

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS DE LOS RECURSOS
NATURALES RENOVABLES



DIVERSIDAD DE MUSGOS EN CUATRO TIPOS DE USO DE SUELO EN EL
CASERIO SAN AGUSTÍN - DISTRITO
HERMILIO VALDIZAN - HUÁNUCO

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES
MENCIÓN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUAS

Presentado por:

SOLOAGA HUAMÁN MARCO ANTONIO

Tingo María – Perú

2014

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida. Y por darme una familia y los amigos que tengo.

A mis queridos Padres Agustín, SOLOAGA HALA y Eduarda, HUAMAN UÑAPILLCO quienes me enseñaron el significado de la vida.

A mis queridos hermanos: Bettyusque SOLOAGA HUAMAN, y Randolt SOLOAGA HUAMAN; por el amor y apoyo incondicional.

A mi esposa, Denisse Pamela, CUICAPUZA YARUPAITA, por el apoyo moral, incondicional y sublime comprensión en cada momento de nuestra vida.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), por ser el alma Mater, que me brindó la oportunidad de formarme como profesional.

A mis asesores: El Blgo. Edilberto, CHUQUILIN BUSTAMANTE, Ing. Raúl ARAUJO TORRES, por el apoyo del presente trabajo de investigación.

A Silvano LAURENCIO DE LA CRUZ, por apoyarme en la gestión para la identificación de la muestras en el Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de san Marcos.

A los docentes de la Facultad de Recursos Naturales por haber sido los principales forjadores para mi formación como profesional.

A los señores Poma SOLÓRZANO, Isidora HUARANGA, por permitirme el ingreso de sus diferentes parcelas.

A mis amigos: Juan VARGAS, Franklin GONZALES, por la amistad y solidaridad que me brindaron durante todo este tiempo de mi formación profesional.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo general.....	3
1.2. Objetivo específicos.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Diversidad.....	4
2.2. Clasificación del grupo briofita	5
2.3. Diferencia entre hepática foliosa y musgos.....	6
2.4. Morfología del musgo.....	6
2.5. Ciclo de vida del musgo	7
2.6. Conocimiento de la brioflora en los trópicos	10
2.7. Ecología de las briofitas	11
2.7.1. Musgos indicadores de la perturbación.....	12
2.8. Factores que interviene en el desarrollo de musgos.....	12
2.8.1. Relaciones hídricas	12
2.8.2. Humedad relativa	13
2.8.3. Temperatura.....	14
2.8.4. Radiación solar.....	15

2.9. Selectividad de sustrato	16
2.10. Tipos de sustrato para musgos	16
2.10.1. Epífitos	16
2.10.2. Epífilos.....	17
2.10.3. Roca y corteza como sustratos	18
2.10.4. Suelo	19
2.10.5. Tronco caído	20
2.11. Distribución de familias de musgos.....	21
2.11.1. Diversidad de especies de musgos	22
2.12. Estudio sobre briofitos.....	23
2.13. Conservación de briofitas.....	25
2.14. Problema de los bosques tropicales	25
2.15. Cambios de uso de suelo.....	28
III. MATERIALES Y MÉTODOS	32
3.1. Lugar de ejecución.....	32
3.1.1. Ubicación Política.....	32
3.1.2. Ubicación Geográfica	32
3.2. Características de la zona de estudio	33
3.2.1. Topografía	33
3.2.2. Relieve	33

3.2.3.	Clima	34
3.2.4.	Zonas de Vida	34
3.2.5.	Suelos	34
3.2.6.	Vegetación	35
3.3.	Características de usos de suelo para este estudio.....	35
3.3.1.	Bosque primario	35
3.3.2.	Bosque secundario.....	36
3.3.3.	Cultivo de café.....	36
3.3.4.	Pastizal.....	36
3.4.	Materiales y equipos	36
3.5.	Fase de campo	37
3.5.1.	Reconocimiento e identificación de los usos de suelo.....	37
3.5.2.	Instalación de transectos en cada uso de suelo	38
3.5.3.	Medición de coberturas por cuadrante en cada transecto	39
3.5.4.	Colección de muestras	39
3.5.5.	Especificidad especie - sustrato	39
3.5.6.	Muestras de musgo para su identificación	40
3.5.7.	Determinación de la temperatura y humedad relativa	41
3.5.8.	Determinación de la intensidad lumínica	42
3.6.	Análisis de datos.....	42

3.6.1. Riqueza específica	42
3.6.2. Índice de dominancia de simpson	42
3.6.3. Índices de Shannon-Wiener	43
3.6.4. Equidad de Pielou	43
3.6.5. Análisis de varianza.....	44
3.6.6. Especificidad de musgo sustrato y variables ambientales.....	44
IV. RESULTADOS	45
4.1. Diversidad alfa y beta de musgos en los cuatro usos de suelo.....	45
4.1.1. Cobertura del total de especies de musgo de cada transecto	48
4.1.2. Índice de Shannon-Wiener	48
4.1.3. Dominancia de Simpson.....	49
4.1.4. Índice de equidad Pielou	51
4.1.5. Dendrograma de análisis (Conglomerados de Cluster).....	52
4.2. Predominancia de musgos en sustratos	56
4.3. Correlación número de especies con la temperatura y humedad relativa	59
4.4. Correlación número de especies con intensidad lumínica	60
V. DISCUSIÓN.....	62
5.1. Diversidad alfa y beta de los musgos.....	62
5.2. Predominancia de especies de musgo en diferentes sustrato	65

5.3. Correlación de musgos con la humedad, temperatura e intensidad lumínica	67
VI. CONCLUSIONES	69
VII. RECOMENDACIONES.....	70
VIII. ABSTRACT	701
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
X. ANEXOS.....	79

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Diferencia de hepática foliosa y musgo.....	6
2. Coordenadas UTM de los cuatro tipos de usos de suelo.....	33
3. Criterios de especificidad entre especie-sustrato.....	40
4. Lista de de musgos en los cuatro usos de suelo.....	46
5. Correlaciones de cobertura de especies en: bosque primario, bosque secundario, cultivo de café y Pastizal.....	54
6. Análisis de estadístico de la intensidad lumínica, humedad y temperatura	55
7. Promedio de cobertura de especies de musgos en los usos de suelos.....	55
8. Tipos de sustrato colonizados por diferentes especies en bosque secundario.....	57
9. Presencia y ausencia de musgos en los cuatro usos de suelo.	83
10. Promedio de intensidades lumínicas (lux) de diferentes tipos de uso de suelo durante el día	84
11. Promedio de temperatura (C°) de la superficie del suelo en tipos de uso de suelo durante el día.....	84

12. Promedio de humedad (%) de diferentes usos de suelo durante el día.....	84
13. Lista de especies de musgos, tipos de sustrato y cobertura en bosque primario.....	85
14. Lista de especies de musgos, tipos de sustrato y cobertura en bosque secundario.....	86
15. Lista de especies de musgos, tipos de sustrato y cobertura en cultivo café.....	87
16. Lista de especies de musgos, tipos de sustrato y cobertura en pastizal.....	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Representación de los filos Bryophyta y clases relacionadas con otros miembros de la Planta.....	5
2. Ciclo de vida del musgo.....	9
3. Curva de especies a lo largo de un transecto.....	10
4. Perfil de humedad en la selva Amazónica (Sirumoni, Alto Orinoco).....	14
5. Perfil de la intensidad de la luz en bosques Amazónicos de tierras bajas (Sirumoni, Alto Orinoco).....	15
6. El musgo (<i>Brachymerium columbicum</i>) que crece en un jardín de la hormiga.....	20
7. Materiales y equipos requeridos para un muestreo de musgos.....	37
8. Esquema de un transecto para el muestreo de musgos.....	38
9. Envases con muestra de musgo para la identificación.....	41
10. Cobertura de especies de musgos en cada uso de suelo en cm ²	48
11. Índice de shannon en cada uso de suelo.....	49
12. Dominancia de especies de musgo según el índice de Simpson.....	50
13. Especies de musgo más dominantes por usos de suelo.....	51
14. Índice de equidad en cada usos de suelo.....	51

15. Dendrograma del Análisis de Conglomerados de los usos de suelo	52
16. Tipos de sustrato colonizados por diferentes especies en bosque primario.....	56
17. Tipos de sustrato colonizados por diferentes especies cultivo de café..	58
18. Tipos de sustrato colonizados por diferentes especies en pastizal.....	59
19. Relación entre número de especies con temperatura y humedad	61
20. Correlación entre número de especies y la intensidad lumínica	60
21. Transecto N° 3 en el cultivo de café, recopilando datos.	80
22. Transecto N° 4 en pastizal.	80
23. Cuadrante dentro de transecto N° 1 en bosque primario con presencia de musgos.....	81
24. Cuadrante dentro de transecto N° 1 en bosque primario con poca presencia de musgos.....	81
25. Medida de cobertura presentes en sustrato de tronco caído dentro del cafetal	82
26. Presencia de diferentes especies de musgos sobre tronco caído en bosque primario.	82
27. Plano de ubicación de las cuatro tipos de uso de suelo.....	89

I. INTRODUCCIÓN

Los sistemas degradados son ecosistemas cuya diversidad, productividad y habitabilidad se ha reducido considerablemente (WWF, 2009). Las actividades humanas en los ecosistemas, contribuyen a la pérdida y fragmentación del hábitat: urbanización, deforestación, habilitación de zonas agrícolas, entre otras (CONAMU, 2008). Los usos de suelo, deforestación son algunos problemas principales que afectan al distrito Hermilio Valdizan (BMZ - UNODC, 2012), Las condiciones climáticas asentadas entre 1,200 hasta los 1,800 msnm del distrito de Hermilio Valdizan, favorecen el desarrollo del cultivo de café, frutales, pastizales entre otros.

Los musgos, son plantas terrestres de tamaño pequeño que viven en ambientes húmedos, son visibles en todo su esplendor durante las temporadas de lluvia formando parches en lugares con sombra sobre los troncos de los árboles (ARDILES *et al.*, 2008). desempeñan un papel muy importante en los procesos funcionales de los ecosistemas boscosos; los musgos que arraigan en el suelo participan activamente en el reciclaje de materia y energía, mientras que los musgos epifíticos son protagonistas de primer orden en los procesos de regulación de la humedad, ya que porciones significativas del agua de la lluvia que se traslada por los troncos es retenida por formaciones compactas y que la guardan y en épocas de menor suministro hídrico la van liberando de acuerdo con los requerimientos de la comunidad biótica (AGUIRRE y RANGELO, 2007).

Entre las principales amenazas a la diversidad de musgos se encuentra la degradación de bosques, la mayoría por acción del hombre (prácticas agro culturales) (PATIÑO *et al.*, 2009). Es por ello que todo estudio pueda aportar al conocimiento que ayuden a tomar medidas de conservación (ESCOBEDO, 2002).

Los musgos son poco considerados en los trabajos, es por eso se eligió la zona de estudio (Caserío San Agustín), debido a su zona nubosa, que además presenta diferentes tipos de uso de suelo que pueden influir en la composición de especies de musgos, y su modificación de microhábitats, muchos de ellos importantes para el establecimiento de musgos. Esto tiene como consecuencia la desaparición de musgos, muchas probablemente desconocidas para la ciencia.

Partiendo de lo anterior, es importante realizar este trabajo de investigación, que representa una contribución al conocimiento de la diversidad de musgos y predominancia con el sustrato - musgo, además se pretende encontrar las diferencias en la composición de especies presentes en cuatro tipos de uso de suelo en el caserío San Agustín, Distrito de Hermilio Valdizan.

1.1. Objetivo general

- Determinar la diversidad de musgos en cuatro tipos de usos de suelo (bosque primario, bosque secundario, cultivo de café y pastizal) en el caserío San Agustín – Distrito Hermilio Valdizan, Provincia Leoncio Prado, Región Huánuco.

1.2. Objetivo específicos

- Estimar la diversidad alfa y beta de musgos en cada uso de suelo.
- Estimar la predominancia de los musgos con los sustratos.
- Correlacionar el número de especies de musgos con la temperatura, humedad en la superficie del suelo e intensidad lumínica.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Diversidad

El término biodiversidad fue acuñado en 1985 por el destacado biólogo E. O. Wilson (1988), como contracción de la expresión “diversidad biológica” (CONAMU, 2008). El término es un concepto multidimensional y multifacético que se refiere a la variedad y variabilidad de todos los organismos y su hábitat, así como a las relaciones que se originan entre ellos. Además, GLIME (2007) señala que conocemos muy poco acerca de las contribuciones de los grupos de pequeños organismos, plantas; la diversidad ya sea en su propio derecho o en la estabilización de la diversidad de los organismos más grandes. Asimismo, FRAHM (2003) hace mención sobre el conocimiento de briofitos en bosques tropicales es aún muy pobre.

Los briofitos pueden tener un papel importante en el ciclo de nutrientes, la retención de agua y la disponibilidad de agua. Modelos climáticos globales están dando cuenta que contribuciones sustanciales a la modificación de la temperatura global y el movimiento del agua, y todos los involucrados se están dando cuenta de que sabemos muy poco acerca de este fascinante e importante grupo de organismos (GLIME2007).

2.2. Clasificación del grupo briofita

El grupo Bryophyta anteriormente incluía los musgos, las hepáticas y antocerotes (Gradstein *et al.*, 2001; citado por MATEO, 2011). Pero basado en análisis filogenéticos recientes, los Bryophyta ha sido recuperado como un grupo no monofilético, por lo que ha sido separado en tres divisiones: Marchantiomorpha (hepáticas); Anthocerotophyta (antocerotes) y la Briophyta. Este sistema se basa principalmente en la taxonomía molecular y todavía no parece haber entrado en uso generalizado (GLIME, 2007).

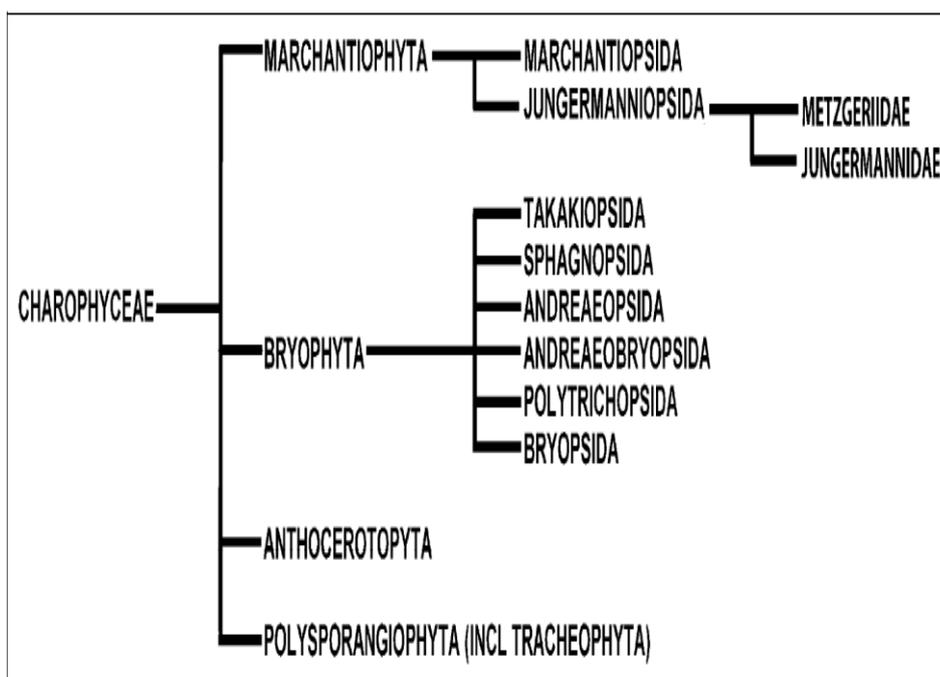


Figura 1. Representación de los filios Bryophyta y clases relacionadas con otros miembros de la Planta (Shaw & Goffinet, 2000; citados por GLIME, 2007).

2.3. Diferencia entre hepática foliosa y musgos

DELGADILLO y CARDENAS (1990) sugieren que puede existir la posibilidad de confusión entre la hepática foliosa y musgo (Cuadro 1). A continuación se enlista algunas características importantes que los distinguen.

Cuadro 1. Diferencia de hepática foliosa y musgo.

Hepática foliosa	Musgo
- Gametofito con simetría dorsiventral	Gametofito con simetría radial
- Tallos con 2 hileras de hojas dorsales y una ventral con hojas más pequeñas	Hojas aparentemente arregladas en más de tres hileras helicoidales.
- Hojas profundamente lobuladas	Hojas no lobuladas
- Rizoides unicelulares	Rizoide pluricelulares
- Columela ausente	Columela presente
- Peristoma ausentes	Peristoma presente

Fuente: DELGADILLO y CARDENAS (1990).

2.4. Morfología del musgo

Los musgos carecen de tejidos conductores verdaderos (lignificados, formados por xilema y floema), carecen de raíces, las que son reemplazadas por unos filamentos monoseriados, uni o multicelulares, llamados rizoides que sirven como medio de sujeción más que de absorción de nutrientes y agua, pues ésta se efectúa a través de toda la superficie de la planta, ya que en general sus hojas (filidios), tallos (caulidios) y talos no poseen una cutícula cerosa que impida esta acción. Debido a esto, su balance hídrico está

condicionado por el medio externo. Entonces estos organismos son “poiquilohídricos” y ello implica que se verán restringidos a zonas húmedas, donde se produce humedad ocasionalmente. Si bien son sensibles a los cambios de humedad ambiental, la tolerancia; la desecación es muy común entre las briófitas, mas no es un carácter absoluto y constante, variando notablemente entre las especies (ARDILES *et al.*, 2008).

