PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE CIENCIAS
BIOLOGÍA

ESTUDIO DE LA PREFERENCIA DE HÁBITAT DE *Cladonia confusa* Y *Leptogium azureum*, LÍQUENES MUSCICOLAS EN UN FRAGMENTO DE BOSQUE ALTO-ANDINO, EN LA RESERVA BIOLÓGICA EL ENCENILLO, GUASCA, CUNDINAMARCA

ESTUDIANTE
MAYRA LUCÍA PACHECO GARZÓN

DIRECTOR
MIGUEL LEON GÓMEZ.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA DE BIOLOGÍA
BOGOTA D.C
2016

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE CIENCIAS
BIOLOGÍA

ESTUDIO DE LA PREFERENCIA DE HÁBITAT DE *Cladonia confusa* Y *Leptogium azureum*, LÍQUENES MUSCICOLAS EN UN FRAGMENTO DE BOSQUE ALTO-ANDINO, EN LA RESERVA BIOLÓGICA EL ENCENILLO, GUASCA, CUNDINAMARCA

ESTUDIANTE
MAYRA LUCÍA PACHECO GARZÓN
Aprobado

Dra. Concepción Judith Puerta Bula	Dr. Jorge Jácome Reyes
Decana Académica Facultad de Ciencias	Director Carrera de Biología

Pontificia Universidad
Javeriana
Bogotá

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE CIENCIAS
BIOLOGÍA

ESTUDIO DE LA PREFERENCIA DE HÁBITAT DE *Cladonia confusa* Y *Leptogium azureum*, LÍQUENES MUSCICOLAS EN UN FRAGMENTO DE BOSQUE ALTO-ANDINO, EN LA RESERVA BIOLÓGICA EL ENCENILLO, GUASCA, CUNDINAMARCA

ESTUDIANTE
MAYRA LUCÍA PACHECO GARZÓN
Aprobado

MSc. Miguel Leon Gómez	Dr. Jorge Jácome Reyes
Director	Jurado

NOTA DE ADVERTENCIA

Artículo 23 de la Resolución N° 13 de Julio de 1946.

"La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de tesis. Solo velará por qué no se publique nada contrario al dogma y a la moral católica y por qué las tesis no contengan ataques personales contra persona alguna, antes bien se vea en ellas el anhelo de buscar la verdad y la justicia".

AGRADECIMIENTOS

A Miguel León Gómez por su excelente trabajo como director de este proyecto. Por su compromiso y dedicación además de ser una gran persona y un maravilloso educador. Por brindarme de su tiempo y amistad junto a su pasión hacia las criptógamas. Alguien que gracias a su ilustre experiencia, todo esto fue posible.

A Jorge Jácome Ph.D por su orientación e indicaciones durante la realización del trabajo. Un colega y modelo a seguir cuya ayuda y vasto conocimiento brindo un magnifico apoyo para obtener un proyecto organizado y de calidad.

A Alberto Acosta por su disposición e interés durante la realización del trabajo. Por la enseñanza y asistencia en el manejo del programa HaviStat© y sus sugerencias al momento de procesar los datos.

Javier Montenegro que junto a Alberto Acosta crearon el programa HaviStat© el cual fue de suma importancia y utilidad para la realización del trabajo de grado.

A Denise Garzón Perilla por su grandiosa colaboración antes y durante el trabajo de campo. Una persona única y generosa que por sus excelentes consejos y su sobresaliente ayuda fue posible el obtener gran parte de la información para el proyecto.

A Luis Eduardo Pacheco Neira quien también colaboro con el trabajo de campo. Alguien que sin duda por su esfuerzo y responsabilidad es fuente de ejemplo y admiración. Sin su gran dedicación el trabajo de grado no habría sido completado.

A la Fundación Natura por presentar interés y apoyo a lo largo del proyecto. Brindar los permisos y la colaboración necesaria para realizar el trabajo en la Reserva el Encenillo y demostrar su continuo favorecimiento hacia la producción del conocimiento científico.

A los encargados de la Reserva El Encenillo por su invaluable hospitalidad durante los días de alojamiento y brindar su conocimiento tradicional durante la fase de campo.

Bogotá D. C. (10 de Enero del 2017).

DEDICATORIA

A Dios creador de todas las cosas el cual siempre ha estado presente en mi vida y la de mi familia, cuya perfección la veo latente en todos y cada uno de los organismos de la naturaleza y en la vida misma.

A mis padres: Luis Eduardo Pacheco y María del Pilar Garzón, por darme la oportunidad de estudiar esta hermosa carrera y brindarme en el camino un apoyo incondicional. Con su ejemplo de responsabilidad y dedicación fueron aquellos que tuvieron paciencia en mis fallos y compartieron mi alegría en las victorias.

A mi pareja: Daniel Andrés Sandoval quien me acompaño y alegro mi vida desde mis inicios en la universidad, a quien no es solo mi pareja si no también mi mayor confidente y mejor amigo al cual le estaré eternamente agradecida por todo el cariño y amor que me ha dado a lo largo de estos años.

A mis amigos de carrera, con los cuales viví las mejores experiencias dentro y fuera de la institución. Los que siempre estuvieron pendientes para celebrar por mis avances y ayudarme en los retrocesos, y cuya compañía hizo del arduo trabajo universitario algo más ameno.

Y por último, pero no menos importante, a la naturaleza, esa zona de vida pintada de todos los colores que ha sido mi mayor inspiración desde hace muchos años.

TABLA DE CONTENIDOS

Paginas

1. RESUMEN……1
2. INTRODUCCIÓN…….……2
3. JUSTIFICACIÓN……...…...3

4. MARCO TEÓRICO……..…5
4.1 Área de estudio……5
4.1.1 Descripción de la Reserva……...…5
4.1.2 Senderos…….....…6
4.2 Líquenes……..6
4.2.1 Descripción general……...…….....6
4.2.2 Reproducción…….....7
4.2.3 Morfología……..7
4.2.4 Hábitat y sustratos……..7
4.2.5 Diversidad y distribución……...……8
4.2.6 Importancia biológica y ecológica……..…8
4.3 *Leptogium azureum*……9
4.3.1 Descripción general……9
4.3.2 Morfología……..9
4.3.3 Distribución y hábitat……10
4.4 *Cladonia confusa*…….....10
4.4.1 Descripción general……10
4.4.2 Morfología……...…10
4.4.3 Distribución y hábitat……..…11
4.5 Preferencia de hábitat……11
4.5.1 Aspecto general……..11
4.5.2 Selección de hábitat en plantas……...12

4.5.3 Estudio de la selección de hábitat……...13
4.6 Sofware aplicado a preferencia de hábitat: HaviStat©……...14

5. OBJETIVOS…….15
5.1 Objetivo General…….15
5.2 Objetivos Específicos……..15

6. MARCO METODOLÓGICO……...……...15
6.1 Estudio pre-muestreo……..15
6.2 Muestreo…….16
6.2.1 Establecimiento de parcelas……16
6.2.2 Medición de frecuencia y cobertura……16
6.2.3 Datos complementarios……...18
6.2.4 Toma de muestras……...18
6.3 Identificación de muestras……..18
6.3.1 Identificación taxonómica en los morfotipos de líquenes y briofitos…….....18
6.4 Procesamiento y análisis de datos……...19

7. RESULTADOS……19
7.1 Cobertura y abundancia en diferentes sustratos……..20
7.2 Cobertura y abundancia en diferentes briofitos (Musgos y hepáticas)
7.2.1 Totalidad de morfotipos…….21
7.2.2 Nivel taxonómico de “FAMILIA”…….21
7.2.3 Nivel taxonómico de “GÉNERO”…….21
7.2.4 Nivel taxonómico de “ESPECIE” …….22
7.3 Cobertura y abundancia en diferentes briofitos (Musgos y hepáticas)……...……22
7.3.1 *Leptogium azureum*……23
7.3.2 *Cladonia confusa*……...25
7.4 Preferencia respecto a los diferentes tipos de sustrato……27
7.4.1 *Leptogium azureum*……28
7.4.2 *Cladonia confusa*……...29

7.5 Datos adicionales……30
7.5.1 Descripción del paisaje……..30

8. ANÁLISIS DE RESULTADOS……...31
8.1 Preferencia de hábitat: *Leptogium azureum*……31
8.2 Alteración en el cobertura y distribución: *Leptogium azureum*……...…...32
8.3 Preferencia de hábitat: *Cladonia confusa*……...33
8.4 Alteración en la cobertura y distribución: *Cladonia confusa*……..…...34

9. CONCLUSIONES……35
10. BIBLIOGRAFÍA……...….36
11. ANEXOS……46

1. RESUMEN

En Colombia, un gran número de ecosistemas vegetales se hallan en constante peligro, tanto por amenazas biológicas globales (calentamiento global y cambio climático) como por el efecto de la falta de regulación en las actividades de carácter antrópico en el país. Dentro de los organismos asociados a tales ecosistemas afectados se encuentran los líquenes, los cuales son un componente muy importante de la biodiversidad, así como en el suministro de servicios ecosistémicos, ya que por su sensibilidad a contaminantes son útiles como bio-indicadores, además de ser fuente de alimentación para animales e insectos. Dada su importancia se hace necesario garantizar la supervivencia de los líquenes a futuro por medio del conocimiento de la preferencia de hábitat y del uso que estos hacen de los diferentes recursos en los ambientes que ocupan. Esto permitiría comprender cómo se lleva a cabo el establecimiento y permanencia de los líquenes en un ecosistema determinado y en consecuencia predecir los cambios en la estructura y crecimiento de sus poblaciones basado en las características de un paisaje intervenido. El objetivo del presente trabajo fue de caracterizar la influencia de diferentes sustratos, en especial el muscícola y los diferentes géneros que lo conforman, en la selección de hábitat de *Cladonia confusa* y *Leptogium azureum,* dos líquenes muscícolas típicos de los bosques alto-andinos. Para ello se utilizaron las pruebas estadísticas del programa HaviStat© basadas en índices matemáticos sobre preferencia de hábitat y uso de recursos, que aplica a muchos organismos. Se tomaron datos en campo de frecuencia y cobertura de las especies *Cladonia confusa* y *Leptogium azureum* respecto a los diferentes géneros de briófitos utilizados como sustrato. Dichos datos fueron procesados en el programa para así poder caracterizar la posible preferencia de hábitat por parte de dichas especies. Los resultados obtenidos demuestran que *Cladonia confusa* tiene más distribucion y abundancia en los musgos *Hypnum* y *Macromitrium* a pesar de presentar una fuerte preferencia por los géneros *Brachymenium, Brachythecium* y *Macromitrium* en el sustrato muscícola. Mientras en el caso de *Leptogium azureum* este tuvo una mayor cobertura, abundancia y preferencia sobre las hepáticas del género *Jubula* a pesar de mostrar preferencia hacia el sustrato cortícola. Se asumió que *Cladonia confusa* abunda y se establece más en *Hypnum* debido a que este puede tolerar sus efectos alelopáticos, mientras los géneros de su preferencia *Brachymenium, Brachythecium* y *Macromitrium,* no. En cuanto a *Leptogium azureum,* se plantea que su preferencia hacia

Jubula es porque al parasitarla obtiene sustancias bioquímicas útiles para su supervivencia, aunque en un ambiente optimo haya más probabilidad que prefiera establecerse en la sola corteza. Se concluyó que a pesar de que haya evidencias de la preferencia de una especie de liquen hacia un atributo biológico, siempre habrá otros factores en el ecosistema que pueden alterar el establecimiento y cobertura de dichos individuos sobre esos parámetros. Se recomienda que se realicen más estudios respecto a la preferencia de hábitat de líquenes y briofitos con enfoque en su fisiología dentro de los bosques alto-andinos.

