en los perfectos individuos para desarrollarse en este ecosistema.

La familia Plagiochilaceae pese a ser un grupo mucho más diverso en los bosques montanos y nublados se pueden observar en esta localidad de páramo donde están presentes 4 especies de las 18 que se pueden encontrar en el páramo. La baja diversidad en el número de especies se puede atribuir al bajo tamaño de muestra así como a la baja temperatura y a la ausencia de grandes parches de bosques densos donde estas plantas se puedan desarrollar (Gradstein *et al.*, 2001; Heinrichs, 2002; Cadena, 2010). La familia Bartramiaceae posee alrededor de 400 especies a nivel global y en los trópicos alrededor de 90 especies, en esta localidad se encontraron 3 especies. Este familia forma un grupo de plantas esencial en la composición de la flora del páramo así como también de otras zonas abiertas (Gradstein *et al.*, 2001).

Entre los 2000 y 2500 m.s.n.m en los Bosques Siempreverde Montano Bajo de los Andes Orientales y de Neblina Montano de los Andes Orientales se observó el mayor número de especies (21 y 24 especies respectivamente) en el transecto. Esto coincide con estudios similares en el sur del Ecuador (Nöske *et al.*, 2003) y otros países a lo largo de los andes como en Colombia

(Churchill, 2009) y Bolivia (Kessler, 2001), así como también en estudios realizados en otros países tropicales como África e incluso Nepal (Frahm y Ohlemüller, 2001; Grau *et al.*, 2007). Este patrón se lo puede observar en estudios realizados en plantas vasculares y helechos también (Werner *et al.*, 2005; Homeier *et al.*, 2010) e incluso en grupos animales como aves, anfibios e invertebrados (Guayasamin *et al.*, 2006; Nöske *et al.*, 2008).

En general en los bosques montanos y de neblina, la familia de hepáticas que más diversidad presenta es Plagiochilace y como se lo mencionó antes, es un grupo de plantas que presenta su mayor diversidad en estos bosques. El género más importante de esta familia es *Plagiochila* la cual tiene más de 400 especies en todo el mundo convirtiéndola en el género más diverso de hepáticas. En el neotrópico presenta cerca de 100 especies (Heinrichs *et al.*, 2005). Otras familias importantes de hepáticas en este estudio son Lepidoziaceae y Aneuraceae (dos especies cada familia) ya que aparte de ser conspicuas pueden crecer sobre la corteza de los árboles, troncos en descomposición, sobre el suelo húmífero y rocas con lo que aportan gran cantidad de biomasa al ambiente y forman estrechas asociaciones con otros organismos que se alimentan, viven o utilizan estas plantas (Gradstein *et al.*, 2001).

En cuanto a los musgos que se desarrollan en este rango de altitudes Neckeraceae y Bartramiaceae presentan gran importancia en los bosques montanos y nublados. En Neckeraceae se encuentran mas de 150 especies a

nivel mundial, en el neotrópico tenemos alrededor de 14 especies y en este estudio se registraron 4. Mientras que Bartramiaceae presenta más de 400 especies en el mundo y en el neotrópico alrededor de 90. Estas especies son comunes en zonas abiertas y pocos taxones pueden ser encontrados dentro de los bosques (Churchill y Linares, 1995; Gradstein *et al.*, 2001).

La baja cantidad de especies (6) registradas en el Bosque Siempreverde de Tierras Bajas de la Amazonia está asociado a varios factores como: el bajo número de repeticiones en la localidad. También a que más del 50 % de la diversidad de especies en bosques de tierra baja se encuentra en el dosel del bosque. En varios estudios realizados a lo largo de la Amazonia que dan a conocer una mayor diferencia entre la diversidad de briofitas entre el dosel y el sotobosque que entre localidades separadas por cientos de kilómetros. Esto se atribuye principalmente a la facilidad de dispersión que en el dosel acompañado de distintas estrategias de dispersión de las esporas lo que va a influir directamente en composición de la comunidad (Mota De Oliveira y ter Steege, 2013; Mota de Oliveira y ter Steege, 2014).

A lo largo del gradiente altitudinal se encontraron 29 especies que presentan una distribución continua a lo largo del transecto siendo *Plagiochila cristata* (Sw.) Dumort., *Plagiochila ensiformis* Taylor., *Kurzia capillaris* (Sw.) Grolle y *Cryphaea pilifera* Mitt. las especies que presentan las distribuciones más extensas, se encuentran en 7 de las 8 localidades.

P. cristata es una especie ampliamente distribuida en el los Andes desde Costa Rica hasta Bolivia con algunas colecciones atípicas en Guyana y Brasil. Su rango altitudinal comprende rangos desde 500 hasta 2500 m.s.n.m. En el estudio se la registró desde los 500 hasta los 3500 m.s.n.m Es abundante en bosque con mucha humedad y en su mayoría son epífitas pero en cercanías de cuerpos de ríos pueden crecer en el suelo, sobre rocas y troncos en descomposición. Es un gran reservorio de agua (Heinrichs, 2002).