Según GLIME (2007) en ciertos hábitats, la fragmentación puede ser un habitual fenómeno, que representan casi toda la reproducción. Incluso los fragmentos enterrados a menudo conservan la viabilidad, proporcionando la fuente de la flora cuando una perturbación devuelve un área a las condiciones anteriores (Miller, 1985; citado por GLIME, 2007).

2.5. Ciclo de vida del musgo

Tienen un ciclo de vida en el que se alternan estas dos generaciones (Figura 2), el gametofito (A) y el esporofito (F). El gametofito briofítico constituye la generación dominante, es decir, la que alcanza el mayor tamaño y persistencia en el tiempo. En el gametofito se desarrollan las estructuras reproductoras sexuales femeninas en forma de botella de cuello largo, llamadas arquegonios, en las cuales se originan los gametos femeninos (B).

Los gametos masculinos (muy parecidos a los espermatozoides) se desarrollan en estructuras ovoides llamadas anteridios (B). Para que se produzca la fecundación (E), el gametofito y en particular los anteridios deben

estas cubiertos por una película de agua (C) que permita a los gametos masculinos (anterozoides; C) "nadar" hasta los femeninos (oogonios; D). Esta característica hace que la dependencia del agua para la reproducción sexual sea mucho mayor para los briofitos. Después de la fecundación (E), y sobre el gametofito, se desarrolla rápidamente el esporofito (F), el cual nunca llega a independizarse sino subsiste durante su corta vida dependiendo directamente del aporte nutricional que le proporciona el gametofito, gracias a su capacidad fotosintetizadora. Su principal función esporofito es la producción y liberación de esporas (G), las cuales se dispersa por el agua y el viento, pues los anterozoides deben nadar en una delgada película de agua hacia la ovocélula atraídos químicamente por la emisión desde el arquegonio de sustancias orgánicas, El ciclo se cierra cuando la espora germina (H) y la forma un nuevo gametofito, el cual en su primera fase de desarrollo origina red de filamentos llamado protonema.

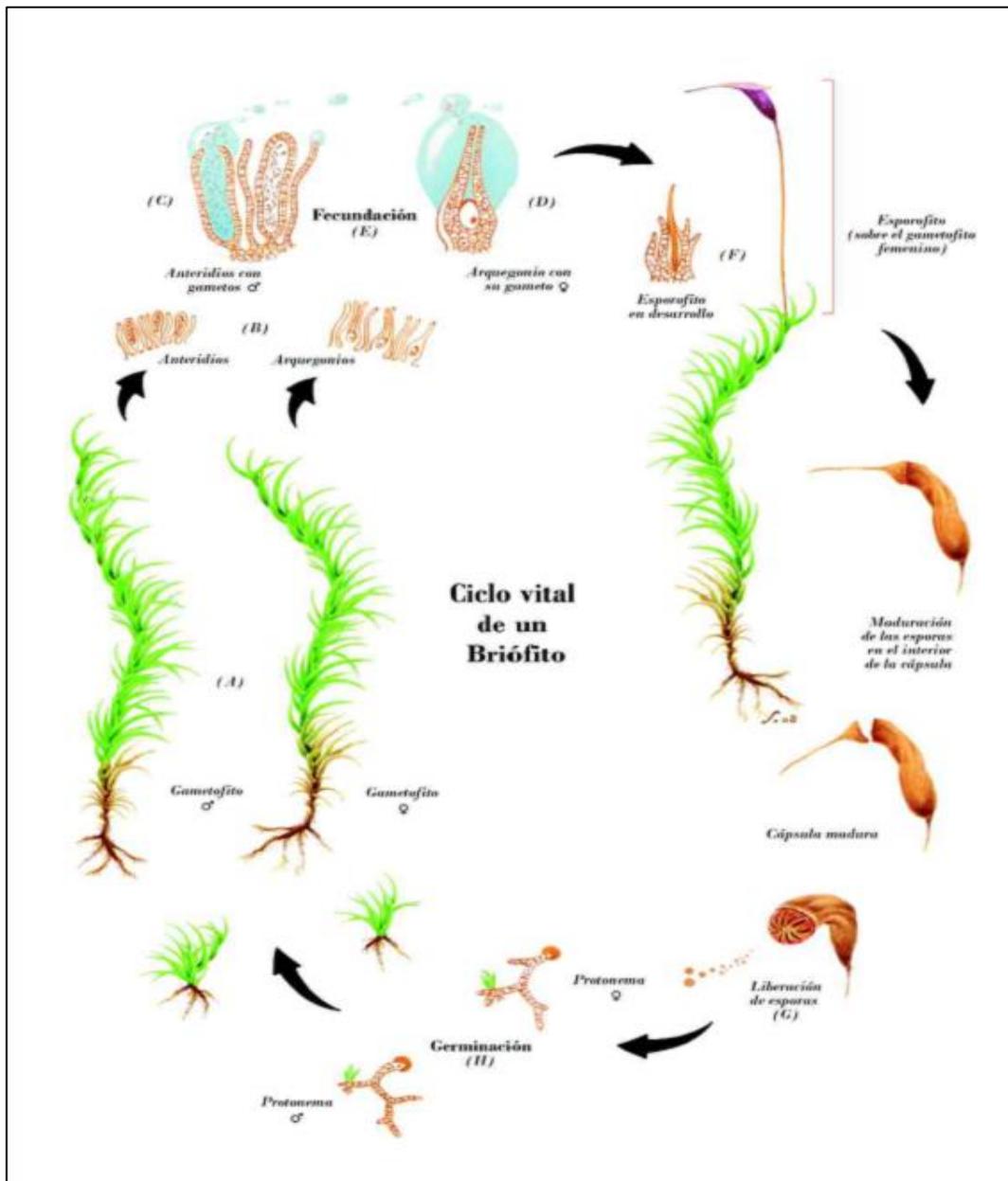


Figura 2. Ciclo de vida del musgo, según PATIÑO *et al.* (2009).

2.6. Conocimiento de la brioflora en los trópicos

El conocimiento sobre el brioflora de los trópicos ha aumentado considerablemente en las últimas décadas; esto puede ser ejemplificado por las especies de musgos que se conocen en Perú en diferentes años: 1951: 345, 1975: 568, 1985: 834, 1987: 903, 1992: 989 (Menzel, 1992; citado por FRAHM, 2003). Además, LEÓN *et al.* (2010) encontró 36 especies de musgos entre las cuencas del Marañón y del Huallaga, que incluye ambientes que van desde los 700 hasta los 4000 m en altitud.

FRAHM (2003) indica que el número de especies por área es importante para diferentes altitudes; la Figura 3, muestra una curva característica a lo largo de un transecto de 25m x 25m en Colombia, entre 950 y 3500 m.

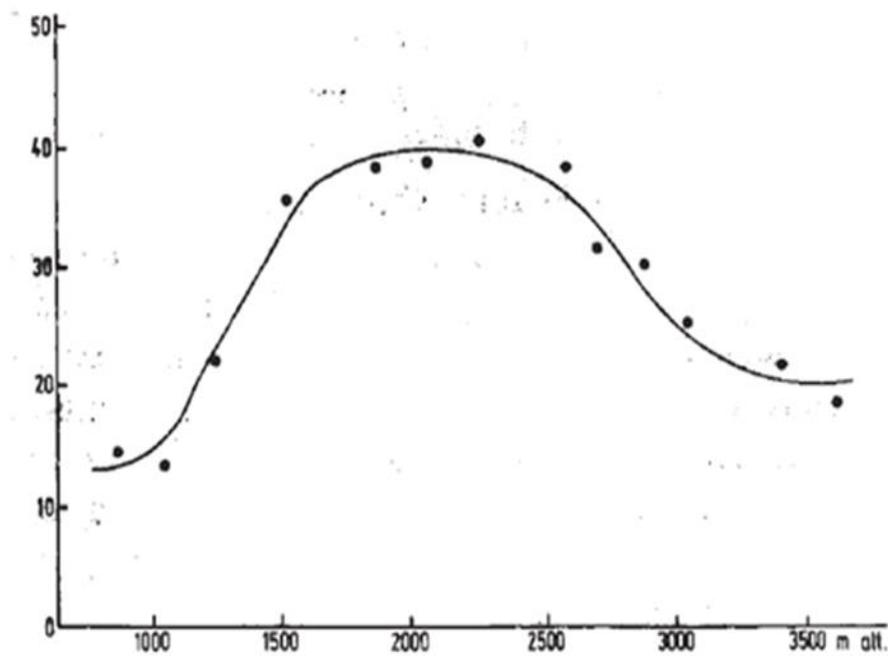


Figura 3. Curva de especies a lo largo de un transecto (Van Reenen y Gradstein, 1983; citados por FRAHM, 2003).

2.7. Ecología de las briofitas

Los musgos crecen en una amplia variedad de sustratos y hábitats FRAHM (2003). Los musgos desarrollan un papel muy importante dentro de los bosques, ya que el revestimiento que forman preserva al suelo del enfriamiento superficial, y una desecación exagerada. Además retienen y almacenan una parte del agua caída, así mismo, son capaces de absorber y retener una parte importante de la humedad de las nieblas (FERNÁNDEZ *et al.*, 2003).

La importancia de musgos son: productores primarios de la cadena trófica, micro hábitat para organismos diminutos, asimila y almacena mucho más carbono que todo el tallo de los árboles, soltando para la atmosfera mucho más oxígeno; controlan la erosión del suelo, la humedad del aire, inundaciones; son buenos indicadores ambientales y de perturbación humana de bosques nublados (PATXI, 1993; MORENO, 2011).

La diversidad de briofitas se correlaciona con la heterogeneidad del hábitat en dos espacial escalas. Meso hábitats con fisiográfica localizada (por ejemplo, bosques); además existen micro hábitats (por ejemplo, árboles, troncos, rocas, tocones) son las unidades de paisaje más pequeñas y pueden ser exclusivos de un tipo de mesohabitat (VANDERPOORTEN, 1998).

En las selva elevadas y bajas, las briofitas son frecuentes en sitios abiertos donde el suministro de agua es continuo; se encuentra también en el interior de la selvas particularmente sobre troncos de los árboles, donde son

distribuidas horizontalmente en función a la humedad atmosférica y del sustrato (DELGADILLO y CARDENAS, 1990). En estudios recientes sobre análisis de variables que predicen las riqueza se encontró, que el tamaño pequeño de las hojas se relaciona con la mayor penetración de luz y menor acumulación de hojarasca en el suelo; además se incluye la abundante humedad, fueron las causas de exuberante comunidades de briofitas especialmente terrícolas (PATIÑO *et al.*, 2009).

2.7.1. Musgos indicadores de la perturbación

En un estudio de musgos indicadoras de la perturbación, en tres áreas distintas de la metropolitana de Puerto Rico. En dicho trabajo se encontró familias de musgos con mayor frecuencia (*Fissidentaceae* y *Sematophyllaceae*). Además el grado de similitud entre las diferentes áreas y entre la flora se aproxima a cero (0.10), las dos comunidades son diferentes. Los cambios sobre la comunidad actual pueden ser atribuidos a la desforestación, disminución de la humedad, los cuales disminuyen el número de especies de musgos (ESCORCIA y SASTRE, 1990).

2.8. Factores que interviene en el desarrollo de musgos

2.8.1. Relaciones hídricas

PATXI y INFANTE (2006) señalan que captar y retener el agua es necesaria para la fotosíntesis, un gran reto en la vida de un musgo. Los briofitos pueden retener agua por cualquier parte de su cuerpo, pero también en la misma

facilidad pueden perderla. DÍAZ *et al.* (2005) y FERNÁNDEZ *et al.* (2003), los briófitas son poiquilohídricas (su contenido de agua varía dependiendo de la humedad del medio ambiente). Además, MONTENEGRO (2011), indica que la pérdida de agua es por la sencillez de su estructura, carencia de cutícula en la mayoría y falta de tejidos especializados.

2.8.2. Humedad relativa

Los briófitos prefieren los ambientes donde la humedad se mantiene sin grandes variaciones durante todo el año, pero las exigencias de cada especie con respecto no solamente a la humedad sino también a la iluminación, temperatura son muy variables (FERNÁNDEZ *et al.*, 2003).

La humedad es decreciente, siendo alta en la parte inferior de la selva durante todo el día y la noche, llegando incluso a valores extremos en el dosel al mediodía (Figura 4). Por lo tanto las briofitas en la parte inferior tienen que sufrir en busca de poca luz y tiene una alta humedad, los de la copa tienen que sufrir de fuertes la desecación y las altas temperaturas, pero tienen más que la luz suficiente. El valor crítico de la humedad de las briofitas es 80% HR. Es sobre la base de observaciones en el campo, de acuerdo con que briófitos se secan por debajo del 80%, pero se quedan turgentes por encima del 80%.

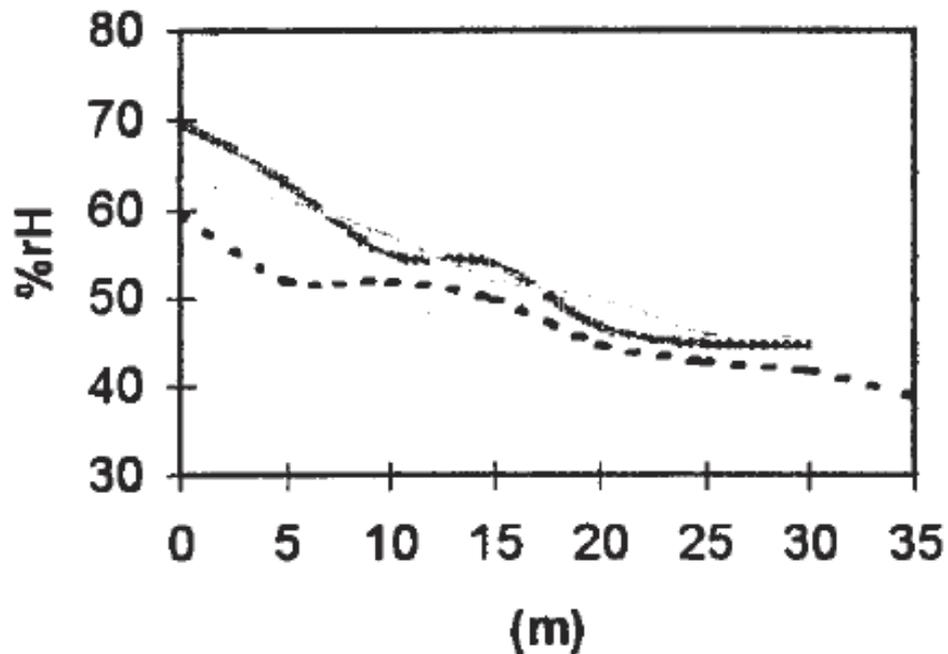


Figura 4. Perfil de humedad en selva Amazónica (Sirumoni, Alto Orinoco) (León y Vargas, 2001; citados por FRAHM, 2003).

Los musgos han desarrollado unos dientes llamados peristoma, elaboradas para que se mueven en respuesta a los cambios de humedad y que tienden a facilitar la dispersión de las esporas en el aire seco, cuando la oportunidad de dispersión por el viento prevalece, Parece que este modo es un gran éxito (GLIME, 2007).

2.8.3. Temperatura

La temperatura cerca de la superficie cambia casi tan rápidamente como la temperatura del aire (GLOBE, 2005). Debido a la relación no lineal de la humedad con la temperatura; se podría conjeturar que la temperatura podría controlar cuando y donde las briofitas germinan y por lo tanto limitan distribución (GLIME, 2007).

2.8.4. Radiación solar

El requisito de la radiación solar, para que las esporas germinen, les permite permanecer donde han aterrizado hasta condiciones adecuadas para un mayor desarrollo de los musgos (GLIME, 2007).

Dentro del bosque, existe el aumento de la luz desde el suelo hasta el dosel (Figura 5). No es sólo el 1% de la intensidad luminosa en la parte inferior de los bosques de tierras bajas, es responsable por el bajo número de especies. Además con la intensidad de la luz en el dosel es casi similar a los lugares abiertos.

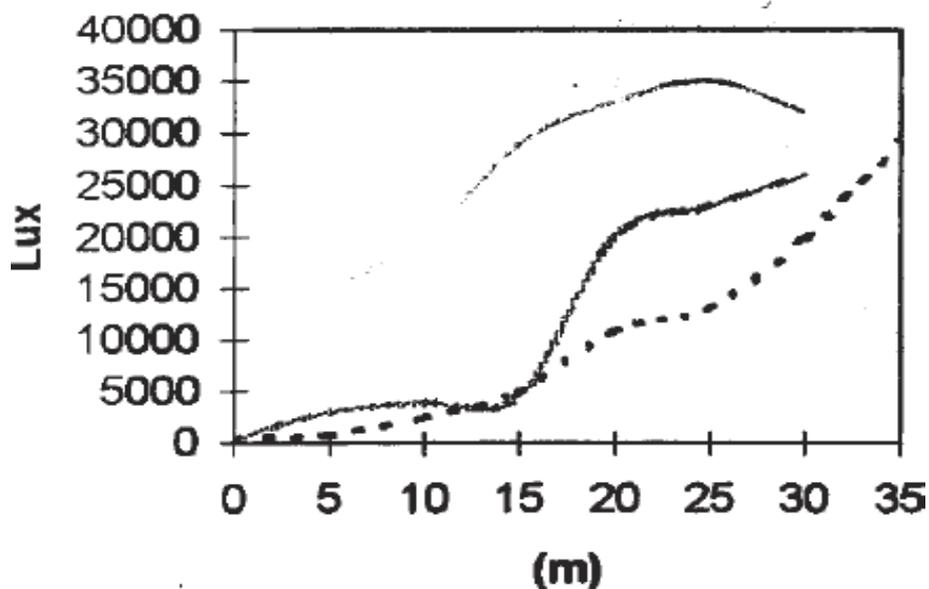


Figura 5. Perfil de la intensidad de la luz en bosques Amazónicos de tierras bajas (Surumoni, alto Orinoco) (León-Vargas 2001; citados por FRAHM, 2003).