2. INTRODUCCIÓN

Según el Convenio de la Diversidad Biológica de 1992, las presiones sobre la diversidad biológica mundial continuarán aumentando y el estado de la diversidad biológica del planeta continuará en un constante deterioro (SCDB, 2014). Prestando un mayor enfoque hacia la situación de Colombia, su gran número de ecosistemas se hallan de igual forma en un constante peligro, no solo por las afectaciones globales, sino también por el efecto de actividades de carácter antrópico.

Dentro de dichos ecosistemas afectados se encuentran los líquenes. La existencia de este tipo de criptógamas mantiene un balance en la productividad y en el uso de recursos de los ambientes (McMullan, 2008; Favero & Piervittoria, 2010). Sus interacciones en los suelos (biocrusts) generan hotspots de actividad microbiana, protegen los suelos áridos de la erosión generada por el viento y también incrementan la capacidad de retención de agua, especialmente en ambientes paramunos, y contenido de nutrientes (Büdel *et al*, 2015).

Para mantener aquellos servicios ecosistémicos por medio del aseguramiento de la supervivencia de los líquenes a futuro, es necesario adquirir conocimiento acerca de su preferencia de hábitat y del uso de los diferentes recursos que encuentren en este (Mostajo, 2010). El hábitat suele ser específico para cada especie debido a que cada organismo depende de características particulares del entorno (Tessaro & Lopez, 2011). Cuando dicha heterogeneidad se deteriora, esto tiene implicaciones en cuanto a que se altera la preferencia y establecimiento de los organismos. Conocer las características bióticas y abióticas que precisan los líquenes al momento de su establecimiento es de utilidad para entender cómo se lleva a cabo la colonización y permanencia de los mismos en un

ecosistema determinado. Esto permitiría en consecuencia, predecir los cambios en la estructura y crecimiento de sus poblaciones basado en las características de un paisaje intervenido (Mostajo, 2010).

Para que un hábitat resulte benéfico en cuanto a la facilitación del desarrollo y propagación de los líquenes, este necesita ofrecer un sustrato específico que le sea útil para su anclaje y suministro de nutrientes. Los líquenes poseen la capacidad de establecerse en diferentes tipos de sustratos, entre estos, materia viva. Es así como los briofitos, en específico, interaccionan con las comunidades liquénicas desempeñando en unos casos el papel de cohesionantes y en otros, de soporte mecánico (Barreno & Perez, 2003), tanto así que se dan casos en los que existe especificidad de líquenes por su sustrato muscícola (During & Van Tooren, 1990). No obstante, debido a la diversidad de géneros de líquenes y briofitos que pueden relacionarse, no siempre se presentan las mismas asociaciones biológicas entre ambos organismos (ej. patogénica, parasítica, saprofita, comensal o ninguna), por lo cual no se tiene claridad de cómo esta interacción y sus variados efectos fisiológicos, pueden llegar a alterar la selección de hábitat en los líquenes (Favero & Piervittoria, 2010).

El objetivo del presente trabajo es el de caracterizar la influencia de diferentes sustratos, en especial el muscícola y los varios géneros que lo conforman, en la selección de hábitat de *Cladonia confusa* y *Leptogium azureum* en bosques alto-andinos.

3. JUSTIFICACIÓN

La preferencia de hábitat ha sido considerada importante para los estudios de conservación de líquenes, ya que es un concepto clave al momento de evaluar la tasa de supervivencia y colonización de una especie, ya sea bajo ciertas condiciones o en una zona determinada, especialmente durante o después de la perturbación de un ecosistema (Johansson, 2006). Se sabe que, en el momento de relacionarse con el medio, la naturaleza fisiológica pausada de los líquenes hace que los factores ecológicos ejerzan una gran influencia sobre ellos. Esto se relaciona principalmente con el sustrato, ya que la gran mayoría de líquenes muestran cierta preferencia por un sustrato en particular, lo que parece indicar que hay una dependencia estrecha del liquen con este tipo de factor (Barreron & Perez, 2003).

En el caso de los líquenes muscícolas, el concepto general establece que estos crecen sobre un musgo cuando este se encuentra en un ambiente de altas concentraciones de luz y baja humedad (During & Van Tooren, 1990; Sedia & Ehrenfeld, 2003). Sin embargo, se han generado dudas debido a las variadas respuestas liquénicas derivadas de estudios sobre las interacciones que se producen cuando diversos tipos de briofitos se hallan en el mismo hábitat del liquen. Como en algunos de estos estudios se presentan diferentes objetivos y aproximaciones experimentales, los resultados arrojados ofrecen datos aparentemente discrepantes creando una confusión respecto a las reacciones definitivas de los líquenes en cuanto a los diferentes briofitos que utilizan como sustrato en su ambiente (Favero & Piervittoria, 2010). Dado que dichas respuestas son clave para dilucidar la tasa de supervivencia, la interpretación de la selección de hábitat de los líquenes también se ve afectada dando como consecuencia que no se tenga seguridad en la actualidad respecto a los posibles efectos de los diferentes tipos de briofitos en la preferencia de hábitat por parte de los líquenes.

Según Acosta y Montenegro (2008), también ha existido un alto potencial de error en los estudios sobre preferencia de hábitat en geeral, ya que, al pretender identificarla a partir de medidas indirectas como el uso y la selección, no permite representar de manera fiable todas las necesidades ecológicas de una especie a lo largo de su ciclo de vida.

Dado lo anterior, se hace necesario generar información confiable y precisa respecto al uso de recursos bióticos y abioticos por parte de líquenes, como lo es los diferentes tipos de sustrato y así conocer con mayor seguridad los requerimientos específicos que forman parte en su proceso de preferencia de hábitat. De igual forma se estaría aportando conocimiento no solo referente al tema de selección de hábitat, sino también para la generación de posibles estrategias de conservación y sucesión ecológica en ecosistemas alto-andinos (Delgadillo & Cardenas, 2009).

4. MARCO TEORICO

4.1 Área de estudio

4.1.1 Descripción de la Reserva

La Reserva Biológica El Encenillo, propiedad de la Fundación Natura, se encuentra ubicada en el municipio de Guasca, en la vereda "La Trinidad", Departamento de Cundinamarca. Sus límites se encuentran entre las veredas Santa Helena de Guasca y Santa Ana Baja; entre los Municipios de la Calera y Sopo. Las coordenadas de ubicación constan de un rango entre un mínimo 73° 55' 12'' W, 4° 46' 48'' N y un máximo de 73° 54' W, 4° 48' N (Ramírez, 2009). Posee un área de 184 hectáreas y 7985 metros cuadrados distribuidos sobre la margen oriental de la Cordillera Oriental con una altura de entre los 2800 y 3200 msnm, con temperaturas que varían entre los 4 y 21 °C. Presenta cobertura de tipo bosque alto-andino que hace parte de la mega-cuenca del rio Orinoco y hace parte del territorio del Parque Nacional Natural Chingaza (Fundación Natura, 2015; Resolución 090, 2015).

La Reserva es de gran importancia biológica debido a que cumple con los tres objetivos de conservación del país: Asegurar la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos naturales, garantizar la oferta de bienes y servicios ambientales y garantizar buena parte de la permanencia del medio natural (Resolución 090, 2015). Dichas metas son llevadas a cabo a través de la protección del bosque alto-andino y su banco de especies, la concientización por medio del ecoturismo, la realización de investigaciones científicas dedicadas a la generación de nueva información y la creación de proyectos para la conservación y restauración de los distintos hábitats (Ramírez, 2009).

Con un área de 520000 metros cuadrados, las coberturas al interior de la reserva biológica y sus alrededores están compuestas por el gaque (*Clusia multiflora*), chusque (*Chusquea* sp.), granizo (*Hedyosmun bonplandranum*), ají de páramo (*Drimis granadencis*), encenillo (*Weinmania* sp.), Tuno (*Miconia* sp.) y laurel (*Myrica parvitlora*) (Ramírez, 2009; Resolución 090, 2015) Según Ramírez (2014) existe una cantidad de 54 especies y 27 géneros de líquenes en la Reserva El Encenillo. Siendo los más diversos en el área *Hypotrachyna*, *Parmotrema*, *Sticta* y *Usnea*.

En la Figura N°1 se presenta el mapa que describe la forma y tamaño de la Reserva El Encenillo, junto a la distribución y los usos del suelo que esta maneja.

4.1.2 Senderos

Para su exploración y educación ambiental, El Encenillo posee seis senderos demarcados, los cuales cuentan con una longitud promedio de 3000 m^2 y una variación en la altura que va desde los 3000 a los 3200 metros sobre el nivel del mar (msnm). Su distribución abarca gran parte del territorio de la reserva, lo cual permite observar el bosque alto-andino en su totalidad. De acuerdo a la información adquirida por las visitas al Encenillo y el trabajo de grado de Bonilla y Romero (2016), los siguientes son los senderos de La Reserva El Encenillo: Sendero Van Der Hammen, Sendero Cosumbo (longitud de 2900 metros y una altura aproximada de entre 3015 a 3125 msnm), Sendero Mirador, Sendero Colibrí (longitud de 3800 metros y una altura aproximada de entre 3012 a 3232 msnm), Sendero Orquídeas (longitud de 3500 metros y una altura aproximada de entre 3012 a 3250 msnm) y Sendero el Horno (presencia de bosque primario y secundario) (Bonilla & Romero, 2016).

En la Figura N°2 se encuentra el mapa que muestra la organización y terreno que ocupan los senderos en la totalidad de la reserva.

4.2 Líquenes

4.2.1 Descripción general

Los líquenes como parte de las criptógamas, son organismos complejos cuyos cuerpos vegetativos (talos) son el resultado de asociaciones simbióticas cíclicas entre al menos, un hongo heterótrofo (micobionte) y un organismo fotosintético (fotobionte), unicelular o cenobial. Los talos liquénicos presentan gran originalidad morfológica, fisiológica, adaptiva y reproductiva, constituyendo uno de los mejores innovadores simbio-específicos (Barreno & Perez, 2003).