Según la literatura *P. ensiformis* se encuentra distribuida en los bosques entre los 2400 a los 4000 m.s.n.m, sin embargo en este estudio se encontró esta especie desde los 1000 m.s.n.m en el bosque siempreverde piemontano en la cordillera del Galeras hasta los 4000 m.s.n.m en Oyacachi. Esta especie usualmente se la encuentra en la línea de bosque, crece formando almohadillas almacenando grandes cantidades de agua (Heinrichs, 2002).

Kurzia capillaris presenta un amplio rango de distribución, se la puede encontrar desde el nivel del mar hasta los páramos, en este transecto se la encontró desde los 1000 m.s.n.m en el bosque siempreverde piemontano hasta en el herbazal de páramo a los 4000 m.s.n.m. Esta especie crece por lo general en ambientes de sustratos ácidos y sobre los m.s.n.m metros tiende a formar almohadillas sobre las ramas de los árboles y en el dosel de éstos (Gradstein *et al.*, 2001; León-Yáñez *et al.*, 2006).

Por parte de los musgos tenemos a *Cryphaea pilifera* una especie que en país presenta un rango altitudinal desde los 1500 hasta los 4000 m.s.n.m, en este estudio se registra también para 1000 m.s.n.m en la zona del Bosque Siempreverde Piemontano de Galera. Usualmente se la encuentra creciendo sobre troncos de los árboles, ramas, arbustos; rara vez se la encuentra creciendo sobre rocas (Churchill y Linares, 1995; Churchill *et al.*, 2000; Gradstein *et al.*, 2001).

Las distribución de 31 especies que son únicas para determinadas localidades nos dan a conocer un poco de amplia diversidad dentro del gradiente ya que pequeñas diferencias en la cantidad de agua, disponibilidad nutrientes y luz, inclinación de la superficie van a afectar la capacidad de las briofitas de establecerse (Frahm y Gradstein, 1991).

No se puede apreciar un patrón claro en los análisis estadísticos de los datos obtenidos generado principalmente por la baja cantidad de muestra. Por esto no se puede establecer una zonificación clara. El análisis MDS no muestra una agrupación clara entre los cuadrantes a una misma altura. Se ve un patrón en 2500, 3000 y 4000 m.s.n.m pero no se puede aseverar por la falta de soporte estadístico.

El PERMANOVA muestra pocos elementos que se diferencian entre si; esto principalmente debido al bajo número de muestra y también porque las briofitas son un grupo ampliamente distribuido (Vanderpoorten y Goffinet,

2009). Además no existe un sistema de zonificación generalizado para la caracterización de la distribución altitudinal de briofitas. La variabilidad de factores como la pendiente, el clima y el paisaje topográfico, entre otros, genera que distintos autores identifiquen sus zonas de acuerdo a las características más propicias para la región donde trabajan (Frahm y Gradstein, 1991).

De acuerdo al estudio de Frahm y Gradstein (1991) donde se revisan una serie de estudios a lo largo de los Andes principalmente en Colombia, Venezuela, Perú y Ecuador; también en África, y Borneo para tratar de identificar zonas en común. Se define 5 zonas que tratan de agrupar los rangos más naturales. Esta agrupación puede explicar la distribución de briofitas potencial que se tiene a lo largo del gradiente altitudinal en las estribaciones orientales de los Andes del norte de Ecuador.

Primero se puede observar un bosque tropical de tierras bajas que se extiende desde los 300 metros hasta cerca de los 1200 en donde la densidad de briofitas en el sotobosque es sumamente baja tal como se observa en las localidades de JatunSacha y Galeras bajo. Luego se tiene un bosque tropical submontano que se ocupa las alturas entre 1000 y 1400, posee más especies que el anterior siendo en su mayoría hepáticas. Esta agrupación corresponde a la localidad de Galeras alto. A continuación se observa un bosque tropical montano bajo entre los 1800 y 2400 metros de altura donde las briofitas aumentan no solo en número de especies sino también en cantidad de

biomasa y pasan a ser llamativas en el paisaje. A esta clasificación no se le asocia con ninguna de las localidades muestreadas en este estudio ya que los puntos de colecta de 2000 y 2500 m.s.n.m presentan cierto grado de similitud. El bosque tropical montano alto corresponde a altitudes entre 2000 y 2500 m.s.n.m, esta localidad se caracteriza por poseer la mayor cantidad de briofitas. Esta clasificación corresponde a las localidades de La Cordillera de Guacamayos y Yanayucu donde se observan las mismas características que se describen para esta altitud. Finalmente Frahm y Gradstein (1991) describen al Bosque Tropical Subalpino entre 3000 y 3500 m.s.n.m donde pese a que la cantidad de especies es menor al bosque anterior presenta una abundante biomasa de briofitos lo que corresponde a las localidades de Papallacta y el bosque de Oyacachi.

Finalmente en Frahm y Gradstein (1991) al ser un estudio enfocado en bosque no toman en cuenta al páramo dentro de su clasificación pero en estudios anteriores (Lauer, 1986; Hamilton, 1989; Frahm, 1990) categorizan a este piso por sobre los 3500 m.s.n.m. Hasta el nivel de las nieves, lo que corresponde a la localidad del Páramo de Oyacachi.

8. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

La composición de la flora de briofitas a lo largo del gradiente altitudinal responde a una serie de factores tanto abióticos como bióticos. La humedad del ambiente es uno de los factores más importantes mientras que la temperatura y la precipitación juegan un rol menos significativo en la abundancia y biodiversidad de este grupo.

La mayor diversidad de especies a lo largo del gradiente altitudinal corresponde a las familias Plagiochilaceae, Lepidoziaceae y Aneuraceae (hepáticas), y Bartramiaceae y Neckeraceae (musgos)

Se encontraron tres especies que presentan una distribución continua a lo largo del gradiente altitudinal: *Plagiochila cristata* (Sw.) Dumort., *Plagiochila ensiformis* Taylor., *Kurzia capillaris* (Sw.) Grolle y *Cryphaea pilifera* Mitt.

En cuanto a la composición de las diferentes comunidades a lo largo del gradiente altitudinal se pueden apreciar 5 grupos y la mayor diversidad se presenta en el rango de 2000 a 2500 m.s.n.m y a 4000 m.s.n.m y la menor diversidad a 500 m.s.n.m.

Los patrones de diversidad observados en el presente estudio coinciden con aquellos observados otras localidades en los trópicos, lo cual coincide con otros grupos de plantas y animales (aves, anfibios e invertebrados)

Se amplia el rango altitudinal para *Plagiochila cristata* (Sw.) Dumort., *Plagiochila ensiformis* Taylor., *Kurzia capillaris* (Sw.) Grolle y *Cryphaea pilifera* Mitt. Lo que nos confirma que es necesario incrementar los trabajos que se tiene actualmente sobre la distribución de las briofitas en la provincia de Napo y en el Ecuador.

La metodología utilizada mostro patrones cuantificables en la distribución de briofitas pero se recomienda ampliar el tamaño de muestra para obtener resultados de mayor significancia estadística.

Se recomienda continuar con estudios similares en otras áreas del país, con metodologías estandarizadas para comprender de mejor manera la composición y el comportamiento de las comunidades de briofitas en el Ecuador, ya que juegan un papel fundamental en el desarrollo y la sustentabilidad del ecosistema.

9. LITERATURA CITADA

- Anderson, M.J. 2001. A new method for non - parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecol.* 26(1): 32 - 46.
- Benitez, A., Gradstein, R., Prieto, M., Aragón, G., León-Yáñez, S., Moscoso, A., Burghardt, M. 2012. Additions to the bryophyte flora of Ecuador 2 - Adiciones a la Flora de Briofitas del Ecuador 2. *Trop. Bryol.* 3499–106.
- Benitez, A., Gradstein, S.R. 2011. Adiciones a la Flora de Briofitas del Ecuador. *Cryptogam. Bryol.* 32(1): 1857–1857.
- Cadena, V. 2010. Diversidad y composición de briofitas terrestres en cuatro páramos de pajonal del Centro-Sur del Ecuador. Tesis de Licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Churchill, S.P. 2009. Moss Diversity and Endemism of the Tropical Andes. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 96(3): 434–449.
- Churchill, S.P., Griffin, D., Muñoz, J. 2000. A Checklist of the Mosses of the Tropical Andean Countries. Editorial CSIC - CSIC Press.
- Churchill, S.P., Linares, C.E.. 1995. *Prodromus Bryologiae Novo-Granatensis: Introducción a la flora de musgos de Colombia.* Instituto de Ciencias Naturales.
- Cuesta, F., Peralvo, M.F., Manen, F.T. Van, E-, S., Box, P.O., Branch, F. 2003. Andean bear habitat use in the Oyacachi River Basin , Ecuador. *Ursus* 14(2): 198–209.
- ECOLAP, MAE. 2007a. Guía del patrimonio de áreas naturales protegidas del Ecuador- Reserva Ecológica Antisana. ECOFUND, FAN, DarwinNet, IGM.
- ECOLAP, MAE. 2007b. Guía Del Patrimonio De Áreas Naturales Protegidas Del Ecuador-Parque Nacional Sumaco Napo-Galeras, ECOFUND, FAN, DarwinNet, IGM. Quito.

- Frahm, J., Ohlemüller, R. 2001. Ecology of bryophytes along altitudinal and latitudinal gradients in New Zealand . *Studies in austral temperate rain forest bryophytes* 15 . 117–137.
- Frahm, J.P. 1990. The ecology of epiphytic bryophytes on Mt. Kinabalu, Sabah (Malaysia). *Nov. Hedwigia* 51(1-2): 121–132.
- Frahm, J.P., Gradstein, S.R. 1991. An altitudinal zonation of tropical rain forests using bryophytes. *J. Biogeogr.* 18(6): 669–678.
- Freire Fierro, A. 2004. *Botánica Sistemática Ecuatoriana.*, Missouri Botanical Garden Press. St. Louis.
- Gerson, U. 1982. Bryophytes and Invertebrates. In: *Bryophyte Ecology* (A.J.E. Smith, ed.) pp. 291–332. Chapman & Hall.
- Gradstein, S.R., Churchill, S.P., Salazar-Allen, N. 2001. *Guide to the Bryophytes of tropical America.* New York Botanical Garden Press, New York.
- Gradstein, S.R., Nalini M. Nadkarni, Krömer, T., Ingo, H., Nöske, N.M. 2003. A Protocol for Rapid and Representative Sampling of Vascular and Non-Vascular Epiphyte Diversity of Tropical Rain Forests. *Selbyana* 24(1): 105–111.
- Gradstein, S.R., Pocs, T. 1989. Bryophytes. In: *Tropical Rain- Forest Ecosystems: Biogeographical and Ecological Studies, Eco- Systems of the World* (H. Lieth & M.J.A. Werger, eds.) pp. 311–325. Elsevier, Amsterdam.
- Grau, O., Grytnes, J.A., Birks, H.J.B. 2007. A comparison of altitudinal species richness patterns of bryophytes with other plant groups in Nepal, Central Himalaya. *J. Biogeogr.* 34:1907–1915.
- Greenacre, M. 2008. *Correspondence Analysis and Related Methods.* En línea. Consultado 2014-07-05. <http://www.econ.upf.edu/~michael/stanford/>