2.9. Selectividad de sustrato

En un estudio sobre musgos en la región de Santa María, Boyacá en Colombia, se encontraron 16 especies epífitas, 10 epilíticas y 4 terrestres. Un buen número de especies se presentaron en más de un sustrato, los de mayor número de especies fueron: epilítico-terrestres (8), epífito-materia orgánica en descomposición (5) y epífito-epilítico- terrestres (4). Doce especies se presentaron en todos los sustratos (AVENDAÑO y AGUIRRE, 2007).

2.10. Tipos de sustrato para musgos

La naturaleza del sustrato es otro factor ecológico primordial en la distribución de los briófitos (FERNÁNDEZ *et al.*, 2003). Además existe una competencia entre musgos, que puede ser un problema de espacio, nutriente o sombreado (competencia por luz). Para un pequeño musgo, espacio físico está disponible entre las plantas más grandes (GLIME, 2007). La presencia de musgos en substratos puede deberse a la incapacidad para compartir en otros sitios y no siempre es obligada (DELGADILLO y CARDENAS, 1990).

2.10.1. Epífitos

Los briófitos epifíticos son protagonistas de primer orden en los procesos de regulación de la humedad. Estas formaciones están involucradas directamente en el proceso de economía hídrica e igualmente, de manera indirecta participan en la renovación del dosel (AGUIRRE y RANGELO, 2007).

La influencia de los árboles sobre las relaciones entre riqueza de especies, biomasa y composición de la comunidad de epifitas en bosques con diferentes edades, tras el aprovechamiento, sigue siendo ampliamente desconocida. Las condiciones ambientales locales y del tipo de bosque sobre la estructuración de las comunidades de briófitos epífitos, es también dependiente de la identidad del hospedador arbóreo (PATIÑO *et al.*, 2009). Los efectos a corto y medio plazo de las prácticas (60 años después del aprovechamiento forestal) sobre las comunidades de briófitos epífitos varían dependiendo de la especie de árbol hospedador.

La estructura poblacional aumenta y la diversidad genética disminuye en poblaciones del musgo *Isothecium myosuroides* en bosques secundarios de niebla, al igual que *Sematophyllum subpinnatum* (ZEPEDA *et al.*, 2014).

2.10.2. Epífilos

MORALES y MORENO (2010) mencionan que los briofitos epífilos, viven sobre hojas de plantas vivas. Además, FRAHM (2003) hace referencia al crecimiento de epífilos, requiere altas precipitaciones y la presencia de hojas adecuadas, en primer lugar, las hojas funciona para briofitas simplemente como sustrato. Este autor menciona algunas características que podrían resultar comunes a un briofito epífilo típico; entre ellas se encuentran:

1. Son plantas muy pequeñas, generalmente de colores pálidos, que crecen adheridas a las hojas, formando alfombras.

2. Producen rizoides en manojos, muchos de los cuales se fusionan al ponerse en contacto con el sustrato folioso, formando una especie de disco adhesivo.

Los briofitos epífilos viven principalmente en los estratos bajos de los bosques húmedos, tropicales y subtropicales, de todo el mundo. De acuerdo con Pócs (1996), citado por MORALES y MORENO (2010), cualquier impacto sobre la estructura del bosque en general, causa un serio deterioro, empobrecimiento o pérdida total de las comunidades de musgos epífilos.

2.10.3. Roca y corteza como sustratos

Las rocas y la corteza son pobres en nutrientes, el desarrollo interno del musgo, podría asegurar la protección durante las primeras etapas críticas de desarrollo. Sin embargo, la mayoría de los musgos tienen germinación exosporica (primera división mitótica produce esporas fuera después de la rotura de la pared de la espora) (GLIME, 2007).

Dentro del bosque, el suelo no está muy cubierto por briofitas, debido a la cantidad de hojarasca y su rápida descomposición, donde sólo rara vez pequeñas cantidades del género *Fissidens*, se encuentran en suelo desnudo (FRAMH, 2003)

De acuerdo con Pócs (1982), citados por SANTOS y AGUIRRE (2010) la colonización de cortezas es una adaptación hacia la utilización del agua como recurso generalmente sobrante en las plantas hospederas. Las especies epilíticas más frecuentes (*Dolotortula mniifolia*), que crece sobre suelo y rocas.

En una evaluación de la Brioflora en dos zonas de vegetación de la Isla Santa Cruz, Ecuador, que además incluía una zona de café. Encontraron algunas especies de musgo, familia *Bryaceae*, *Fissidens*, *Philonotis*; que pueden crecer sobre rocas o suelo pero no es común encontrarlas en corteza, como es el caso de *Leucomium* sobre corteza (ESCOBEDO, 2002).

2.10.4. Suelo

PATIÑO *et al.* (2009) analizó la variación de la diversidad briofítica. Las especies terrícolas no parecen haber sufrido empobrecimiento en zonas alteradas, como el musgo de la familia *Brachythecaceae*, que son altamente competitivo. La explicación es sencilla si las condiciones son alteradas aparece cambios micro climáticos importantes (mayor insolación y estrés hídrico) que afectan las condiciones de un bosque por lo tanto desaparecen la especies con alta fidelidad a las condiciones del bosque.

FRAHM (2003) manifiesta que cuanto mayor sea la humedad, menor es la influencia del sustrato. Si hay suficientes suministro atmosférico con agua y nutrientes, las briofitas pueden crecer sobre cualquier sustrato.



Figura 6. El musgo (*Brachymenium columbicum*) que crece en un jardín de la hormiga (NE-Perú) (FRAHM, 2003).

2.10.5. Tronco caído

En los bosques, la flora de briofitas en madera podrida es más rica. En Tanzania se encontró 102 especies de briofitas a partir de maderas podridas (FRAHM, 2003).

La mayoría de las especies no están limitadas a troncos en descomposición y aparecen en otros substratos del bosque como rocas, suelo y troncos vivos. Muchas de las que aparecen en troncos en descomposición con corteza también pueden encontrarse en troncos vivos, por ejemplo, *S. incompletus* y *Sematophyllum subpinnatum*.

Algunas especies de musgos como *Leucobryum martianum*, *Leucomium strumosum* y *Octoblepharum albidum*, tienen mayor abundancia en troncos sin corteza. Por el contrario, *Sematophyllum subpinatum*, *Thuidium sp.* y

varias especies de *Syrrhopodon* y *Calymperes* son típicos de troncos con corteza (SASTRE, 1992).

2.11. Distribución de familias de musgos

CAMPOS *et al.* (2008) presentó una serie de guías de campo del Instituto de ciencias naturales departamento de Boyacá (Colombia), en dicha lista de distribución de algunas familias y especies de musgos.

- Familia: Bartramiaceae. Crece en sitios húmedos, principalmente sobre roca o suelo; género ampliamente distribuido a nivel mundial. Se encuentra entre 200 - 3500 m. de altitud.
- Especie *Rhynchostegium*. Crece sobre suelo, madera o rocas, principalmente al interior de los bosques. Se encuentra entre 800 - 3600 m.
- Familia: Bryaceae. Crece sobre suelo u hojarasca, de amplia distribución, desde zonas andinas a alto andinas. Se encuentra entre 1790 - 2800 m.
- género *Mittenothamnium*. Crece como epífito en troncos y ramas de árboles, o en suelo, madera en descomposición y rocas, desde los bosques sub-andinos hasta los bosques alto-andinos. Se encuentra entre 1100 - 3400 m
- Género *Leucobryum*. Crece sobre suelo, humus y madera en descomposición, desde los bosques húmedos tropicales hasta los bosques andinos. Se encuentra entre 5 -2100 m.

- Familia: Pilotrichaceae. Crece sobre suelo o materia en descomposición, ocasionalmente sobre rocas o como epífito; desde bosques húmedos tropicales hasta bosques alto-andinos. Se encuentra entre 850 - 2800 m.
- Familia: Pilotrichaceae. Crece como epífito sobre ramas y troncos de árboles y arbustos; desde bosques húmedos tropicales hasta bosques alto-andinos. Se encuentra entre 1200 - 2900 m.
- Familia Sematophyllum. Crece como epífito sobre ramas, troncos, también sobre rocas y madera en descomposición; desde bosques cálidos tropicales hasta bosques alto-andinos. Se encuentra entre 250 - 2500 m.
- Familia Thuidiaceae. Crece principalmente sobre suelo, dentro del bosque o en sitios abiertos; desde bosques sub-andinos hasta bosques andinos. Se encuentra entre 700 - 2700 m.

2.11.1. Diversidad de especies de musgos

En un estudio de musgos en 16 zonas verdes, en el valle de Toluca en México, se encontró la diversidad es relativamente alta, Shannon ($H = 2.3$). El valor total del índice de equidad de Pielou ($J' = 0.68$), indica que la distribución de las colonias tiende a ser homogénea. La diversidad entre pares de zonas varió significativamente ($p \leq 0.05$): el valor promedio del índice de Shannon fue de 1.38, mientras que el inverso de Simpson fue de 3.6 (ZEPEDA *et al.*, 2014).

El análisis de las especies de musgos epifitos empleando el índice de similitud de Jaccard mostró que las zonas verdes presentan una baja similitud

promedio ($S_j=0.30$). Lo anterior indica que los sitios de estudio poseen distintas especies y, por lo tanto, una mayor diversidad beta (ZEPEDA *et al.*, 2014).

2.12. Estudio sobre briofitos

EQUIHUA, (1999) presentó un análisis preliminar del estudio sobre el agotamiento de la brioflora por actividad humana, dicho trabajo demuestra que tiene un efecto negativo.

LARRAIN (2007) reportó por primera vez para la Isla Grande de Chiloé, 42 especies de musgos, 17 géneros y cuatro familias, entre ellas tenemos las especies de *Racomitrium lanuginosum*, *Rhynchostegium complanum*. Blanca León (2010) también reportó 35 especies de musgo en adiciones a la flora del Parque Nacional Río Abiseo y vecindades, en el noreste del Perú. Entre ellas se encuentra la especie de *Mittenothamnium langsdorffii*, *Trachyxiophium sp.*

FUENTES y CHURCHILL, (2005) en su catálogo preliminar de las briófitas de la región de Madidi, Bolivia, encontró algunas especies:

- *Mittenothamnium reptans*. Saxícola en roca de arroyo entre 430 -1.850 m.
- *Rhynchostegium alboviridum*. Terrestre; en suelo arcilloso
- *Rhodobryum beyrichianum*. Terrestre; sobre suelo en sotobosque a 1.000- 1.800 m.
- *Vesicularia vesicularis*. sobre roca en arroyo, tronco caído y madera podrida en el suelo. 225-1.670 m
- *Dolotortula mniifolia*. 1.050 m

- *Racopilum tomentosum*. Epífita lignícola y saxícola, en base de tronco muerto. 220-1.500 m.
- *Leucomium Strumosum*. Epífita y lignícola en base de tronco de árbol y tronco caído en descomposición. 220-300 m.
- *Sematophyllum subpinnatum*. Saxícola, epífita y lignícola sobre roca en arroyo y ramas de árboles. 360-1.500 m
- *Thuidium tomentosum*. Saxícola sobre roca en arroyo. 230 m.
- *Sematophyllum galipense*. Saxícola. 430-1.500 m.
- *Leucobryum martianum*. Epífita y lignícola sobre tronco seco y tronco en descomposición. 340-940 m.

En otro estudio en la región de vida subandina 1200 m, se encontró 22 especies de 19 géneros y 15 familias. Las familias con mayor número de géneros y especies fueron: *Hypnaceae*, *Fissidentaceae*, *Pilotrichaceae* y *Orthotrichaceae* y los géneros *Fissidens*. Las especies más frecuentes fueron: *Philonotis uncinata*, *Racopilum tomentosum*, *Sematophyllum galipense*, *Syrrhopodon prolifer*, *Cyclodictyon albicans* y *Leucobryum martianum*. Además se presentó algunas especies epífitas. *Campylopus flexuosus*; dos epilíticas: *Fissidens mollis* y *Rhodobryum beyrichianum* y dos terrestres: *Fissidens prionodes* y *Groutiella husnotii*. En más de un sustrato, epilítico-terrestre con tres especies: *Campylopus concolor*, *Fissidens crispus* y *Cyclodictyon albicans* y epífita epilítico-terrestre con cinco: *Lepidopilum scabrisetum*, *Philonotis uncinata*, *Rhynchostegium serrulatum* y *Vesicularia vesicularis*. En todos los sustratos:

Ectropothecium leptochaeton, *Leucobryum martianun*, *Racopilum tomentosum*, *Sematophyllum galipense*, *Syrrhopodon prolifer* y *Thuidium urceolatum*.

FRAHM (2003) resalta que la alta cantidad de briófitos epífitos es un carácter especial de los bosques lluviosos tropicales como un resultado directo de la alta humedad y periodos más largos de luz.

2.13. Conservación de briofitas

Los briofitos tienen que hacer frente a los hábitats inestables en el tiempo (por ejemplo, variaciones estacionales del clima) y el espacio (por ejemplo, la degradación del hábitat o destrucción). Para hacer frente al riesgo de extinción local, pueden dispersarse ya sea en un intento de establecer nuevas poblaciones o permanecer bajo la forma de diásporas de larga vida (VANDERPOORTEN, 1998).

2.14. Problema de los bosques tropicales

Los bosques cubren ya sólo el 30% de los continentes (PATIÑO *et al.*, 2009); además existe una preocupación generalizada por la destrucción del bosque tropical (FAO, 1999). Los usos del territorio pueden ser abandonados debido a que las políticas económicas y medioambientales cambian, se producen conversiones agrícolas, o bien las poblaciones rurales migran para buscar mejores oportunidades económicas. Bajo tales circunstancias, los bosques secundarios (es decir, bosques que surgen a partir de regeneración después de la tala completa o parcial de bosques maduros) pueden recolonizar

los campos agrícolas abandonados, los bosques secundarios representan actualmente casi la mitad de masa forestal mundial, y cubrieron el 15% de la superficie deforestada en las regiones tropicales durante la década de los 90 (PATIÑO *et al.*, 2009). Las estimaciones de la FAO (1999) situaban la superficie de bosques secundarios tropicales entre 78 y 170 millones de hectáreas para América Latina.

La principal amenaza que tiene los musgos están directamente relacionado con las actividades humanas: la contaminación, cambios de uso de suelo, la deforestación (PATXI y INFANTE, 2006). También ha modificado los microhábitats, muchos de ellos importantes para el establecimiento de briofitas. Esto tiene como consecuencia la probable desaparición de especies de este grupo de plantas, muchas de ellas probablemente desconocidas para la ciencia. Según estudios recientes se ha demostrado que el grado de alteración de los bosques influye drástica y negativamente sobre las diversidad de briofitos, que en las que presentan mayor riqueza (PATIÑO *et al.*, 2009).

Son más dominante en hábitats húmedos protegidos que en campo abierto, directamente expuesto a la irradiación y la desecación. En efecto, existe una correlación positiva entre la densidad y las especies alfombra diversidad, por dos razones principales. En primer lugar, la cobertura masiva sugiere que el hábitat tiene el nivel de humedad adecuado para muchas especies de establecer. En segundo lugar, por lo menos a densidades moderadas, el crecimiento se ve limitado por la disponibilidad de agua. Por lo tanto, las comunidades densas son capaces de permanecer fisiológicamente activa para un mayor parte de la

temporada de crecimiento, lo que resulta en una mayor biomasa y diversidad (VANDERPOORTEN, 1998). Naturalmente, cuanto mayor sea el árbol mayor es la capacidad de almacenamiento de agua, la cual insiste en el valor de los bosques primarios (FRAHM, 2003), este mismo autor menciona que son una herramienta muy valiosa para medir perturbación de los hábitats. Esto se refiere en especial el reconocimiento de los bosques primarios y la diferenciación de los bosques secundarios para dos razones:

1. Los bosques secundarios tienen una estructura diferente y micro clima. La estructura más abierta favorece epífitas sol y reduce la sombra.
2. Las especies de los bosques secundarios son más resistente a la sequía y tienen un amplio ecológico a amplitud de la luz y la humedad.

En los bosques tropicales, los cambio más fuertes en cuanto a su estructura y vegetación y densidad ocurren a los primeros 20 m y hasta los 50 m los factores micro ambientales (CARREÑO, 2006).

FRAHM (2003) indica una disminución de la diversidad es causada por la influencia del ser humano, lo que resulta en cubiertas especies de pequeñas, estrechamente adpresas, mientras que en condiciones fuertemente húmedos, Tres micrositios pueden ser diferenciadas: la sombra sotobosque, claros de luz y el dosel. El sitio más rico en especies son los claros de luz con suficiente humedad. También observo que el 90% de las especies de musgos en bosques nativos no se produjo en las plantaciones. Sin embargo, los bosques

secundarios pueden tener una mayor diversidad que los bosques primarios, por lo menos en relación con el tronco epífitas. Briófitos epífitos pueden ser muy abundantes en el café, los cítricos.

2.15. Cambios de uso de suelo

Los cambios en la cobertura del suelo son importantes en la investigación por su gran impacto en la biodiversidad y el cambio climático. El recurso suelo en el país es limitado por factores fisiográficos (IIAP-BIODAMAZ, 2004). Las causas directas hacen alusión a aquellas prácticas o actividades que tiene una próxima, visible o tangible sobre la biodiversidad en sus distintas expresiones. En este sentido, comprenden una serie de factores antrópicos que se relacionan con la transformación de hábitat y ecosistemas naturales, asociadas al cambio de las coberturas y el uso de suelo (RINCÓN *et al.*, 2009).