4.2.2 Reproducción

El estado reproductivo del liquen es basado en las estrategias biológicas que originalmente poseen los individuos que lo conforman. El hongo es capaz de reproducirse sexualmente y producir esporas, mientras el alga, por otro lado, se reproduce solamente de forma asexual. Las estructuras reproductoras del hongo se denominan ascomas, siendo los apotecios los tipos más comunes, reconociéndose por presentar una forma de pequeño disco o plato, en su interior se encuentran las esporas. Una vez las esporas germinan, encuentran las células del alga adecuada y luego se da lugar a la formación de un nuevo liquen (Cubas *et al*, 2010). Como estructuras de reproducción asexual los líquenes pueden presentar estructuras especializadas llamadas isidios o soredios, caracterizados por exhibir apariencia protuberante y contener a los simbiontes involucrados. Estos al desprenderse y ser transportados a otro sitio, dan lugar a la regeneración del talo formando así un nuevo liquen (Ramírez, 2009; Judkevich *et al*, 2012).

4.2.3 Morfología

El estudio de los líquenes se basa en reconocer las características de los talos. A nivel interno estos consisten de varias capas con apariencia de tejidos, los cuales se disponen entre una corteza superior y una inferior. La mayoría presenta una corteza externa donde se suele ubicar el fotobionte, y una interna denominada "medular", es propia del micobionte (Coutiño & Montañez, 2000).

Los talos también se clasifican con base a su aspecto externo y estructuras de fijación al sustrato. Los estados más generalizados son los crustáceos, foliosos, fruticulosos y gelatinosos (San & Marín, 2003). También se pueden encontrar talos dimórficos (líquenes conformados por dos talos), uno primario u horizontal que se encarga de la adherencia al sustrato y uno secundario o vertical que produce los cuerpos fructíferos (Judkevich *et al*, 2012).

4.2.4 Hábitat y sustratos

En condiciones naturales, los líquenes crecen sobre sustratos biológicos o materiales antropogénicos. Los sitios orgánicos en donde se ha registrado crecimiento liquénico son:

el suelo (terrícolas), rocas (saxícolas), cortezas vegetales (corticícolas o epifitos), hojas (folícolas) y musgos (muscícola). De igual forma, la gama de sustratos artificiales es muy amplia, se ha observado su desarrollo en vidrio, lámina, plástico, cerámica y asbesto, entre muchos otros materiales (Campos *et al*, 2014). Los líquenes pueden ser considerados como extremistas por su presencia en hábitats que son adversos para muchas otras formas de vida. Su distribución alberga desde los desiertos más secos y cálidos hasta las zonas glaciares más frías. No obstante, algunas especies de líquenes son muy sensibles a presiones ambientales como la radiación solar, la sequía, el calor, el congelamiento y los cambios abruptos producidos por la contaminación atmosférica y la deforestación (Campos *et al*, 2014).

4.2.5 Diversidad y distribución

En el mundo existe un total de 13500 especies de líquenes (las cuales pueden llegar a 20000 si se tienen en cuenta los hongos formadores de líquenes), ocupando el 20% de todos los hongos existentes y 40% de los pertenecientes al filo Ascomycota. De los sitios destacados por su abundancia, están los desiertos, las regiones árticas y las antárticas (Blackwell, 2011). La zona tropical también está representada por su alta diversidad de líquenes, sin embargo, gran cantidad de estos aún son desconocidos. Según Feuerer & Hawksworth (2007) se estima que el 50% de la mycobiota liquénica de los trópicos aún no ha sido propiamente descubierta.

Colombia es uno de los países con mayor diversidad de líquenes, con aproximadamente 1674 especies según el Catálogo de plantas y líquenes de Colombia (2015), representados en 70 familias, 220 géneros y 15 órdenes, la mayoría de crecimiento folioso y fructiculoso (Ramírez, 2009).

4.2.6 Importancia biológica y ecológica

Dentro de las coberturas vegetales, los líquenes son un componente muy importante de la biodiversidad y en la contribución de servicios ecosistémicos en todo tipo paisajes (Büdel *et al*, 2015). La existencia de este tipo de organismos mantiene un balance en la

productividad y en el uso de recursos de los ambientes ya que ocupan diferentes sustratos tales como tierra, madera y arena (McMullan, 2008; Favero & Piervittoria, 2010).

Los líquenes son importantes para sostener la vida animal, algunos mamíferos entre los que destacan ovinos, caprinos, cérvidos y bóvidos se alimentan de ciertos ejemplares que cubren grandes extensiones de suelo (*Cladonia*). También constituyen parte de la dieta y un albergue exitoso para gusanos, insectos, arácnidos, ácaros y moluscos (Barreno & Pérez, 2003; Coutiño & Montañez, 2000). Otra participación que tienen los líquenes en interacciones ecológicas es con bacterias que estos contienen en sus talos. Distintos estudios genéticos han descubierto que los líquenes son excelentes hotspots para diferentes familias de bacterias como ACETOBACTERACEAE y BRUCELLACEAE además del género *Methylobacterium* (Grube *et al*., 2012; Hodkinson & Lutzoni, 2009).

Estudios realizados en nuestro País han demostrado su importancia en cuanto a que favorecen la permanencia y la renovación de los bosques ya que retienen y reintegran parte del agua que incide en el ambiente y actúan como factor de control en la conformación del dosel (Aguirre & Rangel, 2007). Además, presentan gran validez al momento de documentar el estado de conservación de los remanentes de bosque, gracias a su sensibilidad ante los cambios en la estructura y/o la fragmentación de los mismos (Rincón *et al*, 2011).

4.3 *Leptogium azureum*

4.3.1 Descripción general

Leptogium azureum (Sw. ex Ach.) Mont. Como esta en la Figura N° 3 de los anexos, es un liquen de talo sencillo de tipo gelatinoso reconocido por tener el talo verde-azulado sin isidios y con apotecios de color rojizo a anaranjados (Flechtenbilder, 2013).

4.3.2 Morfología

Leptogium azureum se encuentra principalmente constituido por dos organismos: hongos ascomicetes y cianobacterias del género *Nostoc*. Tallo grisáceo claro a gris casi oscuro en estado seco, oliva cuando está húmedo, folioso, adnato y delgado (Bungartz, 2008). Posee una medula sin capas ya que su corteza externa está conformada por un solo manto de células isidiodiametricas, mientras la capa inferior consta de ricinas y discos de fijación

irregulares. Posee apotecios laminares a marginales además de unas ascosporas que permanecen sin color y constitución ovoide, septadas y muriformes. Finalmente, los picnidios son lamínares baciliformes con conidios descoloridos y simples (Jayalal *et al*, 2014).

4.3.3 Distribución y hábitat

Las especies pertenecientes al género *Leptogium* se encuentran distribuidas mayormente en el trópico y las regiones templadas (Jayalal *et al*, 2014). *Leptogium azureum* no es una excepción, se extiende principalmente en regiones del norte y sur de America, en Australia, Asia y África como se puede observar en la Figura N° 4 (CNALH, 2016).

Según el catálogo de plantas y líquenes de Colombia de la Universidad Nacional (2015), Leptogium *azureum* tiene una distribución geográfica en Colombia bastante amplia, ocupando alturas de 1200 a 4250 msnm, encontrada en departamentos como Antioquia, Arauca, Boyacá, Caldas, Cauca, Chocó y Cundinamarca.

El hábitat comprende zonas al interior del bosque, con elevaciones bajas a altas, micro-sitios sombreados a semi-abiertos y en particular sitios con elevada humedad ambiental (Rincón *et al*, 2011; Quilhot *et al*, 2010). Es común encontrar esta especie creciendo en la corteza de árboles o arbustos ya sean vivos o muertos, muy raramente en suelos u hojas (Bungartz, 2008).

4.4 *Cladonia confusa*

4.4.1 Descripción general

Cladonia confusa R. Sant (1942), como se presenta en la Figura N° 5, exhibe un talo verde amarillento, con una longitud entre los 6-12 cm. La ramificación del podecio es isotoma, es decir, con grosor similar, y a la vez dicótoma o tetracotoma, ósea que puede llegar a ramificarse en dos o cuatro ramas (Burgartz, 2013; Zapata & Vela, 2008).

4.4.2 Morfología

El hongo pertenece al Phylum Ascomycota, mientras que el fotobionte es un alga del género *Asterochloris*. Presenta un talo de tipo compuesto el cual está conformado por un

talo primario que puede ser escamuloso o costroso, en contraste al talo secundario que únicamente es fruticoso, comúnmente denominado podecio (Burgaz & Martín, 2012). La fracción fruticosa tiene formas tridimensionales que han sido descritas como arbustivas o fibrosas. El podecio es hueco, muy ramificado, capaz de atrapar las algas que se encuentren en el viento y generar los apotecios en su parte superior. Sus ramificaciones son densas, con un rango de 4 hasta 12 cm de altura y 0,06-0,18 cm de ancho (Munger & Gregory, 2008). Todas las especies registradas de *Cladonia* contienen alrededor de 60 metabolitos secundarios diferentes cuya naturaleza química es variada, en el caso de *Cladonia confusa*, es reconocida por albergar ácido usneico en su generación de metabolitos (Ranković, 2014).

4.4.3 Distribución y hábitat

Aunque el género *Cladonia* es reconocido por ser de distribución cosmopolita cuya mayor cantidad de población se registra en el hemisferio Norte (CNALH, 2016; Woodin & Marquiss, 1997), *Cladonia confusa* se encuentra mayormente distribuida en zonas tropicales tal cual lo muestra la Figura N°6 (Archer, 1992; GBIF,2015). En Colombia se encuentra reportado por el catálogo de líquenes y plantas de la Universidad Nacional, dentro de un rango de elevación de 1280 - 4000 msnm, con una amplia distribución desde Pasto hasta el Maracaibo (Sipman & Aguirre, 2015).

Cladonia confusa se puede encontrar con un hábito de crecimiento terrícola, saxícola o muscícola. Preferiblemente en sitios abiertos o expuestos, en ambientes secos se halla normalmente conviviendo con a una población de musgos. Su hábitat más común es en páramos y subparamos (Campos et al, 2008; Burgaz & Marín, 2012).

4.5 Preferencia de hábitat

4.5.1 Aspecto general

La supervivencia de los organismos en un hábitat depende de muchos factores, entre los cuales se encuentra la respuesta ecofisiológica a las condiciones bióticas y abióticas que dicho lugar exponga. Como la mayor parte de seres vivos dependen de requerimientos estrictos, lo más común es encontrar especies que se puedan establecer en ciertos ambientes

y en otros no. Lo que implica que existe una selección de hábitat por parte de los organismos al momento de cumplir dichos requisitos (Sánchez *et al*, 2003).