- Greeney, H. 2014. Yanayacu Biological Station. En línea. Consultado 2014-07-05 <http://www.yanayacu.org/index.html#>
- Guayasamin, J.M., Bustamante, M.R., Almeida-Reinoso, D., Funk, W.C. 2006. Glass frogs (Centrolenidae) of Yanayacu Biological Station, Ecuador, with the description of a new species and comments on centrolenid systematics. *Zool. J. Linn. Soc.* 147(4): 489–513.
- Hamilton, A. 1989. African forests. *Tropical rain forest ecosystems*. Elsevier 155–182.
- Heinrichs, J. 2002. Taxonomic revision of *Plagiochila* sect. *Hylacoetes*, sect. *Adiantoideae* and sect. *Fuscoluteae* in the Neotropics with a preliminary subdivision of Neotropical *Plagiochilaceae* into nine lineages. *Bryophyt. Bibl.* 58.
- Heinrichs, J., Lindner, M., Gradstein, S.R., Groth, H., Buchbender, V., Solga, A., Fischer, E. 2005. Origin and subdivision of *Plagiochila* (Jungermanniidae: *Plagiochilaceae*) in tropical Africa based on evidence from nuclear and chloroplast DNA sequences and morphology. *Taxon* 54(2): 317–333.
- Hijmans, R.J., Cameron, S., Parra, J. 2014. WorldClim - Global Climate Data. En línea. Consultado 2014-07-05. <http://www.worldclim.org/about>
- Homeier, J., Breckle, S.-W., Günter, S., Rollenbeck, R.T., Leuschner, C. 2010. Tree Diversity, Forest Structure and Productivity along Altitudinal and Topographical Gradients in a Species-Rich Ecuadorian Montane Rain Forest. *Biotropica* 42(2): 140–148.
- JatunSacha Biological Reserve. 2013. A thin band of the Tropical Wet Forest connecting the Andes Mountain Range and the Amazon River Basin labeled as one of the most biological diverse areas, and Alpha Biodiversity Hot Spot. En línea. Consultado 2014-07-05. <http://www.jatunsacha.org/jatun-sacha-biological-reserve/>

- Johansson, D. 1974. Ecology of vascular epiphytes in West African rain forest. *Acta Phytogeographica Suecica*
- Kessler, M. 2001. Patterns of diversity and range size of selected plant groups along an elevational transect in the Bolivian Andes. *Biodivers. Conserv.* 10(11): 1897–1921.
- Krömer, T., Gradstein, S.R. 2004. Species richness of vascular epiphytes in two primary forests and fallows in the Bolivian Andes. *Selbyana* 25:190–195.
- Lasso, G. 2009. Guión Turístico de La Reserva Ecológica Cayambe – Coca. En línea. Consultado 2012-07-05. <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/Parque-Nacional-Cayambe-Coca.pdf>
- Lauer, W. 1986. Die Vegetationszonierung der Neotropisandier Wandelseit der Eiszeit. *Ber. dt. bot. Ges.* 99:211–235.
- León-Yáñez, S., Gradstein, R.S., Wegner, C. 2006. Hepáticas (Marchantiophyta) y Antoceros (Anthocerotophyta) del Ecuador: Catálogo. Publicaciones del Herbario QCA, Quito.
- León-Yáñez, S., Gradstein, S.R., Castillo-Castro, J.A., Moscoso-Estrella, A., Navarrete, H. 2014. Guía de briofitas comunes de Los Andes de Quito. Publicaciones del Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.
- León-Yáñez, S., Valencia, R., Pitman, N., Endara, L., Ulloa Ulloa, C., Navarrete, H. (Eds.). 2011. Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.
- MAE. 2013. Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Quito.
- Mota De Oliveira, S., ter Steege, H. 2013. Floristic overview of the epiphytic bryophytes of terra firme forests across the Amazon basin. *Acta Bot. Brasilica* 27(2): 347–363.