En el Perú, cerca del 65% de la agricultura depende de especies y variedades nativas; el 95% de la ganadería se alimenta de pastos naturales; casi toda la actividad forestal se basa en el aprovechamiento de especies nativas (IIAP-BIODAMAZ, 2004). Los disturbios o cambios en el ecosistema producidos por el ganado y el fuego generan modificaciones importantes en la biomasa (FAJARDO, 2008).

El factor determinante que dinamiza las transformaciones de la cobertura vegetal es el pastoreo, al producir los mayores impactos sobre organismos, poblaciones y comunidades, mayores distancias entre coberturas

de musgo se relacionarán con un mayor grado de pastoreo. Es posible que en el caso del musgo se deba al alto grado de humedad del suelo del área de estudio, pero por observaciones en campo, se propone que podría utilizarse la abundancia de algunas especies de musgos como *Sphagnum magellanicum* y *Breutelia* sp. Para determinar sitios más pastoreados que otros (FAJARDO, 2008).

VARGAS *et al.* (2002) consideran que el principal efecto del pastoreo es la selección de plantas por los animales, la cual altera la composición y estructura de la vegetación, podemos plantear 5 aspectos que llevan a este proceso y en los cuales operan mecanismos diferentes:

1. Mortalidad selectiva el pisoteo elimina los mecanismos de regeneración reproductiva por mortalidad de plántulas y pérdida de los bancos de semillas.
2. Cambios en la altura. se inician procesos microsucesionales con la colonización de musgos y pequeñas gramíneas y hierbas diferentes a las de las áreas aledañas más pisoteadas y húmedas.
3. Alteración de los procesos hídricos debido a pisoteo: El pisoteo de ganado desequilibra los procesos hídricos naturales del suelo, en estos sitios se inicia una colonización o establecimiento de musgos y ciperáceas.
4. Compactación del suelo y selección de las especies más resistentes al pisoteo: la diversidad H' de los estratos verticales disminuyen con el incremento del grado de disturbio.

En un estudio de la composición florística de los musgos en sectores de la región de Las Quinchas, (Colombia). Además de ser de alta intervención antrópica. En dicho estudio se encontraron 99 especies, Las familias con mayor número de géneros y especies fueron: Pilotrichaceae, Dicranaceae e Hypnaceae. Los géneros con mayor cantidad de especies fueron: *Fissidens Syrrhopodon*, *Cyclodictyon* y *Lepidopilum*. El taxón más frecuente en las recolecciones fue *Leucomium strumosum* (Hornsch.) Mitt. (Leucomiaceae) (SANTOS y AGUIRRE, 2010)

Las más abundantes fueron las especies epífitas, corticícolas *Calymperes palisotii*, *C. afzelii* *Sematophyllum adnatum* epilíticas *Cyclodictyon subtortifolium* *Dolotortula mniifolia* *Fissidens perfalcatus* y por ultimo las terrestres. *Leucomium Strumosum*, *Philonotis uncinata* y *Leucobryum Martianum*. Mientras que *L. strumosum* fue frecuente en todos los sustratos excepto el epífilo donde no se observó.

DOMUS (2008) menciona como referencia al Sistema de Clasificación de Uso de la Tierra propuesta por la Unión Geográfica Internacional (UGI). La cual contiene nueve clases. A continuación, se muestra dicha clasificación.

a) Áreas Urbanas y/o instalaciones gubernamentales y privadas

– Centros poblados

- Instalaciones de gobierno y/o privadas (carreteras, granjas, canales, establos, huacas)

- b) Terrenos con hortalizas

- c) Terrenos con huertos de frutales y otros cultivos perennes

- d) Terrenos con cultivos extensivos (papa, camote, yuca, café, etc.)

- e) Áreas de praderas mejoradas permanentes

- f) Áreas de praderas naturales

- g) Terrenos con bosques

- h) Terrenos pantanosos y/o cenagosos

- i) Terrenos sin uso y/o improductivos:
 - Tierras en barbecho (preparación o descanso temporal)

 - Terrenos agrícolas sin uso (actualmente abandonados)

 - Terrenos de litoral, caja de río

 - Áreas sin uso no clasificadas

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

3.1.1. Ubicación Política

Caserío	:	San Agustín
Distrito	:	Hermilio Valdizan
Provincia	:	Leoncio Prado
Región	:	Huánuco

3.1.2. Ubicación Geográfica

El caserío de San Agustín, se encuentra en el distrito de Hermilio Valdizán. A esta zona se llega por la carretera principal Federico Basadre, en la ruta Tingo María – Pucallpa, Aproximadamente en el kilómetro 35 km se llega al caserío San Agustín. Sus coordenadas UTM son: N 411218, E 8981120, a una altitud de 1650 m.s.n.m., del cual se inicia un camino de herradura de 1.60 km. que conduce a la zona de estudio.

Los tipos de uso de suelo para el estudio del caserío San Agustín (Cuadro 2), son: bosque primario (Transecto N° 1), bosque secundario (Transecto N° 2), cultivo de café (Transecto N° 3), pastizal (Transecto N° 4).

Cuadro 2. Coordenadas UTM de los cuatro tipos de usos de suelo.

Uso de suelo	Este	Norte	Altitud (m.s.n.m)
Bosque primario	412002	8980613	1434
Bosque secundario	412010	8980542	1409
Cultivo de café	412199	8980549	1265
Pastizal	411612	8981169	1544

Fuente: Elaboración propia.

3.2. Características de la zona de estudio

3.2.1. Topografía

La topografía del caserío de San Agustín, se caracteriza por ser muy accidentada; en ella encontramos gran cantidad de formaciones geográficas denominadas quebradas, por donde discurren corrientes de agua que al unirse dan origen o son contributarios de algunos ríos (Proyecto Especial Alto Huallaga, 2010).

3.2.2. Relieve

El relieve de la zona presenta una cadena colinosa: aproximadamente el 85% del distrito. Paisaje montañoso: el 25% del territorio distrital es extremadamente erosionable y se encuentra cubierta por una vegetación natural arbórea (Proyecto Especial Alto Huallaga, 2010).

3.2.3. Clima

El distrito Hermilio Valdizan, tiene un clima tropical de selva alta. Su temperatura promedio es de 18 ° C – 32 ° C; y su media mensual es de 18°C a 21°C; la precipitación en el año 2011 fue 3184 mm., en el año 2012 de 2974.9 mm. La combinación de calor y lluvias extremos dan como resultado índices de humedad relativa altas que es superior a 70% (SENAMHI, 2013).

3.2.4. Zona de vida

HOLDRIDGE (1986), establece en su diagrama bioclimático, que ecológicamente de acuerdo a la clasificación de zonas de vida. El distrito de Hermilio Valdizán se encuentra con formaciones vegetales de bosque muy húmedo premontano tropical (bmh – PT).

3.2.5. Suelos

Esta zona conformada por suelos exclusivamente residuales, son suelos muy pobres, con pendientes elevadas, no aptos para una agricultura intensiva; apropiada para cultivo permanente, con plantas adaptadas a pH bajos como algunos frutales té, café, pastizales y forestal. Además del 90% de la población poseen en promedio de 7.7 hectáreas de purma (Proyecto Especial Alto Huallaga, 2010).

3.2.6. Vegetación

La zona de estudio tiene una diversidad de plantas y flora silvestre, se caracteriza por la presencia de una compleja vegetación natural, mayormente arbórea, constituyendo masas boscosas de tipo tropical y subtropical. La composición florística es muy diversificada. Así mismo existen especies de aprovechamiento diferentes a la madera, como las productoras de esencias y plantas medicinales, siendo las principales la cascarilla (familia sapotáceos), sangre de grado, uña de gato (*uncaria tomentosa*), barbasco, sanango, ojeé, copaiba entre otros. También hay algunas especies importantes de uso frecuente en la construcción de viviendas rústicas, entre las cuales tenemos; la caña brava, bambú, shonta, manchinga, estoraque, leche caspi, chiringa, oropel y diversas palmeras de uso popular además existen plantas ornamentales como las orquídeas (Proyecto Especial Alto Huallaga, 2010).

3.3. Características de usos de suelo para este estudio

Las características de los cuatro usos de suelo, mencionados, se fundamentan según la clasificación de uso de suelo (DOMUS, 2008).

3.3.1. Bosque primario

Bosque no intervenido, manteniendo todas sus características de un bosque maduro, con presencias de plantas dominantes, con una pendiente de 24%.

3.3.2. Bosque secundario

En un inicio esta área estuvo con plantaciones de café con manejo tradicional. Este bosque intervenido con 10 años de recuperación, con una pendiente de 35%. Presenta vegetación arbórea con porte bajo como cético (*Cecropia* sp.), moena (*Aniba* sp.), palta (*Persea* sp.), carrizo, entre otros. Asimismo, el suelo presenta abundante pedregosidad.

3.3.3. Cultivo de café

Parcela de 11 años de edad, con un área de 2 Ha, pendiente de 20% y humedad relativa de 80%. Tiene un manejo orgánico, con un abonamiento anual (1 x año). Los cafetos están asociados a especies de guaba (*Inga* sp.), plátano (*Musa paradisiaca*)

3.3.4. Pastizal

Pastizal de 15 años de edad, con 2 Ha y una carga inicial de 15 vacunos/parcela. El terreno presenta una pendiente de 30%. El tipo de pasto instalado es grama y pasto natural.

3.4. Materiales y equipos

Los materiales utilizados en este estudio son: cinta métrica, libreta de campo, bolsas plásticas, Tijeras de podar, navajas, espátulas, pinzas, sogas marcados del 1 al 10, sobres de papel, bolsas, envases herméticos, reglas que

son material básico que se requiere para coleccionar musgos, recomendado por ARDILES *et al.* (2008). Además algunos equipos: computadora, GPS, luxómetro, termo higrómetro, cámara fotográfica de 16x. Lupa de 3x, 10x, 50x, pulverizador (Figura 7).



Figura 7. Materiales y equipos requeridos para muestreo de musgos.

3.5. Fase de campo

3.5.1. Reconocimiento e identificación de los usos de suelo

Se realizó en los meses de febrero - abril, dando inicio con la coordinación con los dueños de las parcelas, se realizó un recorrido para ubicar los diferentes usos de suelo (bosque primario, bosque secundario, cultivo de café

y pastizal). En cada uso de suelo se ubicó zonas preferiblemente en condiciones similares para instalar los 4 transectos.

3.5.2. Instalación de transectos en cada uso de suelo

La instalación de los transectos, se realizó en base a la metodología “Floristic Hábitat Sampling” de NEWMASTER *et al.* (2005). En cada uso de suelo se elaboró un transecto de 2 metros de ancho por 10 metros de largo, perpendicular a las curvas de nivel. Se instaló una soga de 10 metros marcados cada 1 metro, de modo que se colocó un marco hecho de madera de 1m², el cual se denominó cuadrante (área mínima), este marco de 1m² se colocó de forma que quedare de un lado del transecto y del otro (Figura 8).

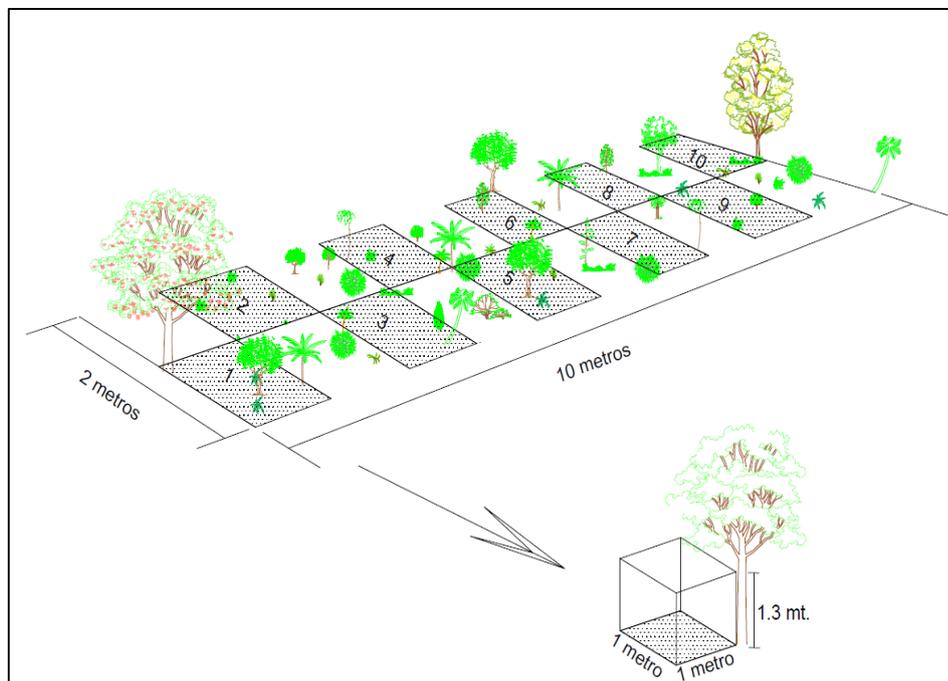


Figura 8. Esquema de un transecto para el muestreo de musgos en base a NEWMASTER (2005).

3.5.3. Medición de coberturas por cuadrante en cada transecto

Se realizó una plantilla cuadrícula de 1cm² de 30 x 20cm; con esta plantilla se midió la cobertura en los 10 cuadrantes de cada transecto. Cada cuadrante fue revisado, identificando los diferentes sustratos hasta una altura de 1.30 metros. Los formatos para determinar la cobertura en cada uso de suelo se muestran (cuadro 13, 14, 15 del Anexo 2).

3.5.4. Colección de muestras

Los transectos fueron revisados minuciosamente cada metro cuadrado del 1-10 (Figura 8), colectándose las muestras con una lupa manual de campo 10x, 50x. Se colectó todas las especies presentes en el primer cuadrante, en el segundo se colectó las que no estuvieran en el primer cuadrante y así sucesivamente hasta el cuadrante 10. También algunos especímenes fueron colectados con una porción de su sustrato; a excepción de las que crecen sobre roca según ARDILES *et al.* (2008). Las muestras se colocaron en sobres de papel aproximadamente una porción del tamaño de la mano, en cada bolsa se anotó con lápiz o marcador el número de colecta, tipo de sustrato.

3.5.5. Especificidad especie - sustrato

El análisis de especificidad de especie-sustrato, se realizó con base a la siguiente clasificación de sustratos: epífita, epifílica, epilítica, corteza, suelo

y tronco caído (Cuadro 3). Esta clasificación ha sido utilizada extensamente en estudios previos (Gradstein *et al.*, 2001; citados por MATEO, 2011).

Cuadro 3. Criterios de especificidad entre especie-sustrato

Especificidad de sustrato	Definición
Epífita	Especie creciendo sobre partes vegetativas de una planta viva, excluyendo las hojas y la corteza de los arboles
Epífilica	Especie creciendo estrictamente sobre las hoja de plantas vivas
Epílitica	Especie creciendo sobre roca desnudas
Corteza	Especie creciendo sobre la corteza de árboles vivos
Sobre suelo	Especie creciendo sobre suelo desnudo
Sobre tronco Caído	Especie creciendo sobre troncos o ramas caídas, generalmente muertas.

Fuente: Clasificación en base a Gradstein *et al.* (2001), citados por MATEO (2011).

3.5.6. Muestras de musgo

Las especies de musgos colectadas fueron en fresco, depositados en envases herméticos con la siguiente información de campo: localidad, altitud, fecha, colector, número de campo, tipo de sustrato, observaciones (Figura 9). Posteriormente fueron enviadas al Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, para su debida identificación.



Figura 9. Envases con muestra de musgo

El secado no sujeto a presión, se llevó a cabo en un lugar fresco durante una semana, siendo recomendable renovar los sobres cada tres días para hacer más efectivo el procedimiento y evitar el deterioro del material colectado (ARDILES *et al.*, 2008). Este secado se hizo para depositarlo el herbario de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS).

3.5.7. Determinación de la temperatura y humedad relativa

Para medir la temperatura cerca a la superficie, se colocó el termo higrómetro, del cuadrante 1 -10, para luego promediar. Por motivo de la distancia se tomó los datos cada semana, tomando en cuenta protocolo básico de GLOBE (2005), que sugiere tomar cerca del mediodía solar. Para medir la humedad relativa (HR) se siguió el mismo procedimiento.

3.5.8. Determinación de la intensidad lumínica

Para la medida de la intensidad lumínica, se usó un luxómetro a 1.30 m de altura en forma perpendicular al flujo luminoso en cada cuadrante para obtener los promedios.

3.6. Análisis de datos

Para los análisis se utilizaron los programas: Microsoft Office Excel 2013, PAST versión 2.02, Minitab 16.

3.6.1. Riqueza específica

El índice de riqueza específica (S), consiste en cuantificar el número de especies encontradas en cada uso de suelo; siendo esta la forma más sencilla de medir la biodiversidad, que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tener en cuenta el valor de importancia (MORENO, 2001).

3.6.2. Índice de dominancia de Simpson

A partir del registro de las coberturas de cada una de las especies, se evaluó los índices de abundancia proporcional, el índice de Simpson (D) como parámetro de dominancia, además toma en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia, es decir que está influido por la importancia de las especies más dominantes (MORENO, 2001).

$$\lambda = \sum p_i^2 \quad \text{Donde:}$$

P_i = abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

3.6.3. Índices de Shannon-Wiener

Parámetro de uniformidad, expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S , cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988; citado por MORENO, 2001).