La selección de hábitat se da como respuesta de una especie a la heterogeneidad de un ambiente, como consecuencia, esta no ocupa todo su límite potencial (la capacidad máxima de distribución y crecimiento), aunque sea biológicamente capaz de hacerlo, si no que depende de los efectos provocados por las características de dicho ecosistema en su reproducción y tasa de supervivencia (Campbell & Reece, 2007). Al momento de estudiar la selección de hábitat, factores bióticos y abióticos se tienen en cuenta ya que estos dictan la selección en si para los organismos (Fujisaki & Hart, 2016). Estos por su parte, hacen lo que se denomina como "el uso de recursos", lo cual se conoce como una consecuencia típica de la selección de hábitat. Consiste en la utilización de unos recursos de forma asimétrica sobre otros por parte de cada individuo de la población de la especie entre diferentes ambientes, de una forma no aleatorizada. De esta forma es posible distinguir para una especie dentro de un ecosistema sus posibles hábitats potenciales (Acosta & Montenegro, 2008).

La selección de hábitat es un concepto frecuentemente discutido en la ecológica de paisajes, de poblaciones y evolutiva, además de ser una parte vital en la conservación de hábitat y especies (Fujisaki & Hart, 2016).

4.5.2 Selección de hábitat en plantas

Desde sus orígenes, la selección de hábitat ha basado mayormente el enfoque de sus estudios en los animales, ya que dadas sus características etológicas los procesos involucrados son más evidentes. Sin embargo, entre las plantas también hay procesos de selección de hábitat que son sumamente importantes (Sanchez *et al*, 2003). Al igual que los animales, las plantas también se ven expuestas numerosas veces a las condiciones espaciales y temporales de la heterogeneidad de hábitat. Aun así, a diferencia de los animales, la selección es mayormente realizada por el hábitat, que por la misma planta. Debido a su incapacidad para movilizarse una vez establecidas, el hábitat posee las características para que se determine por medio de selección natural, cuáles especies vegetales pueden permanecer y reproducirse, y cuáles no. En el caso de una especie

vegetal, el germinar en un ecosistema que no presente los recursos que necesita para crecer significa por ende una zona no habitable (Bazzaz, 1991).

En el caso de la flora liquénica, esta varía en función de la situación geográfica, el macroclima, las características del sustrato y de la influencia que ejercen los otros seres vivos del territorio donde se encuentran. En situaciones específicas cuando el macroclima no es tan restrictivo, se incrementa la sensibilidad conforme a la composición del micro-hábitat, ya que una pequeña modificación debida a la heterogeneidad del sustrato y el clima en un área limitada, puede llevar a un cambio importante en la composición, mantenimiento o aparición de flora en los líquenes (Barreno & Perez, 2003; Mateus, 2011). Gran parte de los estudios sobre la preferencia de hábitat en líquenes al interior del trópico y más específicamente en Colombia, son acerca de la preferencia de forofito para líquenes epifitos y como los diferentes tipos de corteza afectan su distribución (Hawksworth *et al*, 2005; Rincón, 2011; Estrabou, 2007). La mayor parte de información sobre la selección de hábitat en líquenes lastimosamente se encuentra sesgada, contando con solo datos muy generalizados respecto a estos organismos. Existen estudios sobre preferencia de habitad en cuanto a varios sustratos, pero aun así esta información se encuentra muy reducida, lo cual sugiere la elaboración de más estudios al respecto (Pinzón, 2006).

4.5.3 Estudio de la selección de hábitat

Al momento de registrar la selección de hábitat, uno de los pasos más importantes es la búsqueda y observación de asociaciones de la especie con uno o más recursos del hábitat, sin embargo, para que la investigación tenga éxito se debe procurar no concluir directamente que una asociación observada es lo mismo a la preferencia del organismo hacia dicho recurso. Para evitar esto, se debe usar una metodología lo menos simplista posible, basada en la elaboración de controles adecuados, mediciones detalladas y utilización de escalas de observación, esto con el objetivo de evitar confusiones al momento de hacer las interpretaciones de los datos (Underwood, 2004). Dichos análisis se han llevado a cabo durante décadas por medio del diseño y perfeccionamiento de métodos estadísticos basados en evaluaciones matemáticas para los datos observados tales como índices, intervalos de confianza y pruebas estadísticas de bondad de ajuste, entre otros (Acosta & Montenegro, 2008).

4.6 Sofware aplicado a preferencia de hábitat: HaviStat©

Es un programa matemático creado en el 2008 por Acosta y Montenegro, para facilitar el análisis estadístico de los datos procedentes de estudios acerca del uso de un recurso por un grupo de individuos. Es una de las herramientas más completas que se han diseñado en la actualidad para brindar elementos gráficos, matemáticos, estadísticos (jerarquizados) y bibliográficos sobre la temática de preferencia de hábitat.

HaviStat© utiliza distintas ecuaciones matemáticas conocidas como "Índices" los cuales son de gran utilidad al momento de analizar estadísticamente los datos de campo sobre preferencia de hábitat y uso de recursos por parte de una especie en un ecosistema (Acosta & Montenegro, 2008). Los índices en este programa se dividen en 3 grupos:

- Índices de preferencia, que permiten inferir si una especie está prefiriendo o evitando un determinado hábitat, recurso o condición (15 en total).

- Índices de amplitud de nicho, que permiten inferir qué tan uniformemente están siendo usados los recursos o hábitat (4 en total).

- Intervalos de confianza de amplitud de nicho, que permiten inferir qué tan uniformemente están siendo usados los recursos o hábitat (2 en total).

Los últimos dos grupos conformados, se especializan en estadística de diseño experimental como:

- Intervalos de confianza de preferencia, que permiten inferir si una especie está prefiriendo, usando o no usando un determinado hábitat, recurso o condición (2 en total).

- Estadísticos en general como por ejemplo error estándar y evaluación de tamaño de muestra (4 en total).

5. Objetivos

5.1 Objetivo General

Caracterizar la preferencia de hábitat de *Cladonia confusa* y *Leptogium azureum* en un bosque alto-andino dentro de La Reserva Biológica Encenillo, Guasca, Cundinamarca.

5.2 Objetivos Específicos

- Describir los cambios que afectan la cobertura y abundancia de las especies *Cladonia confusa* y *Leptogium azureum* derivados de los sustratos y los géneros de briofitos que estos ocupan en el bosque alto-andino.

- Caracterizar la afinidad de preferencia de los líquenes *Cladonia confusa* y *Leptogium azureum* hacia los tipos de sustrato y géneros de briofitos que fueron usados por estos como sustrato en el bosque alto-andino.

6. MARCO METODOLOGICO

6.1 Estudio pre-muestreo

A principios de Agosto del 2016 se realizó una visita preliminar a la Reserva Biológica El Encenillo con el fin de buscar e identificar los líquenes muscícolas utilizados en este trabajo, además de asegurar que hubiera un número suficiente de individuos en el ecosistema para aseverar la viabilidad del proyecto.

Se decidió trabajar con una especie de cada uno de los siguientes géneros de líquenes: *Cladonia* Hill ex Browne y *Leptogium* (Ach.) Gray.

6.2 Muestreo

Se trabajó en los bosques alto-andinos y de subparamo de cinco senderos de La Reserva, los cuales se citan a continuación: Van Der Hammen, Cosumbo, Mirador, Colibrí y Orquídeas.

Como la distribución de los individuos del morfotipo de *Leptogium* era escaza y no se encontraron individuos del morfotipo de *Cladonia* en la totalidad de senderos establecidos, se realizó un muestreo *ad libitum*, el cual consistió en observar minuciosamente cada uno de los senderos y situar las parcelas en los puntos específicos donde se encontraran más de tres individuos del morfotipo perteneciente a alguno de los géneros preestablecidos de liquenes, sin importar su tipo de sustrato en específico (muscícola, terrícola, cortícola, etc.).

Además de la presencia de los morfotipos, se agregó como criterio que las áreas seleccionadas también fueran accesibles en el sentido de que la altura a nivel de suelo, la inclinación, el terreno o la espesura de la vegetación no fueran un impedimento en el momento de la toma los datos.

6.2.1 Establecimiento de parcelas

A lo largo de los cinco senderos observados, se hizo la búsqueda de los morfotipos liquénicos tanto a nivel del suelo como en árboles y arbustos, a una distancia de 20 cm hasta 40 metros al interior de bosque desde el camino principal. Se establecieron parcelas en cada uno de los sitios encontrados que cumplían con los criterios previamente establecidos. Las parcelas contaban con un área de 2 x 2 metros para delimitar el lugar de estudio y cada parcela se subdividió al mismo tiempo con transectos de 1 m^2 con ayuda de un cuadrado hecho con cuatro tubos de pvc de 100 centímetros de longitud cada uno y dos centímetros de diámetro, el cual se puede observar en la Figura N°7.

6.2.2 Medición de frecuencia y cobertura

Para los datos de cobertura del morfotipo del género *Leptogium*, se implementó la técnica de Iwatsuki (1960). Se utilizaron unas plantillas de acetato de 22 x 18 centímetros con trama cuadriculada de 1.5 cm^2 de área cada cuadro (Figura N°8). Como se puede detallar en Figura N°9, estos se ubicaban en la parte superior del líquen y cada cuadro ocupado por el mismo representaba 1 de 100% de la totalidad de cuadros (154). Al final de la medición se obtenía un porcentaje de cobertura por cada uno de los líquenes muestreados, el cual fue posteriormente transformado en cm^2.

Al momento de muestrear la frecuencia, por medio de la observación se contaba uno por uno cada individuo que mostrara las características físicas del morfotipo establecido y que su talo liquénico proviniera de un solo punto de fijación.

Para los datos de cobertura del morfotipo del género *Cladonia*, como ocupaba grandes terrenos debido a su distribución en colonias, se utilizó el transecto de 1 m^2 hecho con tubos de pvc, en forma de cuadrícula. Se le amarraron cabuyas cada 20 cm en cada uno de los tubos, con un color rojo llamativo para facilitar su visibilidad cuando estuviera entre la vegetación. El resultado se puede ver en la Figura N° 7: una cuadrícula de 5 x 5 cuadros, cada uno con 20 cm^2 de área. Como Se puede ver en las Figuras N° 10 y 11, se utilizó la misma técnica de Iwatsuki (1960), se ubicó la cuadrícula sobre las colonias y luego se tomó el dato de cobertura dependiendo de cuanto porcentaje se presentó conforme al número de cuadros ocupados por la colonia observada.