- Mota de Oliveira, S., ter Steege, H. 2014. Bryophyte communities in the Amazon forest are regulated by height on the host tree and site elevation. *J. Ecol.* n/a–n/a.
- Nöske, N.M., Gradstein, S.R., Kürschner, H., Parolly, G., Torracchi, S. 2003. Cryptogams of the Reserva Biológica San Francisco (Province Zamora-Chinchipe, Southern Ecuador): I. Bryophytes. *Cryptogam. Bryol.* 24(1): 15–32.
- Nöske, N.M., Hilt, N., Werner, F. a., Brehm, G., Fiedler, K., Sipman, H.J.M., Gradstein, S.R. 2008. Disturbance effects on diversity of epiphytes and moths in a montane forest in Ecuador. *Basic Appl. Ecol.* 9(1): 4–12.
- Ramsay, P.M., Oxley, E.R.B. 1997. The growth form composition of plant communities in the Ecuadorian páramos. *Plant Ecol.* 131(2): 173–192.
- Rollenbeck, R., Fabian, P., Bendix, J. 2006. Precipitation dynamics and chemical properties in tropical mountain forests of Ecuador. *Adv. Geosci.* 673–76.
- Salazar-Allen, N., Gradstein, S.R., Churchill, S.P. 2009. Bryophytes as nonwoody biodiversity indicators: A guide to the bryophytes of tropical America. A report. *An. Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México. Ser. Bot.* 67(1): 59–65.
- Schäfer-Verwimp, A., Lehnert, M., Nebel, M. 2013. Contribution to the knowledge of the bryophyte flora of Ecuador. *PHYTOTAXA* 1281–63.
- Shaw, A., Goffinet, B. 2000. *Bryophyte biology*. Publisher: Cambridge University Press.
- Sierra, R. 1999. Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia., Quito.
- Vanderpoorten, A., Goffinet, B. 2009. *Introduction to bryophytes, Chemistry y Biodiversity*. Cambridge University Press.
- Werner, F.A., Homeier, J., Gradstein, S.R. 2005. Diversity Of Vascular Epiphytes On Isolated Remnant Trees In The Montane Forest Belt Of Southern Ecuador. *Ecotropica* 1121–40.

Wickelmaier, F. 2003. An Introduction to MDS. Denmark.

Wolf, J.H.D. 1993. Diversity Patterns and Biomass of Epiphytic Bryophytes and Lichens Along an Altitudinal Gradient in the Northern Andes. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 80(4): 928–960.

Xie, M., Goh, T.N., Kuralmani, V. 2002. *Statistical Models and Control Charts for High-Quality Processes*. Springer Science & Business Media.

10.FIGURAS

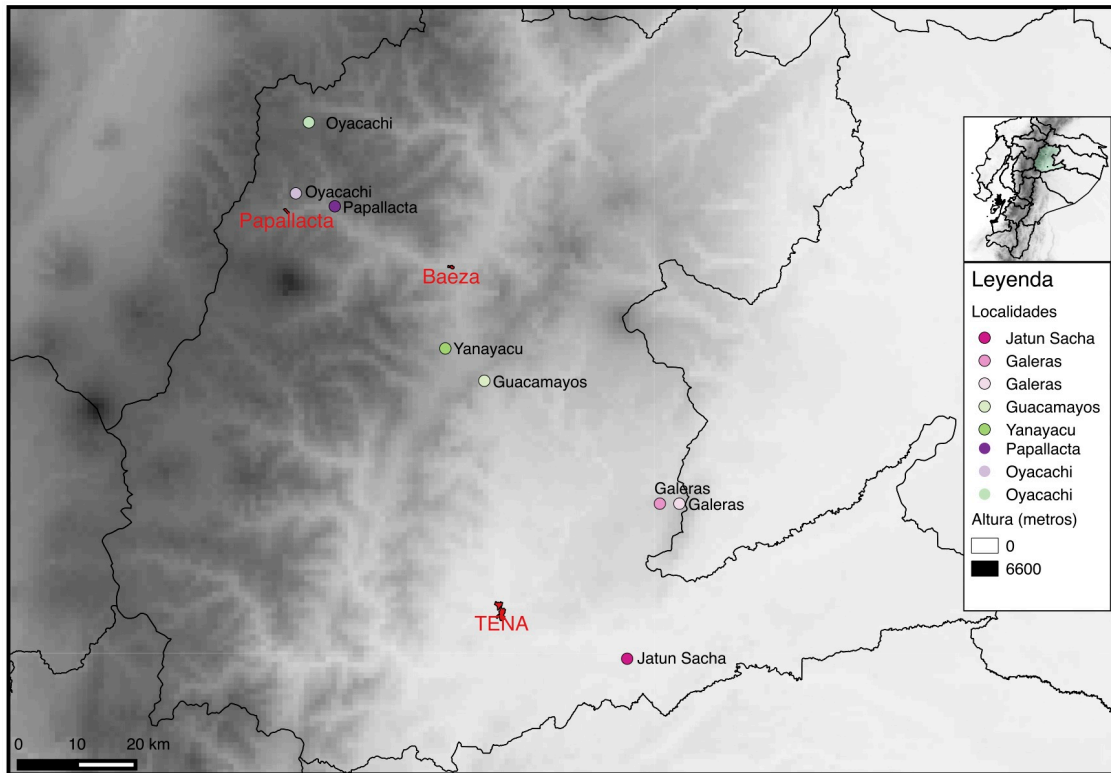


Figura 1. Mapa de distribución de los cuadrantes estudiados en la provincia de Napo, al noroccidente del Ecuador. En colores se observan las localidades de muestreo y en rojo se muestran los principales poblados. El color del terreno mientras más obscuro representa mayor altitud.