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Dónde: $p_i = \frac{n_i}{N}$

S = Número de especies o unidades taxonómicas

\ln = Logaritmo natural

n_i = Abundancia de género i

N = Abundancia total de los géneros = $\sum n_i$

3.6.4. Equidad de Pielou

La equidad, es que tan uniformemente están distribuidos los individuos entre las especies (NEWMAN, 2003). Esto refleja la distribución de individuos entre especies. Se puede medir comparando la diversidad observada en una comunidad contra la diversidad máxima posible de una comunidad hipotética con el mismo número de especies. Toma en cuenta la abundancia de cada especie y qué tan uniformemente se encuentran distribuidas, sabiendo que el valor máximo de equidad es el de 1.

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

Donde $H'_{\max} = \ln(S)$.

3.6.5. Análisis de varianza

Se realizó análisis de varianza sobre las variables evaluadas, determinando, promedio (\bar{x}), desviación estándar (DE), coeficiente de variación (C.V). Así mismo, se utilizó un análisis de conglomerados (Clusters) basado en Bray-Curtis. Representación gráfica del dendograma, que ayuda a interpretar el resultado de un análisis clúster.

3.6.6. Especificidad de musgo sustrato y variables ambientales

Se relacionó las especies con el sustrato y el número de especies con datos ambientales (intensidad lumínica, temperatura y humedad).

IV. RESULTADOS

4.1. Diversidad alfa y beta de musgos en los cuatro usos de suelo

En el Cuadro 4 muestra la riqueza y cobertura total de las especies de musgos. Con respecto a la riqueza, en el cultivo de café estuvo presente 12 especies de musgos agrupados en 10 familias; en el bosque primario se reportaron un total de 11 especies de musgos en 8 familias; el tercer sitio con más especies fue el bosque secundario con 9 especies con 8 familias; por último el sitio con menor número fue el pastizal, únicamente con 6 especies en 6 familias. A partir del registro de las coberturas de cada una de las especies, se calculó los índices alfa y beta.

Cuadro 4. Lista de musgos en los cuatro usos de suelo.

Familia	Género	Especies	Bosque	Bosque	cultivo	Pastizal
			primario	Secundario	café	
			Cobertura en cm ²			
BRYACEAE SCHWAEGR	Rhodobryum (Schimp.) Limpr.	<i>Rodobryum beyrychianum</i> (Hornsh.) Mull Hal	0	0	95	0
BRACHYTHECIACEAE G. ROTH	Rhynchostegium Bruch & Schimp.		0	3136	74	0
	Rhynchostegium Bruch & Schimp.		0	0	321	0
	Isothecium		0	182	0	0
BARTRAMIACEAE	Philonotis Brid.		0	0	0	32
DALTONIACEAE	Daltonia Hokk. & Taylor.		12	54	12	0
ENTODONTACEAE KINDB.	Entodon Mull. Hal.	<i>Entodon macropodus</i> (Hedw.) Mull. Hal.	0	899	0	5
PILOTRICHACEA KINDB.	Trachyxiphium guadalupense (Brid.) W. R. Buck		43	0	0	0
HYPNACEAE	Vesicularia (Mull. Hal) Mull. Hal.		50	0	383	0
	Mittenothamnium Henn.		0	57	0	0
	Mittenothamnium Henn.	<i>Mittenothamnium reptans</i> (Hedw.)Cardot	4742	0	0	0
LEUCOBRYAEAE SCHIMP.	Leucobryum Hampe	<i>Leucobryum cf. Martianum</i> (Honsch.)Hampe	30	0	0	3
LEUCOMIACEAE BROTH.	Leucomium Mitt.	<i>Leucomium Strumosum</i> (Horns.) Mitt.	0	0	54	0
NECKERACEAE SCHIMP.	Thamnobryum Nieuwl.	<i>thamnobryum fasciculatum</i> (Hedw.) I. Sastre	65	0	0	0
PILOTRICHACEAE KINDB.	Lepidopilum (Brid.) Brid.	<i>Lepidopilum scabrisetum</i> (Schwagr.) Steere	0	0	10	0

	Calliscostella (Mull. Hal.) Mitt.	<i>Callicostella depressa</i> (Hedw.) A. Jaeger	77	0	0	0
	Cyclodictyon Mitt.	<i>cyclodictyon albicans</i> (Hedw.) Kuntze	0	0	0	718
FISSIDENTACEAE	Fissidens	<i>Fissidens pusillus</i> (Hedw.) A. Jaeger	179	123	0	0
POTTIACEAE	Tortella (Lindb.) Limpr.		0	0	39	0
	Dolotortula R. H. Zander.	<i>Dolotortula mniifoia</i> (Sull.) R. h. Zander	0	5	0	0
RACOPILACEAE KINDB. P. BEAUV.	Racopilum P. Beauv	<i>Racopilum tomentosun</i> (Hedw.) Brid.	56	9784	611	0
SEMATOPHYLLACEAE BROTH.	Sematophyllum Mitt.	<i>Sematophyllum subpinnatum</i> (Brid.) E. Britton	0	0	129	0
	Sematophyllum Mitt.	<i>Sematophyllum galipense</i> (Brid.) E. Britton	76	0	0	0
	Sematophyllum Mitt.		0	0	45	0
	Sematophyllum Mitt.		0	0	0	77
THUIDIACEAE SCHIMP	Thuidium Bruch & Schimp.	<i>Thuidium tomentosun</i> Besch.	548	100	96	43
Taxa_S			11	9	12	6
Cobertura (cm ²)			5878	14340	1869	878
Dominance_D			0.661	0.517	0.191	0.680
Shannon_H			0.824	0.943	1.942	0.695
Equitability_J			0.343	0.429	0.781	0.388

Fuente: Elaboración propia (2014)

4.1.1. Cobertura del total de las especies de musgo en cada transecto

En cuanto a la cobertura de las especies de musgo, el bosque secundario mostró mayor cobertura de musgos 14340 cm^2 (63%); seguido por el bosque primario con 5878 cm^2 (25%); el cultivo de cafetal disminuyó a 1869 cm^2 (8%); mientras que en el pastizal se registró la menor cobertura con 878 cm^2 , que representa un 4% del total (Cuadro 4, Figura 10).

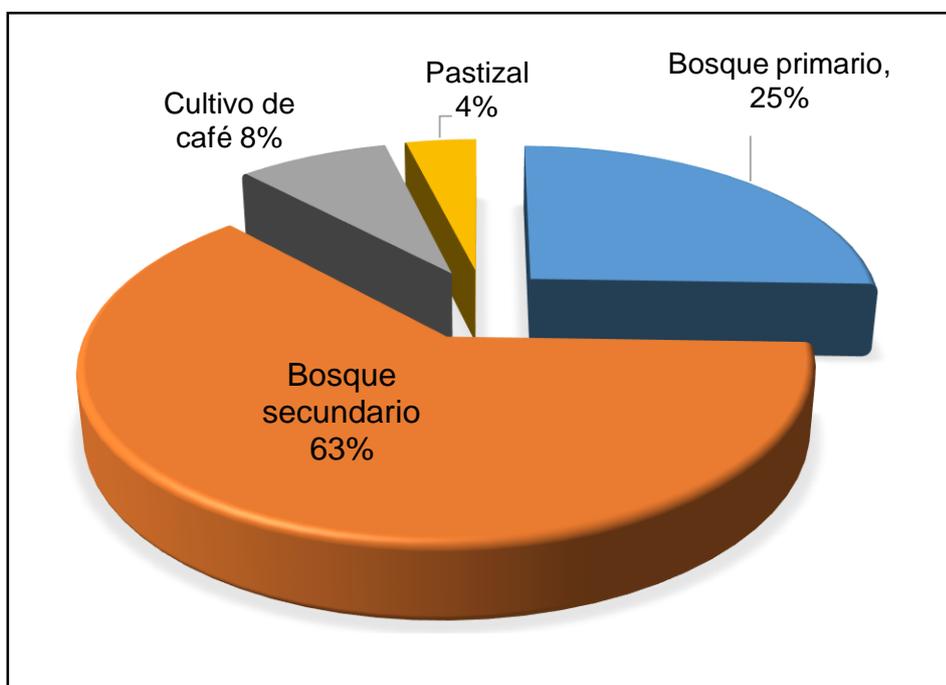


Figura 10. Cobertura de musgos en cada transecto de uso de suelo

4.1.2. Índice de Shannon-Wiener

Los resultados con el índice de Shannon-Wiener (Figura 11), muestra que el cultivo de café, fue el ambiente más adecuado para el desarrollo de musgos (1.942 nats/ind.); el bosque secundario y bosque primario obtuvieron

valores similares (0.82 y 0.94 nats/indv., respectivamente). Sin embargo, el valor más bajo obtenido fue en el pastizal (0.69 nats/indv). Los valores obtenidos para diversidad de especies muestran que en general las 4 usos de suelo presentan valores entre (0.69 y 1.942).

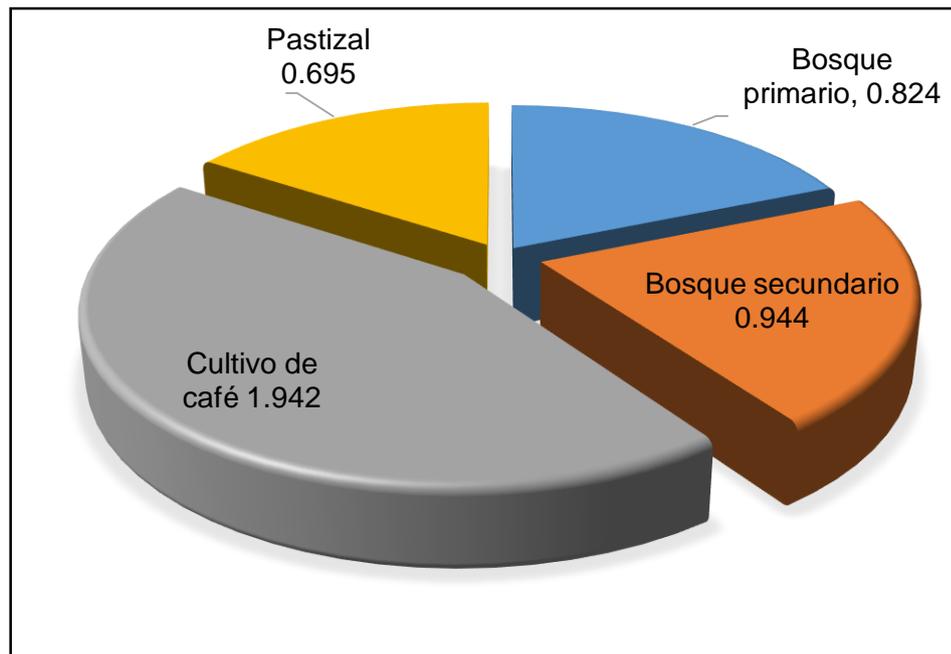


Figura 11. Índice de Shannon en cada uso de suelo

4.1.3. Dominancia de Simpson

Los resultados obtenidos por el índice de Simpson (Figura 12), muestran que el pastizal tiene especies más dominantes (0.680), seguido del bosque primario (0.668).

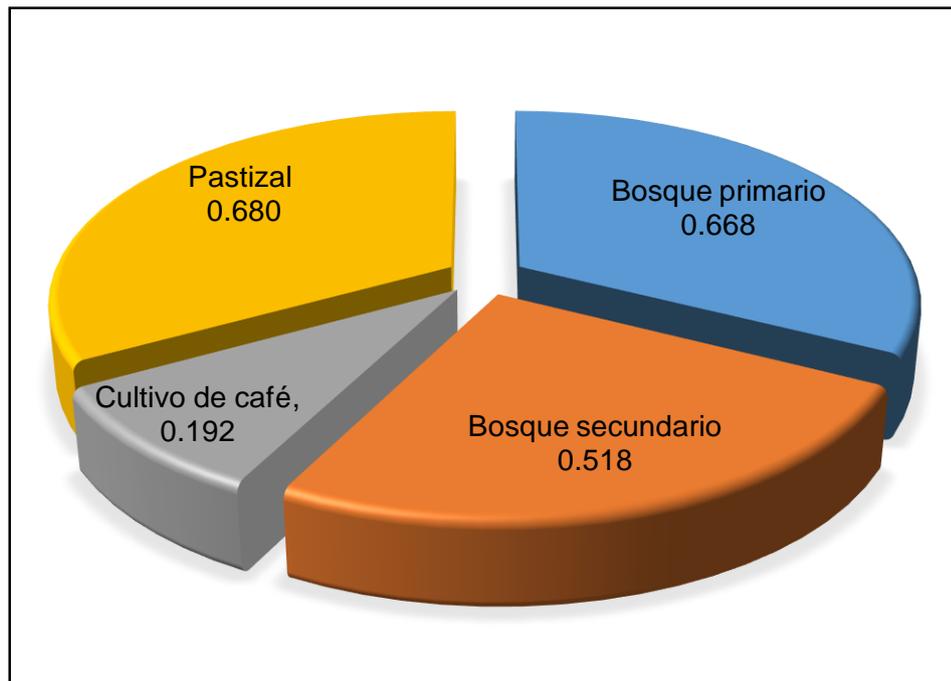


Figura 12. Dominancia de especies de musgos según el índice de Simpson

Para el análisis más detallado de dominancia, se tomaron en cuenta solo 2 especies más predominantes por uso de suelo, según los valores obtenidos por el índice de Simpson (Figura 13). Las especies más dominantes en bosque primario (*Mittenothamnium reptans* y *Thuidium tomentosum*; 0.650 y 0.008, respectivamente). El bosque secundario (*Racomitrium tomentosum* y el género *Rhynchostegium*; 0.465 y 0.047 respectivamente). El cultivo de café (*Racomitrium tomentosum* y género *Vesicularia*; 0.106 y 0.041 respectivamente). Por último el pastizal (*Cyclodictyon albicans* y *Sematophyllum*; 0.668 y 0.07 respectivamente). De acuerdo al índice de Simpson entre más aumente el valor a 1, la diversidad disminuye, por tanto tomando este concepto, los usos de suelo en general presenta una menor diversidad de especies, el valor máximo de

dominancia obtenido es 0.668, para la especie *cyclodictyon albicans* en el pastizal.

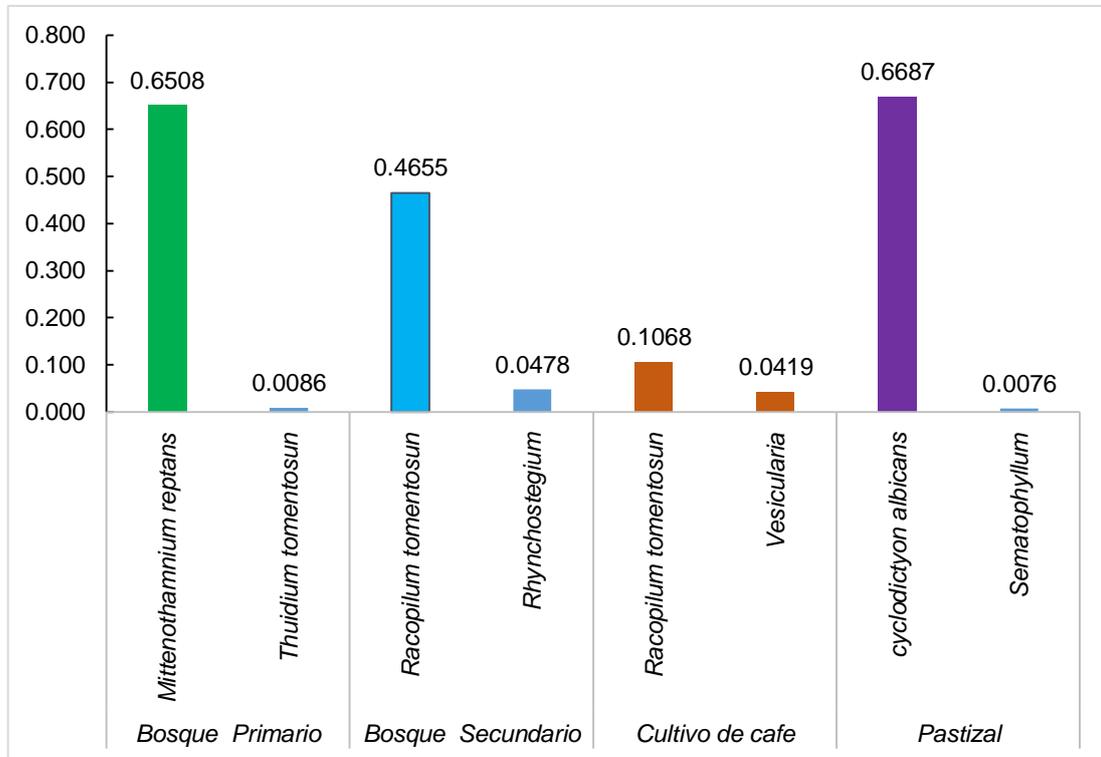


Figura 13. Especies de musgos más dominantes de musgos por usos de suelo

4.1.4. Índice de equidad

Sabiendo que el valor máximo de equidad es 1. Cultivo de café, bosque secundario; obtuvieron los valores cercanos a uno (0.781 y 0.429), para ambos usos de suelo las especies están más uniformemente distribuidos. Sin embargo, los usos de suelo bosque primario, pastizal, muestran un grado intermedio de equidad ya que se obtuvieron valores de entre (0.345 y 0.388), mostrando que las coberturas por musgos presentan una distribución uniforme baja (Figura 14).