En el muestreo de la frecuencia del morfotipo de *Cladonia*, sin importar que tan grande fuera el grupo encontrado, se hizo el conteo de cada individuo cuando este mostraba las características físicas del morfotipo establecido y su talo liquénico provenía de un solo punto de fijación. En el anexo N°12 se encuentra la imagen que se usó como guía para diferenciar el talo de cada uno de los individuos.

Luego de tomar la cobertura y frecuencia de los líquenes, se continuó con la muscícola que se encontrara como sustrato de los mismos. Esta se reconoció por crecer alrededor de los líquenes, mostrar esporofitos y/o gametofitos creciendo por encima del talo principal y porque al levantar levemente la capa inferior de los líquenes, se podían diferenciar pequeños gametofitos en desarrollo.

Para tomar la cobertura de los musgos que se presentaban como sustrato, se utilizó la misma estrategia de Iwatsuki (1960) y se implementaron las mismas cuadrículas, pero contando el número de cuadros que ocupaban cada uno de los diferentes morfotipos de musgos hallados. Se contaban también los cuadros ocupados por los líquenes suponiendo que la capa muscícola continuaba bajo estos. El uso de la cuadrícula en acetato o la de tubos de pvc dependía de bajo cual tipo de liquen se encontrará el musgo.

De igual forma se llevaron a cabo los registros de los líquenes en los tipos de sustrato diferentes al muscícola. Además de la frecuencia y la cobertura, se midió el área ocupada por los sustratos dentro del transecto.

6.2.3 Datos complementarios

Como datos adicionales para el enriquecimiento del proyecto, se tomó información sobre tres condiciones específicas de los sitios estudiados: Tipo de ecosistema, cantidad de capa vegetal (Según la guía de Laguna, 2012) y presencia de intervenciones humanas.

También se realizaron registros fotográficos de los sitios muestreados con una cámara marca CANON Powershot A490.

6.2.4 Toma de muestras

Se tomaron muestras de entre 5 a 15 cm de diámetro de los morfotipos de líquenes y todos los briofitos en los que estos fueron encontrados. Se extrajeron fácilmente por remoción manual, se introdujeron en bolsas de papel craft de 10 x 5 cm (una para cada muestra), y finalmente fueron almacenadas en un contenedor de plástico para su transporte.

6.3 Identificación de muestras

6.3.1 Identificación taxonómica de los morfotipos de líquenes y briofitos

El reconocimiento taxonómico a nivel de Familia y Género de los dos morfotipos de líquenes se logró a través de la observación de caracteres morfológicos en campo, los cuales fueron posteriormente confirmados en el Herbario de la Pontificia Universidad Javeriana.

Para la identificación de los líquenes y briofitos colectados se utilizaron distintos equipos y herramientas de laboratorio como el micro y estereoscopio, laminas, laminillas, placas de Petri, además de materiales de disección (Figura N°13). Las claves taxonómicas a nivel de Familia y Género de Churchill & Linares (1995), además de la información encontrada en los siguientes libros especializados: “Santa María: Líquenes, Hepáticas y Musgos. Serie de guías de campo del Instituto de Ciencias Naturales No. 3*”* (Campos *et al*., 2008), “Hongos

liquenizados*"* (Chaparro & Aguirre, 2002) y "Guía ilustrada de los briofitos del paque Arví (Piedras Blancas)" (Parra *et al*, 1999).

En los casos que fueron posibles, las muestras de briofitos se identificaron a nivel de especie con ayuda del libro de Parra *et al*. (1999), y para las especies de los líquenes se usó el "Catálogo de plantas y líquenes de Colombia" (Sipman & Aguirre, 2015).

En el caso de los líquenes fue necesario asistir el proceso mediante el uso de distintas pruebas químicas de identificación, tales como la prueba C (hipoclorito de sodio), prueba P (parafenilidiamina) y prueba K (hidróxido de potasio).

6.4 Procesamiento y análisis de datos

Finalmente, para el análisis y discusión de datos se utilizó la herramienta computacional colombiana HaviStat© Versión 2.0 (2013), la cual permite evaluar eficientemente la preferencia de hábitat de una especie. Se utilizaron cuatro índices denominados por el mismo programa como los más importantes debido a su alta afinidad en los resultados y un estimado de error menor respecto a los otros índices (Acosta & Montenegro, 2008). Dichos cuatro índices se dividieron en dos grupos: uno sobre el uso de recursos y preferencia de hábitat en el que están el Índice de selectividad de Ivlev y el Alpha de Manly (1972), y el segundo sobre análisis estadísticos en el que se encuentra el Test de Duncan y los Intervalos de confianza de Bailey.

Los resultados como tal se enfatizaron en los datos presentados por el Test de Duncan y los Intervalos de confianza de Bailey, ya que estos están confirmados como los Índices más estadísticamente exactos del programa (Acosta & Montenegro, 2008).

Los datos obtenidos en campo se ingresaron a la plantilla principal del programa de tal forma que la cobertura en cm^2 de los diferentes sustratos y los diferentes briofitos encontrados como sustrato fuera la variable independiente y la frecuencia o cobertura de los líquenes *Cladonia confusa* y *Leptogium azureum* que se encontraron sobre estos, como variable dependiente.

7 RESULTADOS

Se obtuvieron ocho morfotipos de briofitos como posibles sustratos para el establecimiento y cobertura de *Leptogium azureum* y *Cladonia confusa*. De los ocho mencionados cuatro de

los morfotipos corresponden a sustratos de *Leptogium azureum* y siete a *Cladonia confusa*. De la identificación de dichos morfotipos resultaron seis familias, ocho géneros y dos especies. Así también, se encontraron individuos de ambas especies de líquenes en sustratos diferentes al muscicola, 148 de *Leptogium azureum* en sustrato cortícola y 20 de *Cladonia confusa* en sustrato terrícola.

7.1 Cobertura y distribución en diferentes sustratos

Durante el desarrollo del estudio de *Leptogium azureum* en campo, este fue observado no solo en sustrato muscícola epífito, sino también en la sola corteza de árboles y arbustos, por esta razón, se elaboraron comparaciones de frecuencia y cobertura entre los dos tipos de sustrato en los que fue avistado: cortícola y muscícola.

En la Figura N°14 de los anexos, el sustrato muscícola arrojó una cantidad de 320 individuos, mientras el sustrato cortícola un total de 148, con una clara diferencia entre ambos sustratos, *Leptogium azureum* evidencia un mayor número de individuos cuando este se halla sobre una capa muscícola en La Reserva El Encenillo.

Para el caso de la cobertura de *Leptogium azureum*, arrojaron una diferencia similar a la de frecuencia (Figura N°15). Por su parte, el sustrato cortícola medido en total fue de 2600 cm^2 y el sustrato muscícola de 7032 cm^2. La cobertura en sustrato muscícola demostró una cantidad mayor a la observada en la cobertura en sustrato cortícola, lo cual significa que la cobertura de *Leptogium azureum* también es mayor en sustrato muscícola respecto al cortícola en el fragmento de bosque alto-andino observado.

A diferencia de *Leptogium azureum,* los datos de cobertura y frecuencia de *Cladonia confusa,* entre el sustrato terrícola en el que este se encontraba ocasionalmente y el sustrato muscícola, arrojaron una diferencia numérica bastante evidente. Como se observa en la tabla de la Figura N°16 de los anexos, la cantidad de individuos de *Cladonia confusa* en el sustrato muscícola a nivel de suelo es quinientas veces mayor a los encontrados en sustrato terrícola (Suelo desnudo). En cuanto a la cobertura de los individuos de Cladonia en sustrato terrícola, no alcanza la centésima parte de lo que crecen en sustrato muscícola en la totalidad del fragmento de bosque. Lo cual evidencia que la composición de *Cladonia*

confusa en cuanto a cobertura y abundancia, es mucho mayor en el sustrato muscícola que cuando se establecen en el suelo desnudo de la Reserva.

7.2 Cobertura y distribución en diferentes briofitos (Musgos y hepáticas)

7.2.1 Totalidad de morfotipos

Para demostrar el grado de ubicuidad de los líquenes estudiados, la siguiente es la lista total de géneros que se hallaron como sustrato para *Cladonia confusa* y *Leptogium azureum*, incluyendo aquellos que fueron descartados por presentar una cantidad de mínima de datos para ser procesados por el programa.

- *Cladonia confusa*: *Hypnum, Frullania, Jubula*, *Macromitrium*, *Brachymenium, Entodon, Herbertus* y *Sematophyllum.*
- *Leptogium azureum*: *Hypnum, Macromitrium, Herbertus, Meteorium*, *Meteoridium* y *Plagiochila*. *Jubula* y *Sematophyllum* presentaron dos morfoespecies cada una (Figuras N° 69 a 72).

7.2.2 Nivel taxonómico de "FAMILIA"

De acuerdo a las Figuras N°17 y 18 la familia JUBULACEAE presentó mayor frecuencia y cobertura (228 ind.; 5184 cm^2) para el liquen *Leptogium azureum*, seguido de SEMATOPHYLLACEAE (107 ind.; 2640 cm^2) y luego ORTHOTRICHACEAE (95 ind.; 2228 cm^2).

Para el caso de *Cladonia confusa*, como se puede observar en las Figuras N°19 y 20, HYPNACEAE (7047 ind.; 247427 cm^2) y ORTHOTRICHACEAE (3739 ind.; 105650 cm^2), presentan la frecuencia y cobertura de mayor número a diferencia de las familias restantes las cuales no evidencian una cantidad significativa en la gráfica.

7.2.3 Nivel taxonómico de "GÉNERO"

De forma similar a lo observado en las gráficas de familias, la hepática foliosa (*Jubula)* arrojó mayor frecuencia y cobertura (228 ind.; 5184 cm^2) para el líquen *Leptogium*

azureum, seguido de Sematophyllum (107 ind.; 2640 cm^2), y *Macromitrium* (95 ind.; 2228 cm^2) (Figuras N° 21 y 22).

Respecto a *Cladonia confusa*, como se puede observar en las Figuras N°24 y 26 en los anexos, *Hypnum* y *Macromitrium* representan las coberturas y frecuencias de mayor número a tal punto que se necesitó hacer graficas aparte para poder observar las barras de datos de los géneros restantes. *Hypnum* mostró una cobertura de 247427 cm^2 y una frecuencia de 7047 ind., mientras *Macromitrium* alcanzó una cobertura de 105650 cm^2 y una frecuencia de 3739 ind.

7.2.4 Nivel taxonómico de "ESPECIE"

Entre los ocho géneros de briofitos observados, se logró identificar dos especies: *Hypnum* cf. *amabile* y *Entodon* cf. *gracilisetus*. Es así como en las Figuras N°27 y 28, las gráficas de frecuencia y cobertura para *Cladonia confusa* ilustran una clara diferencia en la cual *Hypnum* cf. *amabile* (7047 ind.; 247427 cm^2) sobrepasa significativamente a *Entodon* cf. *gracilisetus* (6450 cm^2; 150 ind.). Lo cual permite observar que en el fragmento objeto de estudio, *Cladonia confusa* alcanza un gran número con *Hypnum* cf. *amabile* como sustrato.
La única especie relacionada con *Leptogium azureum: Hypnum* cf. *amabile* arrojó datos de 5 individuos de líquenes como frecuencia y 284 cm^2 de cobertura, los cuales se consideran muy pocos para ser significativos en el estudio.