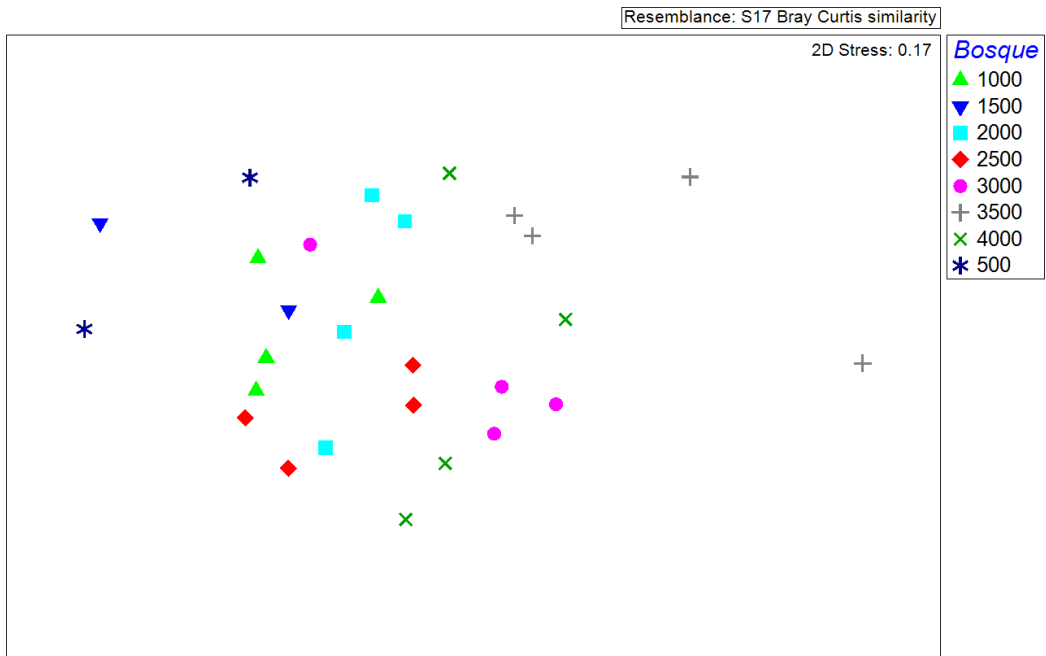


Figura 2. Gráfico MDS, muestra la distribución de los distintos sitios de muestreo en base a datos de cobertura, pese a que no se observa un patrón claro por la falta de soporte estadístico, sí se ve que en 2500, 3000 y 4000 m.s.n.m existe una agrupación.

11.TABLAS

Tabla 1. Listado de localidades acompañado de la altura y las coordenadas respectivas en donde se realizó el presente estudio.

Altura (en metros)	Localidades	Latitud	Longitud
500	JatunSacha	-1.07	-77.62
1000	Galeras	-0.83	-77.57
1500	Galeras	-0.83	-77.54
2000	Guacamayos	-0.64	-77.84
2500	Yanayacu	-0.59	-77.9
3000	Papallacta	-0.37	-78.07
3500	Oyacachi	-0.35	-78.13
4000	Oyacachi	-0.24	-78.11

Tabla 2. Distribución de especies por cada grupo de briofitas a lo largo del gradiente altitudinal, las localidades de 2000 con 24 especies y 2500 con 21 especies correspondientes a al Bosque Siempreverde Montano Bajo de los Andes Orientales y Bosque de Neblina Montano de los Andes Orientales respectivamente presentan la mayor abundancia de especies mientras que Bosque Siempreverde de Tierras Bajas de la Amazonia es el que menor número de taxa presenta con 6 especies

Altura	Antocerotes	Hepáticas	Musgos	Total Altura
500		4	2	6
1000		8	6	14
1500		7	6	13
2000	1	14	9	24
2500	1	11	8	21
3000		3	12	15
3500		3	8	11
4000		5	17	22

Tabla 3. Datos climáticos tomados para las localidades estudiadas. Los datos fueron colectados durante 2011 y 2012, los asteriscos (*) indican datos tomados con datalogers en el sitio, los otros son tomados de Hijmans *et al.* (2014) la temperatura se encuentra en grados centígrados y la precipitación en milímetros de lluvia al año.

Altura	temp.worldclim	temp. *	precipit.worldclim	hum.index*
500	23.8	22.5	3690	71.15
1000	20.7	19.6	4340	96.11
1500	19.2	17.4	4537	96.19
2000	17.4	15.1	3143	89.32
2500	17.4	12.8	3143	97.08
3000	9.6	9.9	1341	NA
3500	6.9	6.5	1384	88.63
4000	5.7	5.8	1429	86.07

Tabla 4. Listado de especies de briofitas encontradas en todo el gradiente altitudinal. La mayor riqueza en el grupo de las hepáticas se encontró en la familia Plagiochilaceae con 8 especies seguida por Lepidoziaceae con 3 especies. En los musgos las familias con mayor riqueza son Bartramiaceae y Neckeraceae con 4 especies cada una.