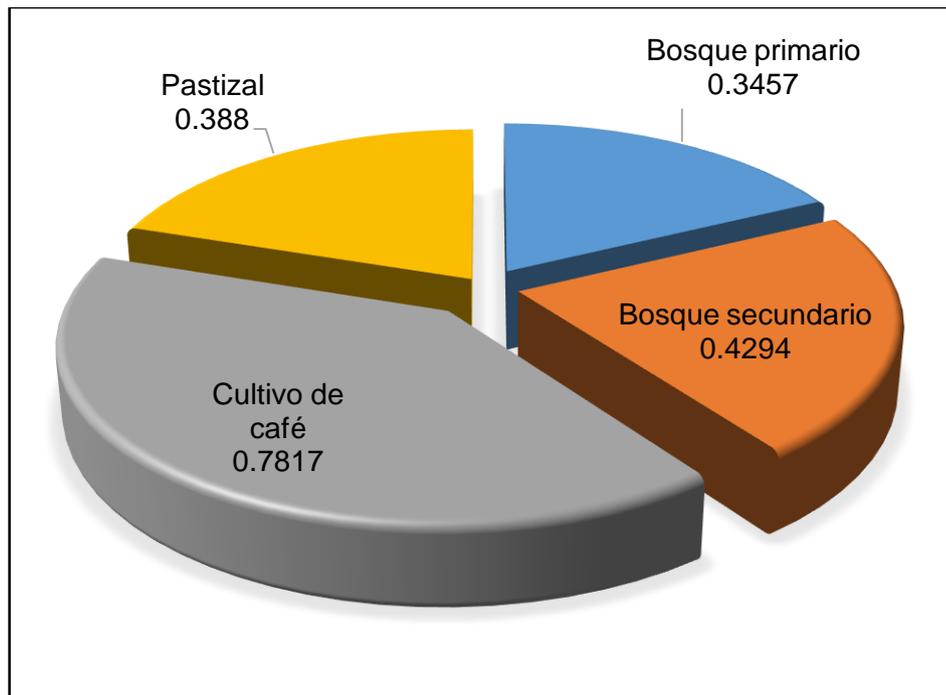


Figura 14. Índice de equidad de cada uso de suelo

4.1.5. Dendrograma de análisis (conglomerados de Cluster)

Tomando en cuenta una similitud de 70% según (MATEUCCI *et al.*, 1982), los cuatro tipos de uso del suelo son hábitats significadamente diferentes (Figura 15). Además presenta una similitud entre el bosque secundario y cultivo de café, con aproximadamente 0.12; el cual comparten 4 especies: *Thuidium tomentosun*, *Racopilum tomentosun*, género *Rhynchostegium*, *Daltonia*. A su vez este dos uso de suelo, guarda una similitud con las especies del cultivo de bosque primario y comparten 3 especie especies. Por último el pastizal tiene menor similitud que comparte solamente una especie *Thuidium tomentosun*.

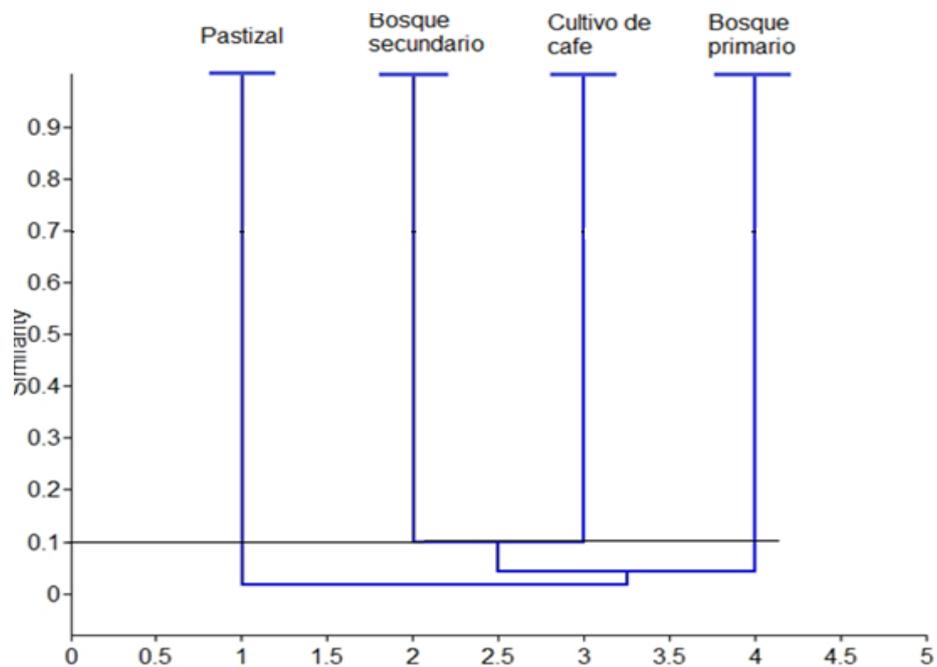


Figura 15. Dendrograma del Análisis de Conglomerados de los usos de suelo (Cluster)

En el cuadro 5 se observa, que no existe una correlación entre el bosque secundario y bosque primario, siendo negativo y no lineal (-0.057) además el valor de P es $0.783 > 0.05$. De la misma manera sucede con la correlación entre (bosque primario, cultivo de café, pastizal); (bosque secundario, pastizal, cultivo de café). Sin embargo existe correlación positiva entre el bosque secundario y el cultivo de café (0.714) y un valor de P es $0.00 < 0.05$.

Cuadro 5. Correlaciones de cobertura de especies en: bosque primario, bosque secundario, cultivo de café y Pastizal.

	Bosque primario	Bosque secundario	Cultivo de café
Bosque secundario	-0.057		
	0.783		
cultivo de café	-0.093	0.714	
	0.651	0.000	
Pastizal	-0.054	-0.068	-0.115
	0.795	0.741	0.577

Contenido de la celda: Correlación de Pearson
Valor P

El análisis sobre la intensidad lumínica, temperatura y humedad de cada uso de suelo (Cuadro 6). Las medias para la intensidad lumínica varían desde 1079 lux del bosque primario hasta 74145 lux en pastizal. Con una desviación estándar de 730 y 52478 respectivamente. Estas variaciones en el caso bosque primario se debe al dosel que presenta poca distribución de la intensidad lumínica. El valor más alto fue en el pastizal, debido al ingreso directo de la radiación sobre la superficie, por tal motivo se tiene una intensidad lumínica y desviación estándar muy alto. Del mismo modo para la temperatura y humedad del bosque primario, muestra una media (22.82°C, 87.27 %). A diferencia del pastizal con valores de temperatura (27.3°C).

Cuadro 6. Análisis de estadístico de la intensidad lumínica, humedad y temperatura.

	Usos de suelo	Media	Desv. Est.	CV %	Desv. Est agrupada
Intensidad lumínica (lux)	Bosque primario	1097	730	66.55	28330
	Bosque secundario	4796	5690	118.64	
	Cultivo de café	24831	20579	82.88	
	Pastizal	74145	52478	70.78	
Temperatura (C°)	Bosque primario	22.82	1.44	6.31	2.499
	Bosque secundario	25.19	2.36	9.37	
	Cultivo de café	25.7	2.87	11.17	
	Pastizal	27.3	3.00	10.99	
Humedad (%)	Bosque primario	87.27	4.07	4.66	5.903
	Bosque secundario	86.2	5.56	6.45	
	Cultivo de café	87.36	5.06	5.79	
	Pastizal	78..50	8.12	10.97	

Fuente: Elaboración propia (2014)

En el cuadro 7 se observa la media de la cobertura de especies de musgos en cada uso de suelo, además se presentan la desviación estándar.

Cuadro 7. Promedio de cobertura de especies de musgos en los usos de suelo

	Media (cm ²)	Desv. Est.
Bosque primario	226	928
Bosque secundario	552	1985
Cultivo de café	72	145
Pastizal	34	141

Fuente: Elaboración propia (2014)

4.2. Predominancia de musgos en sustratos

En el bosque primario se colectó en los 10 cuadrantes (Cuadro 13 del Anexo 2). Encontrándose 5 tipos de sustrato (Figura 16); 3 especies de musgos se encontraron exclusivamente en tronco caído (*Callicostella depressa*, *Thuidium tomentosum*, *Thamnobryum fasciculatum*). Mientras el sustrato corteza y el tronco caído con 2 especies (*Daltonia*, *Mittenothamnium reptans*). 1 especie en corteza (*Leucobryum martianum*), las 5 especies restantes se encontraron colonizando entre 2 a 5 tipos de sustrato, siendo el tronco caído y suelo que albergó más número de especies.

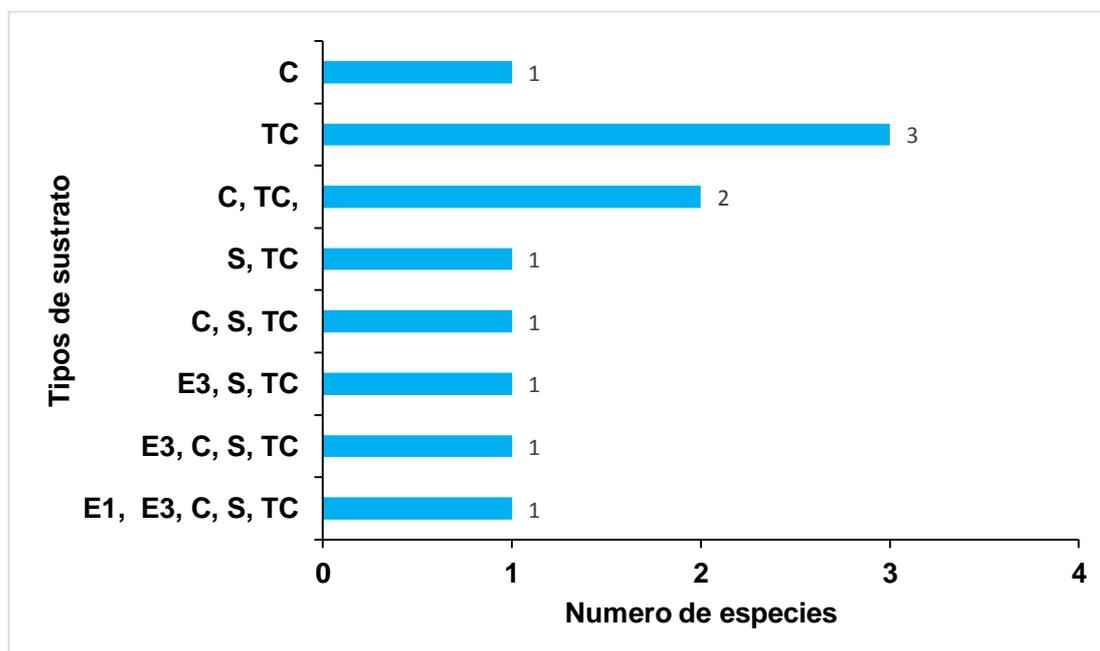


Figura 16. Tipos de sustrato en bosque primario. E1=Epífita, E3=Epílitica, C=Sobre corteza, S=Sobre suelo, TC= Sobre tronco Caído.

En el bosque secundario se colectó en los 10 cuadrantes (Cuadro 14 del Anexo 2); encontrándose los 5 tipos de sustrato (Cuadro 8); 2 especies

de musgos (género *Isothecium*, *Entodon macropodus*), se encontró en 4 tipos de sustrato (epífita, epifilica, corteza, tronco caído); las 7 especies restantes se encontraron colonizando entre 1 a 5 tipos de sustrato, siendo el tronco caído y epífita quien albergó más número de especies.

Cuadro 8. Tipos de sustrato colonizados por diferentes especies en bosque secundario. E1=Epífita, E2=Epifilica, C=Sobre corteza, S=Sobre suelo, TC= Sobre tronco Caído.

Tipos de sustrato	Especies
E1, E2, C, S, TC	1
E1, C, S, TC	1
E1, E2, C, TC	2
E1, C,	1
E1, TC	1
C, TC	1
TC	1
S	1

En el cultivo de café se colectó en 10 cuadrantes, encontrándose 5 tipos de sustrato (cuadro 15 del Anexo 2). 5 especies de musgos se encontraron en un solo tipo de sustrato tronco caído (*Sematophyllum*, *Tortella*, *Lepidopilum scabrisetum*, *Rodobryum beyrychianum*, *Leucomium Strumosum*), en la corteza se encontró una sola especies el género *Daltonia*. Las 5 especies restantes se encontraron colonizando entre 2 a 4 tipos de sustrato, siendo el tronco caído y epifito quien presentó más número de especies (Figura 17).

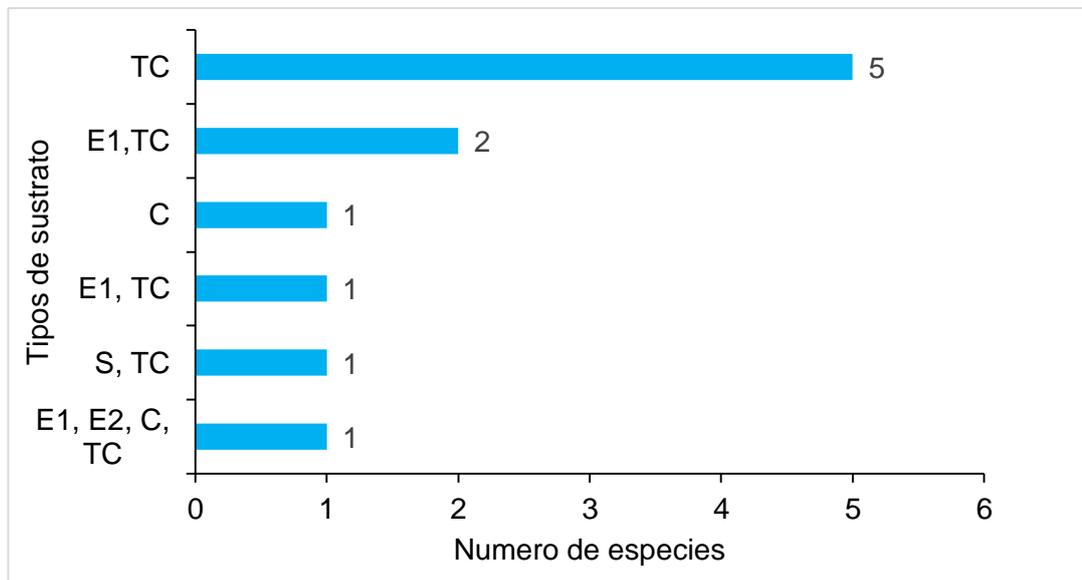


Figura 17. Tipos de sustrato colonizados por diferentes especies cultivo de café. E1=Epífita, E2=Epífilica, C=Sobre corteza, S=Sobre suelo, TC= Sobre tronco Caído.

En el pastizal se colectó en los 6 primeros cuadrantes (cuadro 16 del Anexo 2), encontrándose solo 4 tipos de sustrato, 2 especies de musgos se encontraron en un solo tipo de sustrato suelo (*Entodon macropodus* y el género *Philonotis*). Las 4 especies restantes se encontraron colonizando entre 2 y 3 tipos de sustrato, siendo el sustrato suelo quien presentó mayor número de especies (Figura 18).

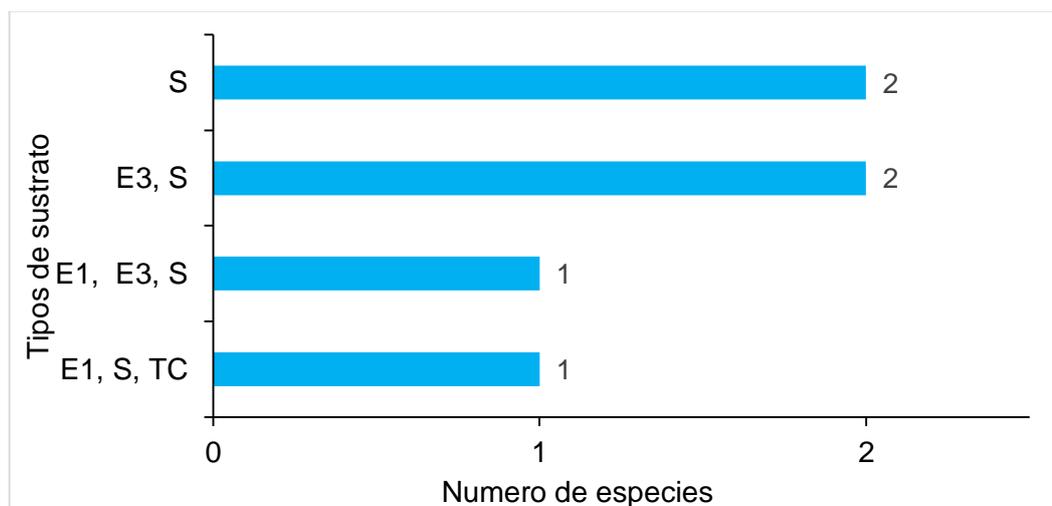


Figura 18. Tipos de sustrato colonizados por diferentes especies en pastizal. E1=Epífita, E3=Epilitica, S=Sobre suelo, TC= Sobre tronco Caído

4.3. Correlación número de especies con la temperatura y humedad relativa.

La correlación de la temperatura y humedad (0.65 y 0.99 respectivamente), muestra el mayor número de especies a niveles de temperatura 25, 70 C° (cultivo de café) y una humedad cultivo de café y bosque secundario (87.37 %, 87.27% respectivamente). 6 de especies de musgo se encontró un mayor temperatura 27.30 C° y menor humedad de 78% (pastizal).

A medida que la humedad aumenta el número de musgos disminuye, tomando en cuenta la intensidad lumínica promedio de 24831.24 lux que se encontró en el cafetal (Figura 19).