7.3 Preferencia respecto a los diferentes géneros de briofitos (musgos y hepáticas)

Los datos de frecuencia y cobertura de *Leptogium azureum* y *Cladonia confusa* vistos en campo, fueron transformados por los cuatro índices matemáticos de la herramienta electrónica HaviStat©. Para lograr esto, se utilizó la plantilla de datos del programa, de tal forma que la frecuencia y la cobertura de los líquenes fuera la variable dependiente y la cobertura de los briofitos encontrados como sustrato en cm^2, fuera la variable independiente.

7.3.1 *Leptogium azureum*

En la Figura N°29 de los anexos se encuentran los datos originales (datos en bruto), de las frecuencias liquénicas en *Leptogium azureum*, respecto a la cobertura en cm^2 de los morfotipos de briofitos en los que la especie fue encontrada en la totalidad de los senderos de la reserva.

A continuación, se presentan las transformaciones de dichos datos respecto a cada índice utilizado por el programa HaviStat©, para definir la preferencia de *Leptogium azureum* hacia cada género de briofito que se le encontró como sustrato.

- Índice de selectividad de Ivlev:

En la Figura N°30 de los anexos están los datos transformados por el índice de selectividad de Ivlev, útil para identificar la preferencia de un recurso por parte de un grupo de individuos (Ivlev, 1961). El rango varía entre -1 a +1, siendo el total calculado mayor a 0 como "preferencia" (resaltado con rojo) y el menor a 0 como "sin preferencia" (resaltado con negro). Se puede observar que la hepática foliosa (*Jubula* morfoespecie #1), fue preferida por *Leptogium azureum*.

- Índice de Alpha Manly

En la Figura N°31 de los anexos se encuentran los datos transformados por el índice de Alpha de Manly, el cual calcula la probabilidad de que un recurso, entre varios, vaya ser utilizado por segunda vez por la misma especie (Manly, 1972). El rango varía de 0 a +1: Si el resultado > 1/#Variables independientes, hay preferencia (resaltado con rojo), y si el resultado < 1/#Var. Ind., no hay preferencia (resaltado con negro). Se puede observar que al igual que el Índice de Ivlev, la hepática foliosa *Jubula* (morfo especie #1), fue seleccionada de entre los tres briofitos como preferida por *Leptogium azureum.*

- Test de Duncan

En la Figura N°31 de los anexos, se encuentran los datos transformados por el Test de Duncan, el cual es utilizado para comparación múltiple de medias (Duncan, 1955). El rango varía de 0 a infinito, siendo el total calculado mayor a 0,3 como "preferencia" (señalado

con rojo) y el menor a 0,3 como "sin preferencia" (señalado con negro). Se puede observar que ninguno de los briofitos fue seleccionado como preferencial por parte de *Leptogium azureum*.

- Intervalos de confianza de Bailey

En la Figura N°33 de los anexos, se presentan los datos transformados por los "Intervalos de confianza de Bailey", los cuales corresponden a dos intervalos basados en las desigualdades de Bonferroni (Bailey, 1980). Si el Intervalo superior < Uso Específico: Hay preferencia (resaltado con rojo). Si el Intervalo inferior> Uso Específico: No hay preferencia (resaltado con negro). Si el Intervalo inferior < Uso Especifico < Intervalo superior: Hay uso (resaltado con azul). Siendo el "Uso específico", los datos que presente el liquen en cuestión respecto a los morfotipos de briofitos como variable dependiente en la plantilla del programa, y los Intervalos superior e inferior como los resultados de los intervalos propuestos por Bailey en 1980, respecto a dichos datos iniciales.
Se puede observar que, entre los tres briofitos, dos de estos fueron seleccionados (*Jubula* (morfo especie #1) y *Macromitrium*), pero esta vez no como preferencia, si no como "usados" por el liquen *Leptogium azureum*.

En la Figura N°34 de los anexos se encuentran los datos resultantes de las coberturas liquénicas en cm^2 de *Leptogium azureum* respecto a la cobertura en cm^2 de los cuatro morfotipos de briofitos en los que esta especie fue encontrada, en la totalidad de los cinco senderos. A continuación, se muestran los resultados de los procesos estadísticos respecto a los mismos cuatro índices seleccionados.

- Índice de selectividad de Ivlev

En la Figura N°35 de los anexos se muestran los datos transformados por el índice de selectividad de Ivlev. Estos datos demuestran que al igual que en los resultados de frecuencia, *Jubula* (morfo especie #1) también se selecciona como preferencial para *Leptogium azureum*.

- Índice de Alpha Manly

En la Figura N°36 de los anexos se encuentran los datos transformados por el índice de Alpha Manly. Estos demuestran que, entre los cuatro briofitos, ninguno fue seleccionado como preferencial para *Leptogium azureum.*

- Test de Duncan

En la Figura N°37 de los anexos se presentan los datos transformados por el Test de Duncan. Los cuales demuestran que, entre los cuatro briofitos, ninguno fue seleccionado como preferencial por *Leptogium azureum.*

- Intervalos de confianza de Bailey

En la Figura N°38 de los anexos están los datos transformados por los "Intervalos de confianza de Bailey". Estos datos dan unos resultados completamente diferentes a los demás índices, con una selección de dos entre los cuatro briofitos: *Jubula* (morfo especie #1) y *Macromitrium*. Siendo *Jubula* seleccionada como preferencia por L*eptogium azureum*, mientras *Macromitrium* solo es "usado" por el mismo.
Debido a la contradicción entre índices, se optó por definir a *Jubula* como el único género en el que *Leptogium azureum* presenta preferencia, ya que los "Intervalos de confianza de Bailey" son propuestos por el mismo programa como los más estadísticamente afines e inequívocos de los cuatro utilizados.

7.3.2 *Cladonia confusa*

En la Figura N°39 en los anexos se encuentran los datos resultantes de las frecuencias liquénicas de *Cladonia confusa* respecto a la cobertura en cm^2 de los ocho morfotipos de musgos en los que esta especie fue encontrada, en la totalidad de los cinco senderos.
A continuación, se presentan las transformaciones de dichos datos respecto a cada índice utilizado por el programa HaviStat©, para definir la preferencia de *Cladonia confusa* para cada género de briofito que se le encontró como sustrato.

- Índice de selectividad de Ivlev

En la Figura N°40 de los anexos se presentan los datos transformados por el índice de selectividad de Ivlev. Se puede observar que tres de los siete briofitos (*Macromitrium*, *Brachymenium* y *Brachythecium*), fueron seleccionados como preferenciales.

- Índice de Alpha Manly

En la Figura N°41 de los anexos se presentan los datos transformados por el índice de Alpha Manly. Se puede observar que fueron seleccionados los mismos tres briofitos del índice anterior (*Macromitrium*, *Brachymenium* y *Brachythecium*), como preferenciales para la distribución del liquen *Cladonia confusa*.

- Test de Duncan

En la Figura N°42 de los anexos se presenta los datos transformados por el Test de Duncan. Se puede observar que, para estos resultados, solo dos briofitos (*Macromitrium* morfo especie # 1 y *Brachythecium*) fueron los seleccionados como preferenciales para la distribución del liquen *Cladonia confusa*.

- "Intervalos de confianza de Bailey"

En la Figura N°43 de los anexos se presentan los datos transformados por los "Intervalos de confianza de Bailey". Se observa que, entre los siete briofitos, para la distribución de *Cladonia confusa*: dos son preferidos (*Macromitrium* y *Brachythecium*), y uno es usado (*Brachymenium*).
Debido a la contradicción entre índices, se optó por definir a *Macromitrium* y *Brachythecium* como los únicos géneros de briofitos a los cuales *Cladonia confusa* presenta preferencia, según lo obtenido por los "Intervalos de confianza de Bailey".

En la Figura N°44 de los anexos se encuentran los datos resultantes de las coberturas liquénicas en cm^2 de *Cladonia confusa* respecto a la cobertura en cm^2 de los ocho morfotipos de briofitos en los que esta especie fue encontrada en la totalidad de los cinco senderos. Los siguientes son los resultados respecto a los procesos de los cuatro índices pertenecientes a HaviStat©.

- Índice de selectividad de Ivlev

En la Figura N°45 de los anexos están los datos transformados por el índice de selectividad de Ivlev. Los datos exponen que al igual que los resultados de frecuencia, los mismos tres briofitos de la totalidad de ocho (*Macromitrium*, *Brachymenium* y *Brachythecium*), fueron seleccionados como preferenciales para *Cladonia confusa.*

- Índice de Alpha Manly

En la Figura N°46 de los anexos se presentan los datos transformados por el índice de Alpha Manly. Los datos enseñan que al igual que los resultados del índice anterior, los mismos tres briofitos, de la totalidad de ocho (*Macromitrium*, *Brachymenium* y *Brachythecium*), fueron seleccionados como preferenciales para *Cladonia confusa*.

- Test de Duncan

En la Figura N°47 de los anexos se presentan los datos transformados por el Test de Duncan. Los datos enseñan que al igual que los resultados del índice anterior, los mismos tres briofitos de la totalidad de ocho (*Macromitrium*, *Brachymenium* y *Brachythecium*), fueron seleccionados como preferenciales para *Cladonia confusa*.

- Intervalos de confianza de Bailey

En la Figura N°48 de los anexos se presentan los datos transformados por los "Intervalos de confianza de Bailey". Los datos enseñan que al igual que los resultados de los índices anteriores, los mismos tres briofitos de la totalidad de ocho (*Macromitrium*, *Brachymenium* y *Brachythecium*), fueron seleccionados como preferenciales para *Cladonia confusa*. Lo cual confirma que estos tres géneros de briofitos son en definitiva los seleccionados por dicho liquen para su establecimiento y abundancia en el ecosistema de bosque alto-andino de la reserva El Encenillo.

7.4 Preferencia respecto a los diferentes tipos de sustrato

Como se explicó con anterioridad, se encontraron individuos de *Leptogium azureum* creciendo sobre sustrato cortícola y de *Cladonia confusa* en sustrato terrícola. A

continuación, se encuentran los datos procesados por el programa HaviStat© de la frecuencia y cobertura de las dos especies de líquenes respecto a las áreas dentro del transecto de los dos tipos de sustrato que se presentaron en campo.