Grupo	Familia	Especie
Antocerotes	Anthocerotaceae	<i>Phaeoceros</i> sp1.
Antocerotes	Anthocerotaceae	<i>Phaeoceros</i> sp2.
Antocerotes	Anthocerotaceae	<i>Phaeoceros</i> sp3.
Hepática	Aneuraceae	<i>Aneura</i>
Hepática	Aneuraceae	<i>Riccardia</i>
Hepática	Frullaniaceae	<i>Frullania</i>
Hepática	Herbertaceae	<i>Herbertus</i>
Hepática	Jungermanniaceae	<i>Syzygiella perfoliata</i> (Sw.) Spruce
Hepática	Lejeuneaceae	<i>Briopteris</i>
Hepática	Lepidoziaceae	<i>Bazzania gracilis</i> (Hampe & Gottsche) Stephani
Hepática	Lepidoziaceae	<i>Bazzania longistipula</i> (Lindenb.) Trevis.
Hepática	Lepidoziaceae	<i>Kurzia capillaris</i> (Sw.) Grolle
Hepática	Metzgeriaceae	<i>Metzgeria</i>
Hepática	Pallaviciniaceae	<i>Symphyogyna brasiliensis</i> Nees
Hepática	Plagiochilaceae	<i>Plagiochila cristata</i> (Sw.) Dumort.
Hepática	Plagiochilaceae	<i>Plagiochila dependula</i> Taylor
Hepática	Plagiochilaceae	<i>Plagiochila dimorpha</i> Lindenb. & Gottsche
Hepática	Plagiochilaceae	<i>Plagiochila ensiformis</i> Taylor.
Hepática	Plagiochilaceae	<i>Plagiochila fuscolutea</i> Taylor.
Hepática	Plagiochilaceae	<i>Plagiochila raddiana</i> Lindenb.
Hepática	Plagiochilaceae	<i>Plagiochila</i> sp1.
Hepática	Plagiochilaceae	<i>Plagiochila subplana</i> Lindenb.
Hepática	Radulaceae	<i>Radula</i> sp1.
Hepática	Trichocoleaceae	<i>Trichocolea</i>
Musgo	Bartramiaceae	<i>Bartramia longifolia</i> Hook.
Musgo	Bartramiaceae	<i>Bartramia polytrichoides</i> Müll. Hal.
Musgo	Bartramiaceae	<i>Breutelia chrysea</i> (Müll. Hal.) A. Jaeger
Musgo	Bartramiaceae	<i>Leiomela bartramioides</i> (Hook.) Paris
Musgo	Bryaceae	<i>Rhodobryum beyrichianum</i> (Hornsch.) Müll. Hal.
Musgo	Bryaceae	<i>Rhodobryum grandifolium</i> (Taylor) Schimp.
Musgo	Catagoniaceae	<i>Catagonium brevicaudatum</i> Müll. Hal. ex Broth.
Musgo	Cryphaeaceae	<i>Cryphaea pilifera</i> Mitt.
Musgo	Dicranaceae	<i>Campylopus arctocarpus</i> (Hornsch.) Mitt.
Musgo	Entodontaceae	<i>Entodon jamesonii</i> (Taylor) Mitt.

Continua tabla 3

Grupo	Familia	Especie
Musgo	Jungermanniaceae	<i>Syzygiella perfoliata</i> (Sw.) Spruce
Musgo	Lepidoziaceae	<i>Kurzia capillaris</i> (Sw.) Grolle
Musgo	Lepidoziaceae	<i>Lepidozia</i>
Musgo	Leucobryaceae	<i>Leucobryum crispum</i> Müll. Hal.
Musgo	Metzgeriaceae	<i>Campylopus anderssonii</i> (Müll. Hal.) A. Jaeger
Musgo	Metzgeriaceae	<i>Zelometeorium patulum</i> (Hedw.) Manuel
Musgo	Neckeraceae	<i>Neckeropsis cf. undulata</i> (Hedw.) Reichardt
Musgo	Neckeraceae	<i>Porotrichum cf. expansum</i> (Taylor) Mitt.
Musgo	Neckeraceae	<i>Porotrichum lancifrons</i> (Hampe) Mitt.
Musgo	Neckeraceae	<i>Porotrichum longirostre</i> (Hook.) Mitt.
Musgo	Octoblepharaceae	<i>Octoblepharum albidum</i> Hedw.
Musgo	Pottiaceae	<i>Leptodontium brachyphyllum</i> Broth. & Thér.
Musgo	Thuidiaceae	<i>Pelekium involvens</i> (Hedw.) A. Touw
Musgo	Thuidiaceae	<i>Thuidium delicatulum</i> (Hedw.) Schimp.
Musgo	Thuidiaceae	<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.
Musgo	Trichocoleaceae	<i>Trichocolea</i>
Musgo		Musgo sp1.
Musgo		Musgo sp3.
Musgo		Musgo sp4.
Musgo		Musgo sp5.
Musgo		Musgo sp6.
Musgo		Musgo sp7.
Musgo		Musgo sp8.
Musgo		Musgo sp9.
Musgo		Musgo sp10.
Musgo		Musgo sp11.
Musgo		Musgo sp12.
Musgo		Musgo sp13.
Musgo		Musgo sp14.