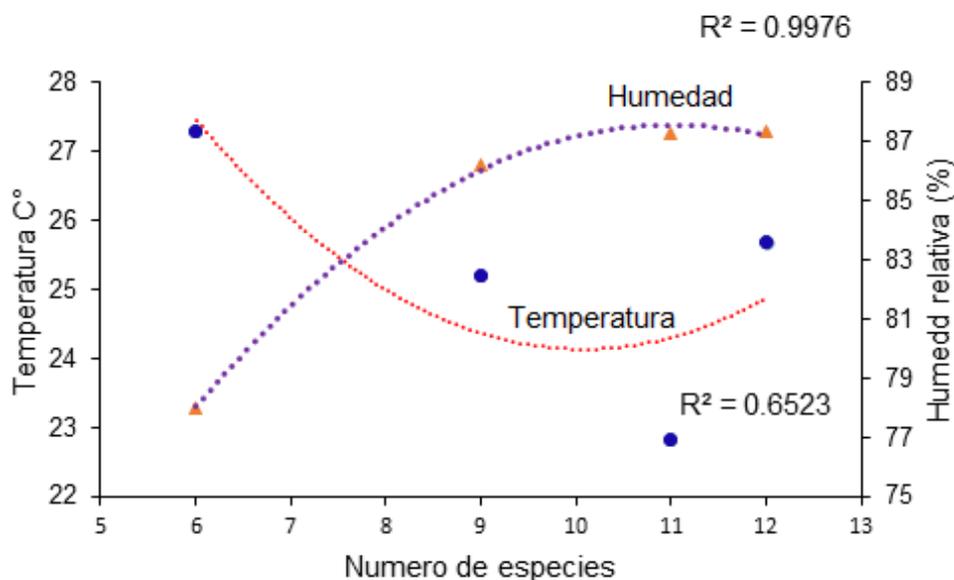


Figura 19. Relación entre número de especies con temperatura y humedad.

4.4. Correlación número de especies con intensidad lumínica

El coeficiente de determinación $R^2 = 0.84$, para el ajuste polinómica, indica que el 84% de los cambios en el número total de especies de musgos son influenciados por la intensidad lumínica (IL). El bosque primario, bosque secundario con IL promedio (1097.47 lux. 4795.84 lux respectivamente), son los valores bajos donde se encuentran 9 y 11 especies respectivamente. El mayor número de especies se encontró a una I.L. promedio de 24831.24 lux en el cultivo de café, el menor número de especies se encontró una elevada I.L. promedio 74144.67 lux tomada en el pastizal.

Además los musgos siendo unos grupo de especies muy pequeños, pueden ser influenciados de muchas maneras, por lo tanto el resultado de la

relación demuestran que a valores altos y bajos de I.L disminuyen el número de especies (Figura 20).

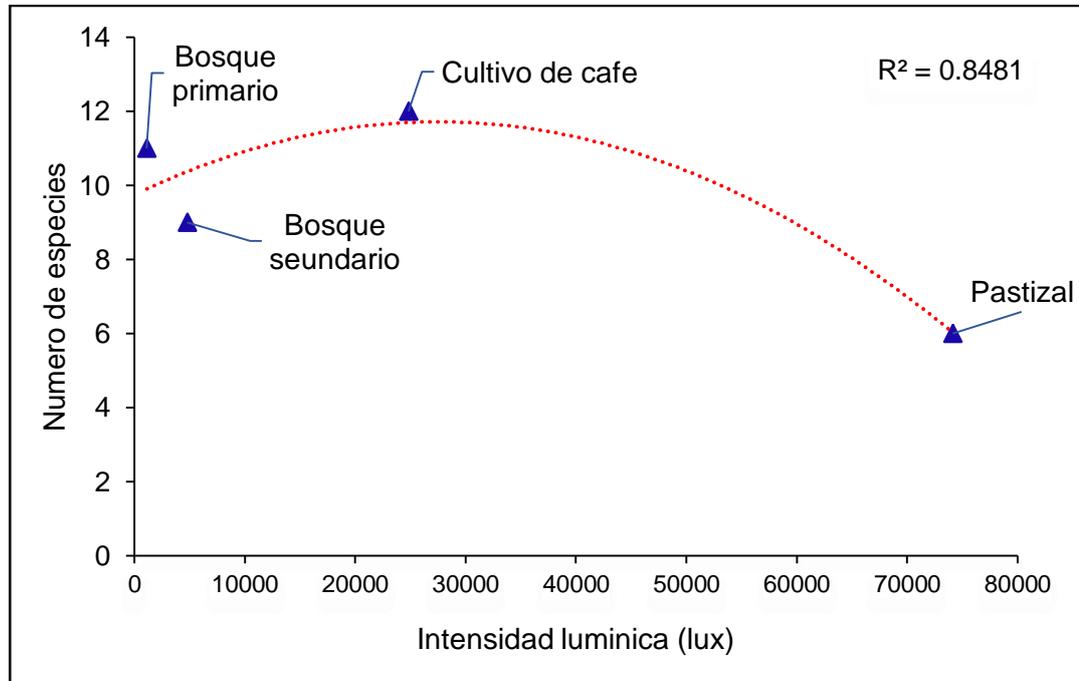


Figura 20. Correlación entre número de especies y la intensidad lumínica

V. DISCUSIÓN

Los cambios de uso de suelo están relacionados directamente con los factores antrópicos (RINCON *et al.*, 2009). En la zona de estudio del Caserío San Agustín, se encuentran sometidas a diferentes actividades agrícolas, generándose a través del tiempo diferentes usos de suelo como. PATIÑO *et al.* (2009) han demostrado que el grado de alteración de los bosques, influye drástica y negativamente sobre la diversidad de briofitos. Los briofitos desempeñan funciones importantes en el ecosistema (DIAZ *et al.*, 2005).

5.1. Diversidad alfa y beta de los musgos

En el presente estudio se colectó 26 especies de musgos (Cuadro 2), además en diferentes investigaciones realizada sobre musgos, hechos por LEON *et al.* (2006) que registraron 36 especies de musgos en un rango (700 a 4000 msnm); Van Reenen y Gradstein (1983); citados por FRAHM (2003) encontraron 30 especies en Colombia a una altitud 1500 msnm; LARRAIN (2007) reportó por primera vez para la Isla Grande de Chiloé, 42 especies de musgos. Esta riqueza de especies comparada con estudios en altitudes similares en otras regiones del Perú y en otros países, es producto de la baja intensidad de muestreo en cada zona, y las diferentes condiciones climáticas de cada zona.

Las 26 especies de musgo, también fueron encontrados por SANTOS y AGUIRRE (2010), en estudios de composición florística donde

encontró 99 especies. La especie *Mittenothamnium reptans* tuvo mayor cobertura en bosque primario con 4742 cm². La especie *Cyclodictyon albicans* en el pastizal con 716 cm². *Racopilum tomentosum* en bosque secundario y cultivo de café.

El cultivo de café presentó la mayor diversidad con respecto a los demás usos de suelo ($H = 1.942$ nats/indv.). En cambio el pastizal una diversidad baja ($H = 0.695$ nats/indv.), (Figura 11). Además, ZEPEDA *et al.* (2014) encontraron en 16 zonas verdes un índice de Shannon promedio ($H = 1.23$). Este índice se debe a la gran cantidad de zonas en estudio. Para nuestro caso con cuatro usos de suelo la diversidad fue similar. Además, el cultivo de café genera condiciones adecuadas para el desarrollo del musgo, a diferencia del pastizal. Esta disminución de la diversidad es causada por la influencia del ser humano (FRAHM, 2003).

Dentro de un bosque primario, el suelo no está cubierto por briofitas, debido a la cantidad de hojarasca (FRAMH, 2003). Al observar el bosque primario (Figura 24 del Anexo 1) existe abundante hojarasca, esto explica la menor diversidad. Además, VANDERPOORTEN, (1998) correlaciona la diversidad de briofitas con la heterogeneidad del hábitat (bosque), micro hábitat (troncos, rocas, tocones). En el Cafetal, bosque primario y secundario se encontró más especies que el pastizal, esto incremento de los micro hábitat explica la variación y aumento en número de especies.

Estudios de musgos en pastizales son casi nulos, pero tomando en cuenta que es un sitio perturbado por animales la diversidad disminuye. DELGADILLO y CARDENAS (1990), se refieren que algunas especies son capaces de subsistir en sitios que son continuamente perturbados. Es el caso de la especie *Thuidium tomentosum*, que se encontró en los cuatro usos de suelo. Además, existe una dominancia, especialmente de la especie *Cyclodictyon albicans* (índice de Simpson 0.68). FAJARDO, (2008) encontró mayores distancias entre coberturas de musgo esto se relacionó con un mayor grado de pastoreo.

El cultivo de café con un valor ($J' = 0.781$), bosque secundario ($J' = 0.429$). Las especies están más uniformemente distribuidos. Sin embargo, el bosque primario, pastizal, muestran un grado intermedio de equidad ya que se obtuvieron valores de entre (0.345 y 0.388). ZEPEDA *et al.* (2014) encontraron un valor total del índice de equidad de Pielou ($J' = 0.68$), indica que la distribución de las colonias tiende a ser homogénea.

La composición de especies entre cultivo de café y bosque secundario presentan una similitud de 0.12, al compartir 4 especies, a su vez estas dos guardan relación con el bosque primario. La similitud según MATTEUCCI *et al.* (1982), sugieren que a 0.7 las composición de las especies son iguales. Sin embargo, los cuatro usos de suelo existe diferencia en la composición de especies de los musgos (Figura 15). Según PATIÑO *et al.* (2009), los cambios micro climáticos (mayor insolación y estrés hídrico), que afectan las condiciones de un bosque, hacen que desaparezcan las especies

con alta fidelidad a las condiciones del bosque. Esto explica que muchas especies no se repitan en diferentes usos de suelo. Pócs (1996), citado por MORALES y MORENO (2010) observaron que el 90% de musgos de bosques no se produjo en las plantaciones con cultivos. Cualquier impacto sobre la estructura del bosque en general, causa un serio deterioro, o pérdida total de las comunidades de los epífitos. Tal es el caso del pastizal, que se encontró solo 6 especies de musgos de las cuales solo una epífita.

ESCORCIA y SASTRE (1990), encontraron una similitud entre tres áreas distintas 0.10, siendo similar a los resultados obtenidos de una similitud de 0.12, entre el bosque secundario y cultivo de café. Estos cambios sobre la comunidad actual pueden ser atribuidos a la deforestación, disminución de la humedad, los cuales disminuyen el número de especies de musgos. EQUIHUA, (1999) demostró que la actividad humana tiene efecto negativo en la brioflora.

5.2. Predominancia de especies de musgo en diferentes sustrato

AVENDAÑO y AGUIRRE, (2007) encontraron musgos epífitas, epilíticas y terrestres, además un buen número de especies se presentaron en más de un sustrato. Al igual que la mayoría de las especies encontrada en más de un sustrato (Figuras 16, 17,18). Así el bosque primario, bosque secundario y cultivo de café se colectaron en 5 tipos sustratos, en cambio el pastizal (Figura 18) solo se encontró en 4 tipos de sustrato. En términos generales, los musgos más abundantes colectados fueron sobre tronco caído (cuadros 13, 14, 15 16, del Anexo 2). De la misma manera NEWMASTER *et al.* (2003), mencionan que

los sitios donde se observan abundantes ramas, hojas y troncos caídos del dosel, lo cual podría explicar la presencia de briofitas.

En los bosques, la flora de briofitas en madera podrida es más rica. Por ejemplo en Tanzania, se encontró 102 especies de briofitas fueron identificadas a partir de maderas podridas (FRAHM, 2003). El tronco caído es el sustrato donde más predominaban los musgos. Dicho sustrato es adecuado para el establecimiento de colonias de musgos. Sin embargo la mayoría de musgos no están limitadas a troncos en descomposición y aparecen en otros sustratos, como rocas, suelo y troncos vivos. En el bosque primario se encontró la especie *Trachyxiophium guadalupense* en los cinco tipos de sustrato. El bosque secundario y el cultivo de café el género *Rhynchostegium*. El pastizal las especies *Thuidium tomentosum* y *Cyclodictyon albicans* estuvieron en tres sustratos distintos.

PATIÑO *et al.* (2009) analizaron las especies terrícolas que no han sufrido empobrecimiento en zonas alteradas, como el musgo de la familia Brachythecaceae, que son altamente competitivos. Así en bosque secundario, cultivo de café se encontró el género *Rhynchostegium* que pertenece la familia Brachythecaceae, es el segundo género con más cobertura.

PATIÑO *et al.* (2009) encontraron que los musgos epífitas son mayores en bosque secundario. Esta abundancia de epífitas también se encontró en nuestro estudio bosque secundario, debido a la mayor disponibilidad de sustratos de menor tamaño que sirve a los musgos epífitos. Además MORALES y MORENO (2010), mencionan que cualquier impacto sobre la

estructura del bosque, causa deterioro, empobrecimiento o pérdida total de las comunidades de musgos. La explicación es sencilla si las condiciones son alteradas aparece cambios micro climáticos importantes (mayor insolación y estrés hídrico) por lo tanto desaparecen la especies con alta fidelidad a las condiciones del bosque.

5.3. Correlación de musgos con la humedad, temperatura e intensidad lumínica

La correlación de la temperatura y humedad (0.65 y 0.99 respectivamente), muestra el mayor número de especies a niveles de temperatura 25, 70 C° y una humedad 87.37 % (cultivo de café). Además solo 6 de especies se encontró a una mayor temperatura 27.30 C (Figura 19). La humedad relativa es superior a 70% en el distrito Hermilio Valdizan (SENAMHI, 2013). El valor crítico de la humedad de las briofitas es 80% HR y se secan por debajo de este valor, pero quedan turgentes por encima del 80% (FRAHM, 2003). Los valores de humedad obtenidos en bosque primario, bosque secundario, cafetal superan el 80 HR% (Figura 19), el pastizal se encuentran por debajo de 80 HR%, llegando a 78 HR% promedio, esto disminuye las especies, siendo dependientes de la humedad atmosférica.

En estudios sobre análisis de variables que predicen las riqueza se encontró, que el tamaño pequeño de las hojas se relaciona con la mayor penetración de luz y menor acumulación de hojarasca en el suelo (PATIÑO *et al.*, 2009). La mayor riqueza se presentó en el cultivo de café con 12 especies

de musgo, esta riqueza puede estar relacionado, con la mayor penetración de luz. Sin embargo el bosque primario presenta una baja intensidad lumínica (1097.47 lux), con abundante hojarasca, con 11 especies de musgo, que también respalda el bajo número de especies. Quedando claro que es un factor determinante. Así FRAHM (2003) dice que el 1% de la intensidad luminosa en la parte inferior de los bosques, es responsable por el bajo número de especies.

Según FERNÁNDEZ *et al.*, (2003) las exigencias de cada especie con respecto a la humedad, iluminación y temperatura son muy variables. Tal es el caso que la mayoría de las especies no se repiten en los cuatro usos de suelo.

VI. CONCLUSIONES

1. Los musgos de los cuatro usos de suelo en estudio del sector San Agustín, Distrito de Hermilio Valdizan, se encontraron 26 especies en 21 géneros agrupadas en 15 familias. El cultivo de café y el bosque secundario presentaron 12 y 9 especies respectivamente, mientras que el bosque primario y pastizal presentaron 11 y 6 especies respectivamente.
2. El mayor índice de Shannon-Wiener y equidad se encontró en el cultivo de café (1.942 nats/indv. 0.781 respectivamente). La mayor dominancia de especies de musgos (Dominancia de Simpson = 0.68), se encontró en el pastizal con la especie (*Cyclodictyon albicans*. Hedw. Kuntze).
3. La composición de especies de musgo en los usos de suelo son diferentes. Además la mayor similitud se encontró entre el cultivo de café y bosque secundario (conglomerado de Cluster = 0.12).
4. El sustrato con mayor riqueza de especies fue: tronco caído (22 especies), suelo y epifitas con 9 especies de musgos.
5. La mayor riqueza de especies de musgos se encontró en una intensidad lumínica de 24831.24 lux, temperatura. 25, 70 °C y humedad 87.37 %, datos promedio en el cultivo de café.

VII. RECOMENDACIONES

- Realizar investigaciones sobre diversidad de musgos en diferentes estadios en los usos de suelo (cultivo café, pastizal, bosque primario y bosque secundario).
- Evaluar el efecto de las interacciones entre cultivo de café y los musgos para su conservación.
- Evaluar la especie *cyclodictyon albicans* en pastizal como un indicador de áreas perturbados.
- Investigar el musgo *Thuidium tomentosum* como especie de amplio rango de distribución, para utilizar como pioneras suelos alterados.
- Realizar estudios de musgos en el Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS), para tener un registro.

**DIVERSITY OF MOSSES IN FOUR KINDS OF USE OF SOIL IN THE
CASERIO SAN AGUSTÍN - HERMILIO VALDIZAN
DISTRICT- HUÁNUCO**

VIII. ABSTRACT

The present work of Research He was realized in four kinds of use of sector floor (primary forest, secondary forest, coffee's cultivation and pastizal) San Agustín, Hermilio Valdizan district - Huánuco. In the months of February - April of 2014. The work purpose was to determine diversity of moss species, his correlation with temperature, humidity and light intensity and predominance substratum - moss. One a methodology in base used to NEWMASTER *et al.* (2005.) In each use of floor one a transect traced 2 x 10 meters. In each transect coverage of species of moss, kinds of substratum and environmental variables determined one.