7.4.1 *Leptogium azureum*

La Figura N°49 presenta la plantilla de datos original que se introdujo en el programa. La tabla enseña los datos que observados de frecuencia de *Leptogium azureum* como variable dependiente, respecto a la cobertura en cm^2 de los dos tipos de sustrato (muscícola y cortícola), como variable independiente.

Según los datos, en las Figuras N°50 a la 53, se obtuvieron los mismos resultados en los cuatro índices matemáticos del programa HaviStat© en cuanto a que el sustrato cortícola es de mayor preferencia para *Leptogium azureum*, a diferencia del sustrato muscícola el cual no es seleccionado. Esto brinda información acerca del por qué en los resultados de la frecuencia de *Leptogium azureum* versus la cobertura de los morfotipos no hubo una selección hacia los briofitos como preferencia, ni siquiera con los índices más precisos (Test Duncan e "Intervalos de confianza de Bailey"). Dando a entender que, en cuanto a la abundancia, *Leptogium azureum* en el área muestreada de bosque alto-andino selecciona los hábitats epifitos en sustratos cortícolas sin presencia alguna de musgo.

En la Figura N°54 se presenta la plantilla de datos original (datos en bruto), que se introdujo en el programa para procesar los resultados de cobertura en cm^2 de *Leptogium azureum* (variable dependiente), respecto a la cobertura en cm^2 de los dos tipos de sustrato (muscícola y cortícola) como variable independiente.

De acuerdo a los datos observados en las Figuras N°55 a la 58, los resultados se dividen en dos grupos. Por un lado, el Alpha de Manly y el Test de Duncan dan por hecho que ninguno de los dos sustratos es preferido por el liquen, pero, por otro lado, los índices de Ivlev y de los "Intervalos de confianza de Bailey" demuestran lo contrario con una selección por parte de *Leptogium azureum* hacia el sustrato cortícola. Esto permite

interpretar que esta especie de liquen es oportunista en cuando a que puede preferir un género en particular de briofitos, pero a modo general, su selección se basa en habitar en un sustrato cortícola.

7.4.2 *Cladonia confusa*

En la Figura N°59 se presenta la plantilla de datos original (datos en bruto), que se introdujo en el programa para procesar los resultados de frecuencia de *Cladonia confusa* (variable dependiente), respecto a la cobertura en cm^2 (variable independiente), de los dos tipos de sustrato (muscícola y terrícola), en los que se encontró.

Los resultados del programa se dividen en dos grupos. El índice de Ivlev y el Test de Duncan muestran unos datos en los cuales se observa que ninguno de los dos sustratos es preferido por el liquen, aun así, los índices de Alpha Manly y los "Intervalos de confianza de Bailey" demuestran lo contrario con una clara selección por parte de *Cladonia confusa* hacia el sustrato muscícola. Dado que los "Intervalos de confianza de Bailey", de acuerdo al programa, corresponden al análisis más estricto en cuanto a la baja estimación de error y más alta especificidad, se decidió que en efecto en el área de bosque alto-andino muestreado se evidencia preferencia por parte del liquen hacia el sustrato muscícola para su abundancia y distribución, pero no se descarta la probabilidad de que dicho sustrato pueda ser no preferido por *Cladonia confusa* bajo otras circunstancias ajenas al estudio (Figuras N° 60 a 63).

En la Figura N°64 se presenta la plantilla de datos original (datos en bruto), que se introdujo en el programa para procesar los resultados de cobertura en cm^2 de *Cladonia confusa* (variable dependiente), respecto a la cobertura en cm^2 de los dos tipos de sustrato (muscícola y terrícola), en los que esta se encontró (variable independiente).

En todos los datos transformados de cobertura se obtuvieron los mismos resultados para todos los índices, a excepción de los "Intervalos de confianza de Bailey". Para los índices de Ivlev, Alpha Manly y Test de Duncan no hay preferencia hacia ninguno de los dos

sustratos por parte de C*ladonia confusa*, pero para los "Intervalos de confianza de Bailey", se muestra una preferencia hacia el sustrato muscícola. Con esto se confirma que al igual que la abundancia, para su cobertura *Cladonia confusa* prefiere utilizar el sustrato muscícola en la reserva El Encenillo. De todas formas, no se descarta la probabilidad de que no prefiera la cobertura muscícola y que ignore ambos sustratos, probablemente bajo otro tipo de circunstancias diferentes a las estudiadas en el presente trabajo (Figuras N°65 a 68).

7.5 Datos adicionales

7.5.1 Descripción del paisaje

El muestreo en la Reserva Biológica El Encenillo abarcó dos tipos de ecosistemas: Bosque alto-andino y sub-páramo.

En el bosque alto-andino se registraron un total de 6673 líquenes y 19,53 metros cuadrados de cobertura por parte de *Cladonia confusa* y *Leptogium azureum*. Se observó gran cantidad de vegetación extensa natural, arbórea (plántulas y maduros), arbustiva y herbácea como orquídeas (ORCHIDACEAE) y retamo espinoso (*Ulex europaeus*). Se encontraron evidencias de intervención antrópica que van desde senderos simples hechos por los caminantes, hasta caminos y carreteras caracterizados por la tala de árboles y zonas de ganadería.

La zona de sub-páramo se mostró más conservada, con el sendero de ecoturismo y una cerca de alambrado como únicas muestras de intervención humana. La capa vegetal fue de igual forma extensa, pero con árboles bajos (plántulas y maduros), plantas arbustivas y herbáceas endémicas de sub-páramo como Puyas y plantas pubescentes. Se tomaron en dicho ecosistema datos de 5553 líquenes pertenecientes a *Leptogium azureum* y *Cladonia confusa* con una cobertura total de 18,9 m^2.

8. ANALISIS DE RESULTADOS

8.1 Preferencia de hábitat: *Leptogium azureum*

Según los resultados explicados anteriormente, se evidenció una preferencia de *Leptogium azureum* por el sustrato cortícola de los árboles mientras no presentó selección alguna hacia el sustrato muscícola.

Los árboles ofrecen unas particularidades micro-climáticas hacia los líquenes dependiendo del tipo de corteza que tengan y la altura a la que se establezcan los talos. Dichas criptógamas son sensibles a cambios que puedan derivarse de la exposición a la luz, humedad en el aire, el pH y los efectos alelopáticos de las cortezas (Koopman, 2005; Normmana *et al*, 2010). En este estudio, los individuos encontrados de Leptogium *azureum,* al ser una especie de cianoliquen, necesita de ambientes sombreados y de alta humedad (Gobierno de Canadá, 2014). La reserva El Encenillo al estar compuesta de bosques de tipo alto-andino conservados provee de las necesidades para *Leptogium azureum* como humedad relativa del aire elevada y un follaje compuesto el cual asegura reducir efectos dañinos por luz directa (Barreno & Perez, 2003; Rivera, 2001). Además de esto, la especie de líquen en cuestión dispone de adaptaciones para resistir adversidades en el caso que dichas condiciones no se mantengan y en consecuencia haya un cambio en su microhabitat. *Leptogium azureum* al igual que otras especies de su género pueden soportar el exceso de temperatura y de luz directa, permanecer dormantes en caso de que haya poca humedad, producir sus propios ácidos entre las capas del talo para protegerse de parásitos y equilibrar el pH de la corteza, además de una morfología gelatinosa capaz de contener más agua que otros tipos de líquenes (Koopman, 2005; Block *et al*, 2009).

Dado que *Leptogium azureum* cuenta con toda la capacidad para sobrevivir por su cuenta, cualquier otro organismo o vegetación que ocupe su mismo hábitat, seria por ende intrusivo y podría generar competitividad (Normmana *et al*, 2010). Los briofitos son los mayores competidores de los líquenes epifitos debido a la necesidad por agua, luz y nutrientes (Carson, 2015). *Leptogium azureum* se defiende de sus competidores por medio de la

parasitación creciendo sobre el mismo para eliminarlo y recuperar espacio (Favero & Piervittori, 2010).

En las criptógamas, cuando se presenta un microclima inestable, se da una situación de interacción en vez de competencia (Scheu *et al*, 2012). De los resultados en campo, *Leptogium azureum* mostró una afinidad hacía un único briofito del género *Jubula*. Estas hepáticas foliosas, aunque de aspecto sencillo, ostentan variadas características bioquímicas y fisiológicas únicas entre los briofitos, que, bajo cierto contexto, pueden facilitar la supervivencia de los líquenes cuando comparten el mismo ambiente.

Se han registrado casos de líquenes que, al crecer en el mismo micro-hábitat de un briofito, usan sus hifas para cubrir las paredes celulares de dicho musgo o hepática con estructuras apresorias de tal forma que pueden llegar a penetrar las células con los haustorios. Estos casos se han evidenciado en distintos tipos de líquenes desde crustáceos y foliosos a gelatinosos (Dobbeler & Poelt, 1981; Poelt, 1985; During & Van Tooren, 1990). Una vez las células son penetradas, el líquen parasítico tiene acceso a los componentes que dicha briofita disponga. En el caso de las hepáticas foliosas estas han sido reconocidas por presentar metabolitos secundarios que no se encuentran en ninguna otra briofita hasta la fecha. Sustancias como cuerpos oleosos y sesquiterpenos que se hallan dentro de las células, proveen protección contra rayos UV, ataque de herbívoros y resistencia contra la desecación, junto a esto, se ha comprobado que los microorganismos asociados a las hepáticas son capaces de dirigir nitrógeno fijado directamente a su ambiente para su aprovechamiento por otros individuos (Glime, 2007; Shaw & Goffinet, 2000; Comelissen *et al*, 2007).

Se intuye que *Leptogium azureum* tiene una preferencia hacia los individuos del género *Jubula*, porque estos presentan metabolitos y estrategias útiles para su supervivencia. Dado el caso hipotético para este estudio que *Leptogium azureum* carece de los componentes abióticos necesarios para depender por sí mismo, sus individuos crecen y parasitan sobre distintos briofitos hasta que varios de estos logran encontrar estabilidad en el mismo hábitat de las hepáticas del género *Jubula*.