Tabla 5. Resultados del análisis Permanova. Se puede encontrar diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los bosque a 1000 vs el rango entre 2500 a 4000. También hay diferencias significativas entre 2500 y 3500 metros y entre 3000 y 4000 metros.

Groups	t	P(perm)	Unique perms
1000, 1500	1.0998	0.35	15
1000, 2000	1.1523	0.27	35
1000, 2500	1.4061	0.05	35
1000, 3000	1.5589	0.03	35
1000, 3500	1.9648	0.03	29
1000, 4000	1.7357	0.03	35
1000, 500	1.5909	0.21	15
1500, 2000	0.6925	0.94	15
1500, 2500	1.2973	0.20	15
1500, 3000	1.4192	0.14	15
1500, 3500	1.4589	0.15	10
1500, 4000	1.3678	0.07	15
1500, 500	1.0946	0.66	3
2000, 2500	0.96388	0.55	35
2000, 3000	1.4381	0.09	35
2000, 3500	1.2234	0.17	35
2000, 4000	1.2056	0.20	35
2000, 500	1.1686	0.28	15
2500, 3000	1.4149	0.06	35
2500, 3500	1.7326	0.03	35
2500, 4000	1.279	0.06	29
2500, 500	1.7885	0.08	15
3000, 3500	1.4188	0.11	35
3000, 4000	1.5895	0.04	35
3000, 500	1.8767	0.07	15
3500, 4000	1.3574	0.14	29
3500, 500	1.4544	0.19	12
4000, 500	1.6594	0.07	11

Tabla 6. Tabla de presencia o ausencia de especies donde se representa la continuidad de las mismas a través del gradiente altitudinal. El asterisco (*) muestra la presencia de un taxón, el slash (/) infiere la presencia de la especie en las localidades.

Taxa	Altura (m.s.n.m)							
	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000
<i>Octoblepharum albidum</i> Hedw.	*	*						
<i>Briopteris</i>	*	*	*	*				
<i>Musgo</i> sp1.	*	*	*	*				
<i>Plagiochila fuscolutea</i> Taylor.	*	*	*	*	*			
<i>Riccardia</i>		*	*	*	*			
<i>Aneura</i>			*	*	*			
<i>Bazzania gracilis</i> (Hampe & Gottsche) Stephani			*	*	*			
<i>Radula</i>				*	*			
<i>Leucobryum crispum</i> Müll. Hal.		*	*	*	/	*		
<i>Symphyogyna brasiliensis</i> Nees		*	*	*	*	*		
<i>Musgo</i> sp5.				*	*	*		
<i>Musgo</i> sp6.				*	/	*		
<i>Syzygiella perfoliata</i> (Sw.) Spruce				*	/	/	*	
<i>Musgo</i> sp13.					*	*	*	
<i>Musgo</i> sp14.						*	*	
<i>Rhodobryum grandifolium</i> (Taylor) Schimp.						*	*	
<i>Plagiochila cristata</i> (Sw.) Dumort.	*	/	/	*	*	*	*	
<i>Plagiochila ensiformis</i> Taylor.		*	*	*	*	/	/	*
<i>Kurzia capillaris</i> (Sw.) Grolle		*	/	*	/	/	*	*
<i>Cryphaea pilifera</i> Mitt.		*	*	*	*	*	/	*
<i>Zelometeorium patulum</i> (Hedw.) Manuel			*	/	/	/	/	*
<i>Entodon jamesonii</i> (Taylor) Mitt.				*	*	*	/	*
<i>Metzgeria</i>				*	*	/	*	*
<i>Trichocolea</i>				*	*	/	/	*
<i>Plagiochila subplana</i> Lindenb.					*	*	/	*
<i>Musgo</i> sp7.					*	/	/	*

Tabla 8. Índice de disimilaridad Brya-Curtis. Representa el grado de disimilitud entre y dentro de las distintas localidades en el gradiente altitudinal. En negrillas se muestra el grado de disimilitud entre los cuadrante de una misma altitud. Los valores del índice van de 0 a 100, mientras más próximos a valores cercanos al 0 son menos similares.

Altura (m.s.n.m)	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000
500	28.571							
1000	17.999	37.648						
1500	18.132	27.366	14.286					
2000	17.762	24.436	26.912	20.132				
2500	6.1418	26.033	17.379	26.859	32.053			
3000	3.5714	22.712	13.333	16.496	23.512	32.667		
3500	5.9028	2.9514	0	14.119	7.4588	15.819	23.28	
4000	0	11.373	5.8333	15.952	20.18	13.206	11.287	20.192

Para Grados Académicos de Licenciados (Tercer Nivel)
Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Yo, Jorge Antonio Castillo Castro, CI: 1723114904 autor del trabajo de graduación intitulado “Variación de comunidades de briofitas a lo largo de un gradiente altitudinal en el norte de la Cordillera Oriental Ecuatoriana ”, previa a la obtención del grado académico de **Licenciado en ciencias Biológicas en la Facultad de ciencias exactas y naturales:**

- 1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SEBESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
- 2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir de sitio web de la biblioteca de la PUCE el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad.

Quito, 7 de mayo de 2015

Jorge Antonio Castillo Castro

C.I. 1723114904