He found 26 moss species in 21 types, grouped in 15 families. The biggest diversity herself introduced in the cultivation of coffee with concerning to the other uses of floor (Shannon Index, 1.46 nats/ indiv.). The species dominance introduced herself in the pastizal (Dominance 0.68) with the *albicans* Hedw *Cyclodictyon* species. Kuntze. The composition of different species of moss in the uses of floor sound the composition of different species of moss in the uses of floor sound besides, the major similitude between the composition of moss species introduces herself between the coffee's cultivation and secondary forest (Cluster Conglomerates of 0.12.). The fallen trunk was the substratum with bigger presence (22 species,) followed of the floor and epiphytes with 9 species of

mosses, with regarding to the correlation with them environmental variables The biggest richness found an intensity light 24831.24 lux)Temperature 25, 70 °C,) and humidity (87.37 %), data average in the cultivation of coffee.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIRRE, J. RANGELO, V. 2007. Amenazas a la conservación de las especies de musgos y líquenes en Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. *Caldasia* 29(2):235-262.
- ARDILES, V., CUVERTINO, J., OSORIO, F. 2008. Guía de Campo Briofitas de los Bosques Templados Australes de Chile; Una introducción al mundo de los Musgos, Hepáticas y Antocerotes que habitan los Bosques de Chile. Edic. Corporación Chilena de la Madera, Concepción, Chile. 168 p.
- AVENDAÑO, K., AGUIRRE, J. 2007. Los musgos de la Región Santa María, Boyaca (Colombia). *Caldasia* 29(1): 59 – 71.
- BMZ – UNODC. 2012. Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo. Oficina de las Naciones Unidas contra la droga y el delito. Informe de monitoreo actividades implementadas. 71 p.
- CONAMU. 2008. Biodiversidad de Chile. Patrimonio y Desafíos. Ocho Libros Editores (Santiago de Chile). 640 p.
- CAMPOS, S., URIBE, J., AGUIRRE, C. 2008. Santa María, Líquenes, Hepáticas y Musgos. Serie de guías de campo del Instituto de Ciencias Naturales No. 3. Bogotá, Colombia. 144 p.

- CARREÑO, G. 2006. Evaluación de cafetales bajo sombra y fragmentos de bosque adyacentes con hábitad para conservar la diversidad de helechos. Tesis maestría en ciencias, México. Instituto de ecología, 120 p.
- DELGADILLO, C., CARDENAS, M. 1990. Manual de briofitas. Universidad autónoma de México. Editorial México, D.F. 135 p.
- DELGADILLO, C., M.CÁRDENAS, V., GÁLVEZ, M., SÁNCHEZ, A. 2011. Musgos Del Parque Nacional Los Mármoles, Hidalgo. Departamento de Botánica; Universidad Nacional Autónoma de México. Centro de Investigaciones Biológicas, Bol. Soc.Bot.Méx. 89: 19-26
- DÍAZ, F., ZEGERS, G., LARRAÍN, J. 2005. Antecedentes sobre la importancia de las turberas y el pompoñ en la Isla de Chiloém. Fundación Senda. Chile. 33 p.
- DOMUS, 2008. Estudio de Impacto Ambiental. [En línea]: MINEM, ([Http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/4_1_9%20Uso%20Actual%20de%20las%20Tierras.pdf](http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/4_1_9%20Uso%20Actual%20de%20las%20Tierras.pdf), documento, 26 de may de 2013).
- ESCORCIA, S., SASTRE, 1990 A. Briofitos como indicador de la perturbación. Departamento de Biología; Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico.
- EQUIHUA, C. 1999. Brioflora de la Reserva de Montes Azules; Diversidad biogeografía y depauperación por actividad humana. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Ecología. Informe final SNIB-CONABIO. México. 24 p.

- ESCOBEDO, R. 2002. Evaluación de la Brioflora en dos zonas de vegetación de la Isla Santa Cruz, Galápagos, Ecuador. Voluntario del Departamento de Botánica, Fundación Charles Darwin. 16 p.
- FAJARDO, F. 2008. Una experiencia de capacitación en el Páramo de Chile. Instituto de investigación en recursos biológicos. Páramo de Chiles. 21 p.
- FAO, 1999. Situación de los bosques del mundo. Roma, Italia, FAO. 154 p.
- FERNÁNDEZ, C., MIGUEL, A., COLLADO, P. 2003. Briófitos de la Reserva Natural Integral de Muniellos. Consejería de Medio Ambiente del Principado de Asturias. KRK, ediciones. 132 p.
- FRANCISCO, J., ALCARAZ, A. 2013. Geobotánica. Formas vitales, estratificación y fenología Universidad de Murcia. España. 15 p.
- FRAHM, J P. 2003. Manual of Tropical Bryology. An international journal on the biology of tropical bryophytes. 200 p.
- FUENTES. A., CHURCHILL, S. 2005. Catálogo preliminar de las briófitas de la región de Madidi. Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. Museo de Historia Natural. Ecología en Bolivia, Vol. 40(3): 170-198.
- GLOBE PROGRAM. 2005. El programa globe. Protocolos – 32. Suelos Protocolo de temperatura del suelo. Guía del maestro. [The GLOBE program. Teacher guide]. GLOBE, Washington, WA. www.globe.gov

- GLIME, J M. 2007. Bryophyte Ecology. Volume 1. Physiological 4-6-1 Ecology
Ebook sponsored by Michigan Technological University and the
International Association of Bryologists.
- HOLDRIDGE, L. 1986. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa
Rica, IICA. 216 p.
- IIAP - BIODAMAZ, 2004. Estrategia regional de la diversidad biológica
Amazónica, Iquitos. Perú. 75 p.
- LARRAIN, J. 2007. Adiciones a la flora de musgos de la isla Chiloé, Universidad
de Concepción, Chile. Bot. 64(1): 7-23.
- LEÓN, B., YOUNG, K. R., ROQUE, J., CANO, A. 2010. Nuevos registros de
plantas de la zona alta del Parque Nacional Río Abiseo. Perú Araldoa
17(1): 45 - 77, 43 p.
- MATEO, A. 2011. Diversidad de musgos (Bryophyta) de la Reserva Científica
Ébano Verde, República Dominicana. Tesis Biología, Santo Domingo,
República Dominicana. Universidad Autónoma de Santo Domingo. 84p.
- MATTEUCCI, S.D. y A. COLMA. 1982. Metodología para el Estudio de la
Vegetación. Monografía Científica N° 22, Serie de Biología. Secretaría
General de la Organización de los Estados Americanos. Washington, D.C.
168 p.
- MORENO, E. 2011. Introducción al mundo de los briofitos en Venezuela. UPEL-
IPC. Cátedra de Botánica Herbario Caracas, Venezuela. 15 p.

- MORENO, C. 2001. Modelos para medir la biodiversidad. Primera Edición. My T, Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Zaragoza. 84 p.
- MONTENEGRO, L. 2011. Caracterización de algunos aspectos fisiológicos y bioquímicos del musgo *Pleurozium schreberi*, relacionados con su capacidad de tolerancia a la deshidratación. Tesis Doctor en Ciencias Agropecuarias, Bogotá, Colombia. Universidad de Colombia. 178 p.
- MORALES, T. MORENO, E. 2010. Contribución al conocimiento de briofitos epifitos de Venezuela. *Ernstia* [online]. vol.20, pp. 47-70. Disponible en: <<http://www.scielo.org.ve/scielo.p>.
- NEWMASER, S., BELLAND, A., ARSENAULT, D. 2005. The ones we left behind: Comparing plot sampling and floristic habitat sampling for estimating bryophyte diversity. *Diversity and distribution*. P. 57-72.
- PATIÑO, J. 2009. Diversidad y ecología de briofitos. En bosques de Monteverde Canarios. Institute of Botany. Universidad de Lieja. B22-Sart Tilman. 8 p.
- PATXI, H., INFANTE, M. 2006. Musgos la añoranza del agua. Museo de ciencias naturales de Álava. Universidad de la Rioja. 16 p.
- RINCÓN, S., TORO, J., CALDERÓN, J. 2009. Lineamientos guía para la evaluación de criterios de biodiversidad en los estudios ambientales requeridos para licenciamiento ambiental. *Biodiversidad y estudios de impacto ambiental*. Bogotá. D. C. Colombia. 142 p.

- POYECTO ESPECIAL DEL ALTO HUALLAGA, 2002. Dirección del medio ambiente y desarrollo productivo. 111 p.
- SANTOS, G., AGUIRRE, J. 2010. Los musgos de la región de la quincha; Magdalena medio, Colombia. *Caldasia* 32(2):257-273.
- SASTRE, I. 1992. Estudios preliminares sobre comunidades de briofitas en troncos en descomposición en el bosque subtropical lluvioso de Puerto Rico. Departamento de Biología, Pontificia Universidad Católica de Puerto Rico. *Tropical Bryology*, 6: 181-191, 1992.
- VANDERPOORTEN, A. 1998. El muestreo de briófitos Asociado de investigación, fondos belgas para la Investigación Científica Universidad de Lieja, Instituto de Botánica B22. Bélgica 331-345 p.
- VARGAS, O., PREMMAUER, J., CARDENAS, C. 2002. Efecto del pastoreo sobre la estructura de la vegetación en un páramo húmedo de Colombia. *Sociedad Venezolana de Ecología. Ecotropicos*. 15(1):35-50.
- WWF, 2009. Programa climático, reduciendo nuestra vulnerabilidad, Reducción de emisiones derivadas de la deforestación y degradación. Perú. 3 p.
- ZEPEDA, C., ÁVILA, P., MARTINEZ, S., AMAYA, G. 2014. Diversidad de musgos epífitos de la zona metropolitana del valle de Toluca, México *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 108-124.

X. ANEXOS

Anexo 1. Fotografías de las actividades realizadas en los tipos de usos de suelo.



Figura 21. Transecto N° 3 en el cultivo de café, recopilando datos.



Figura 22. Transecto N° 4 en pastizal.



Figura 23. Cuadrante dentro de transecto N° 1 en bosque primario con presencia de musgos.



Figura 24. Cuadrante dentro de transecto del bosque primario con poca presencia de musgos.



Figura 25. Medida de cobertura presentes en sustrato de tronco caído dentro del cafetal



Figura 26. Presencia de diferentes especies de musgos sobre tronco caído en bosque primario.

Anexo 2. Datos obtenidos de campo

Cuadro 9. Presencia y ausencia de musgos en los cuatro usos de suelo (1: Presencia; 0: ausencia)

Especie	Transecto en cada uso de suelo			
	Bosque primario	Bosque secundario	Cultivo de café	Pastizal
	T1	T2	T3	T4
<i>Racomium tomentosum</i>	1	1	1	0
(Género) <i>Vesicularia</i>	1	0	1	0
<i>Rodobryum beyrychianum</i>	0	0	1	0
<i>Leucomium Strumosum</i>	0	0	1	0
<i>Thuidium tomentosum</i>	1	1	1	1
(Género) <i>Tortella</i>	0	0	1	0
<i>Lepidopilum scabrisetum</i>	0	0	1	0
(Género) <i>Rhynchostegium</i>	0	1	1	0
(Género) <i>Daltonia</i>	1	1	1	0
(Género) <i>Sematophyllum</i>	0	0	1	0
(Género) <i>Rhynchostegium</i>	0	0	1	0
<i>Sematophyllum</i>				
<i>subpinnatum</i>	0	0	1	0
(Género) <i>Mittenothamnium</i>	0	1	0	0
<i>Cyclodictyon albicans</i>	0	0	0	1
<i>Dolotortula mniifolia</i>	0	1	0	0
(Género) <i>Isothecium</i>	0	1	0	0
<i>Entodon macropodus</i>	0	1	0	1
<i>Fissidens pusillus</i>	1	1	0	0
<i>Callicostella depressa</i>	1	0	0	0
<i>Trachyxiophium</i>				
<i>guadalupense</i>	1	0	0	0
<i>Mittenothamnium reptans</i>	1	0	0	0
<i>Sematophyllum galipense</i>	1	0	0	0
<i>thamnobryum fasciculatum</i>	1	0	0	0
(Género) <i>Sematophyllum</i>	0	0	0	1
<i>Leucobryum cf. Martianum</i>	1	0	0	1
(Género) <i>Philonotis</i>	0	0	0	1
Total	11	9	12	6

Cuadro 10. Promedio de intensidades lumínicas (lux), en usos de suelo durante el día

Usos de Suelo	Fecha de la toma de datos						
	10 de feb	12 de feb	17 de feb	26 de feb	08 de mar	15 de mar	20 de mar
	Promedio de la intensidad luminica						
Bosque p.	355.4	1761.5	1323.8	2158.60	218.0	615.0	1250.0
Bosque s.	893.2	1959.7	3633.0	17491.00	3850.0	2564.0	3180.0
Cafetal	3360.4	10548.3	60384.0	5602.00	22724.0	33900.0	37300.0
Pastizal	109890.0	149000.0	55800.0	25266.67	37300.0	18256.0	123500.0

Cuadro 11. Promedio de temperatura (C°) de la superficie del suelo en tipos de uso de suelo durante el día.

Usos de Suelo	Fecha de la toma de datos						
	10 de feb	12 de feb	17 de feb	26 de feb	08 de mar	15 de mar	20 de mar
	Promedio de temperatura						
Bosque p.	20.91	23.93	24.47	23.74	21.80	23.62	21.30
Bosque s.	22.60	25.95	24.21	28.39	21.90	26.38	26.90
Cafetal	21.58	25.58	30.53	24.34	27.78	26.10	24.00
Pastizal	24.94	30.76	27.00	25.30	26.40	24.50	32.20

Cuadro 12. Promedio de humedad (%) en usos de suelo durante el día

Usos de Suelo	Fecha de la toma de datos						
	10 de feb	12 de feb	17 de feb	26 de feb	08 de mar	15 de mar	20 de mar
	Promedio de humedad						
Bosque p.	90.80	82.00	83.00	85.10	89.00	88.00	93.00
Bosque s.	92.60	86.33	88.10	76.40	92.00	83.00	85.00
Cultivo de c	95.38	89.33	80.25	87.90	81.70	89.00	88.00
Pastizal	81.20	59.40	69.67	69.90	77.00	80.16	81.00

Cuadro 14. Lista de especies de musgos, tipos de sustrato y cobertura en bosque secundario E1=Epífita, E2=Epífilica, C=Sobre corteza, S=Sobre suelo, TC= Sobre tronco Caído.

Especies	Tipo de sustrato	Cuadrantes										Cobertura (cm)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<i>Racomitrium lanuginosum</i>	E1, C, S, TC	2500	1200	110	12	300	1500	1800	900	650	812	9784
<i>Thuidium tomentosum</i>	E1, E2, C, S, TC	800	120	180	6	180	600	300	400	350	200	3136
(género) <i>Mittenothamnium</i>	C, TC	45	12	-	-	-	-	-	-	-	-	57
<i>Thuidium tomentosum</i>	TC	25	-	-	-	-	60	-	-	-	15	100
<i>Dolotortula mniifolia</i>	E1, TC	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	5
(género) <i>Daltonia</i>	E1, C,	-	-	4	-	-	-	-	35	15	-	54
(género) <i>Isothecium</i>	E1, E2, C, TC	-	14	12	2	12	15	25	50	40	12	182
<i>Entodon macropodus</i>	E1, E2, C, TC	-	13	9	30	69	60	300	250	150	18	899
<i>Fissidens pusillus</i>	S	-	-	4	8	-	-	25	35	35	16	123

Cuadro 15. Lista de especies de musgos, tipos de sustrato y cobertura en cultivo café. E1=Epífita, E2=Epífilica, C=Sobre corteza, S=Sobre suelo, TC= Sobre tronco Caído.

Especies	Tipo de sustrato	Cuadrantes										Cobertura (cm)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<i>Racomium tomentosum</i>	E1,TC	314	-	12	6	35	19	40	82	88	15	611
(género) <i>Vesicularia</i>	E1,TC	50	-	25	3	24	16	180	64	15	6	383
<i>Rodobryum beyrychianum</i>	TC	77	-		-	-	-	-	-	-	18	95
<i>Leucomium Strumosum</i>	TC	38	-		-	-	4	12	-	-	-	54
<i>Thuidium tomentosum</i>	E1, TC	15	-	9	-	-	-	16	-	38	18	96
(género) <i>Tortella</i>	TC	4	-	5	-	-	14	-	12	-	4	39
<i>Lepidopilum scabrisetum</i>	TC	-	-				-	10		-	-	10
(género) <i>Rhynchostegium</i>	E1, E2, C, TC	-	5	5	3		12	13	20	-	16	74
(género) <i>Sematophyllum</i>	S, TC	-	-	25	5		-	15		-	-	45
(género) <i>Rhynchostegium</i>	S, TC	-	-	-	8	65	40	13	130	15	50	321
(género) <i>Daltonia</i>	C	-	-	-	-	12	-	-	-	-	-	12
<i>Sematophyllum subpinnatum</i>	TC	-	-	-	-	-	5	80	-	30	14	129

Cuadro 16. Lista de especies de musgos, tipos de sustrato y cobertura en pastizal E1=Epífita, E3=Epítlica, S=Sobre suelo, TC= Sobre tronco Caído.

Especies	Tipo de sustrato	cuadrantes						Cobertura Total (cm ²)
		1	2	3	4	5	6	
<i>Thuidium tomentosun</i>	E1, E3, S	18	25	-	-	-	-	43
(género) <i>Sematophyllum</i>	E3, S	45	32	-	-	-	-	77
<i>Leucobryum cf. Martianum</i>	E3, S	3	-	-	-	-	-	3
(género) <i>Sematophyllum</i>	S	5	-	-	-	-	-	5
(género) <i>Philonotis</i>	S	21	-	11	-	-	-	32
<i>Cyclodictyon albicans</i>	E1, S, TC	4	144	180	220	120	50	718