8.2 Alteración en la cobertura y distribución: *Leptogium azureum*

A pesar de su selectividad hacia el sustrato cortícola, *Leptogium azureum* demuestra mayor frecuencia y cobertura en el sustrato muscícola junto a una afinidad por el género *Jubula*.
Se aclaró anteriormente que *Leptogium azureum* depende de lugares con alta humedad relativa (>85%) y sitios sombreados, además de estas condiciones, necesita agua en estado líquido que llegue a esta directamente para diferentes procesos biológicos como la reproducción, la reparación y activación de sus células (Goffinet, 2012; Gobierno de Canada, 2012; Barreno &Perez, 2003). El ecosistema principal de La Reserva Biológica El Encenillo aunque es adecuada para sustentar la vida de numerosas capas vegetales, falla al momento de otorgar todos los factores abióticos necesarios para líquenes como *Leptogium azureum*.
Según la CAR de Nariño (2007), y otros estudios como los de Rivera, 2001 y Díaz *et al*, 2005, la humedad relativa de los páramos se mantiene entre el 80 al 85%, ya que el bosque alto-andino se encuentra a una altura menor que este ecosistema, su humedad relativa presentada es mucho menor. De igual forma, este tipo de bosque ostenta un dosel con follaje bastante compacto, lo cual cumple con el requisito de sombra, pero también impide el acceso de agua lluvia hacia los líquenes epifitos. Como *Leptogium azureum* contiene un alga cianofícea, esta necesita una humedad relativa por encima del 85% además de agua lluvia, especialmente durante la época seca de Junio a Noviembre durante la cual se llevaron a cabo las mediciones (CAR, 2007). Se interpreta que el hábitat de bosque alto-andino no estaba apto para que muchos individuos de *Leptogium azureum* sobrevivieran en él, así los que se observaron estaban empleando una estrategia de parasitación hacia los diferentes briofitos del ecosistema, entre ellos las hepáticas *Jubula,* que como se explicó antes, es la preferida por contener metabolitos secundarios útiles, no existentes en los musgos.

8.3 Preferencia de hábitat: *Cladonia confusa*

Para *Cladonia confusa*, los datos respecto a la colonización entre el sustrato muscícola y el terrícola arrojó el resultado de preferencia por el sustrato muscícola, mientras que para el

terrícola hay muy pocas probabilidades de que este sea preferido o utilizado en este ecosistema.

A nivel de suelo se observan más cambios en efectos micro-climaticos, cuando en este está presente una capa vegetal que cuando no hay ninguna. En el caso de los musgos de La Reserva El Encenillo, se observa que cuando estas plantas se establecen y se distribuyen de forma exitosa en el suelo, pueden llegar a alterar las concentraciones de agua, mineralización, nitrógeno y pH (Proctor, 2000; Dalton & Chatfiel, 1987; Vitt, 2000). Para lograr esto, cuentan con características químicas con las que pueden acidificar los suelos e inhibir la descomposición y mineralización, manteniendo así diversos tipos de macro y micronutrientes (Vitt, 2000; Koojiman & Bakker, 1994). De igual forma los musgos albergan y protegen bacterias fijadoras de nitrógeno dentro de diferentes puntos entre sus filidios, manteniendo así una fuente del mismo en el ambiente (Dalton & Chatfiel, 1987). Además de esto, gracias a sus células mono-estratificadas conductoras y estructuras vasculares simples, pueden transportar y retener fácilmente agua del suelo, lo cual evita estrés por encharcamiento, manteniendo los suelos sin exceso de humedad (Proctor, 2000).

Cladonia confusa requiere de ambientes abiertos, iluminados, con suelos ácidos y secos (Munger, 2008; Nash *et al*, 2001), así que es muy probable que su interacción con los musgos se deba a la capacidad de estos para mantener un microclima acidificado, con disponibilidad de nitrógeno y nutrientes, además de estrategias fisiológicas que permiten un suelo seco para evitar daños por exceso de agua.

Al mismo tiempo, los resultados mostraron una afinidad de *Cladonia confusa* por los géneros *Macromitrium*, *Brachymenium* y *Brachythecium*.

Los apotecios de las *Cladonias* se pueden encontrar en la parte superior de los talos, estos dispersan las esporas fácilmente por medio del viento, lo cual significa que estas no solo pueden desplazarse largas distancias, si no también pueden establecerse en casi cualquier lugar y superficie (Munger, 2008). Dado que los géneros *Macromitrium*, *Brachymenium* y *Brachythecium* tienen una forma de crecimiento plagio-trópica (crecen con tallos no erectos), se estima que las esporas de *Cladonia confusa* pueden establecerse y crecer más fácilmente sobre estos a diferencia que cuando un musgo presenta tallos erectos (Churchill & Linares, 1995).

En la literatura especializada actual no existen muchos documentos que hablen de la teoría fisiológica que existe alrededor de estos tres géneros de musgo en específico, e incluso la poca disponible no enfatiza en rasgos únicos que los diferencien de los demás géneros de briofitos. Así que se llega a la suposición de que además de presentar una forma de crecimiento útil para la distribución de *Cladonia confusa*, *Macromitrium, Brachymenium* y *Brachythecium* presentan una cualidad única en cualquiera de los factores abióticos mencionados anteriormente, lo que permite que haya una preferencia por parte de *Cladonia confusa*, pero que aún está por investigarse.

8.4 Alteración en la cobertura y distribución: *Cladonia confusa*

Tanto en frecuencia como en cobertura, el género *Hypnum* se mantuvo predominante respecto a los otros briofitos que fueron sustrato para *Cladonia confusa* durante la observación en La Reserva. Esto genera contrariedad, ya que se evidencio antes que no hay probabilidades de que *Hypnum* sea preferido por dicho liquen en primer lugar.

El género *Cladonia* se distingue entre los líquenes por contener mayor número de metabolitos secundarios, tanto así, que se han hecho estudios respecto a los efectos alelopáticos que este podría tener ante plantas vasculares y no vasculares (Xiaoya & Mengmeng, 2016; Giordano et al., 1990). En los musgos los resultados son variados, yendo desde inhibición en la germinación de las esporas, hasta una estimulación en el crecimiento y reproducción (Lawrey, 1977; Glime, 2007). *Cladonia confusa* produce entre sus tejidos ácido anziaico, astaxanthina, a-caroteno, 13-criptoxantina, luteina, mutatoxantina, ácido perlatolico, violaxantina y ácido usneico (Walker & Lintott, 2012). Este último en especial ha comprobado tener efectos negativos en musgos, por ejemplo, en las esporas de los géneros *Funaria*, *Ceratodon* y *Mnium* (Lawrey, 1977).

Hasta la fecha no hay estudios sobre los efectos alelopáticos de los metabolitos de *Cladonia confusa* en el género *Hypnum*, pero dados los resultados de este estudio, se estima que estos musgos en particular presentan tolerancia hacia los metabolitos, en especial el ácido usneico. De esta forma *Hypnum* puede compartir el mismo hábitat con el liquen sin presentar afectación alguna, o inclusive, una estimulación de su crecimiento, lo que conllevaría a un posible efecto positivo, pero por parte de *Cladonia confusa* hacia *Hypnum*

y no al contrario. Mientras tanto, se estima que otro tipo de efectos por parte de este ácido se verían en *Macromitrium*, *Brachymenium* y *Brachythecium*, lo cual explicaría la fluctuación de frecuencia y cobertura de estos géneros estando en el mismo hábitat con *Cladonia confusa*.

9. CONCLUSIONES

En conclusión, se puede afirmar que existen evidencias que respaldan la preferencia de *Cladonia confusa* y *Leptogium azureum* hacia factores bióticos y abióticos específicos dentro de La Reserva El Encenillo. En el caso de *Cladonia confusa*, hacia los sustratos muscícolas, particularmente los géneros de musgos *Macromitrium*, *Brachymenium* y *Brachythecium*. Mientras que en el caso de *Leptogium azureum*, se comprueba que hay preferencia hacia los sustratos cortícolas y dado el caso de seleccionar entre distintos briofitos del área, hacia las hepáticas del género *Jubula*. Cabe mencionar que a pesar de que una especie exponga preferencia por ciertos factores en un hábitat, no quiere decir que se encuentre una mayor frecuencia y cobertura por parte de dicha especie en estos, si no por el contrario, por el dominio de otras particularidades en ecosistema, la especie puede hallarse bajo la influencia de otro tipo de factores ambientales.

Por último, se recomienda que se hagan más investigaciones respecto a los aspectos fisiológicos en la preferencia de hábitat de líquenes y briofitos en los paisajes de bosque alto-andinos para respaldar e incrementar la poca existencia de datos que están en relación al tema.

10. BIBLIOGRAFÍA

Aguirre, J., & Rangel, O. (2007). Amenazas a la conservacion de las especies de musgos y líquenes en Colombia-Una aproximacion inicial. *Caldasia*, 235-262.

Archer. (1992). *Cladonia confusa R.Sant. f. confusa.* Obtenido de Autralian Government-Department of the environment and water resources : https://www.anbg.gov.au/abrs/lichenlist/FLORA%2054/Cladon_conf_conf.html

Badia, J. (2007). Mes fums, menys liquens. *Observatori de natura*, *Vol 12*.

Barreno, E., & Perez, S. (2003). *Líquenes de la reserva natural integral de Muniellos*, Austrias, España : KRK ediciones.

Bazzaz, F.A., (1991). Habitat Selection in Plants. *The American Naturalist*, 116-130.

Bernal, R., Gradstein, R., & Celis, M. (2015). *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia*. Obtenido de: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá: Catálogoplantascolombia.unal.edu.co

Bailey, B. (1980). Large Sample Simultaneous Confidence Intervals for the Multinomial Probabilities Based on Transformations of the Cell Frequencies, *Technometrics*, *Vol 22*, 583–589.

Bendle, P. (2016). *Cladonia confusa* [Fotografía]. Obtenido de: http://www.terrain.net.nz/friends-of-te-henui-group/local-lichen/cladonia-confusa.html

Block, W., Smith, L., & Kennedy, D. (2009). Strategies of survival and resource exploitation in the Antarctic fellfield ecosystem. Biological Reviews, *Vol. 84*, 449–484.

Bonilla, C., & Romero, L. (2016). *Determinación de la capacidad de carga turística en La Reserva Biológica del Encenillo Municipio - Guasca Cundinamarca* (Tesis de pregrado). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá D.C. Colombia.

Büdel, B., Ruckteschler, N., Williams, L & Weber., B. (2015). Lichen-moss interactions within biological soil crusts. *Geophysical Research Abstracts*, *Vol.17*, EUG2015-10141-3.

Burgaz, A., & Martín, P. (2012). *Delimitación de especies del género Cladonia: Revisión y evaluación de especies conflictivas* (Tesis de doctorado). Universidad Compulense de Madrid. Madrid. España.

Blackwell, M. (2011). The Fungi: 1, 2, 3 … 5.1 million species? *American Journal of Botany*, Version en linea: http://www.amjbot.org/content/98/3/426.full.

Bungartz, F. (2008). Cyanolichens of the Galapagos Islands - The genera Collema and Leptogium. *Contributions in Honour of Volkmar WlRTH*, 139-158.

Cai, X., & Gu, M. (2016). Bioherbicides in Organic Horticulture. Horticulturae, *Vol 2*(2), 3.

Campbell, N., & Reece, J. (2007). *Biología: Septima edicion.* Estados Unidos: Ed. Médica Panamericana.

Campos, M., Lücking, R., Pérez, R., González, R., Sánchez, N., Peña, A., Carrioza, A., Zambrano, A., Ryan, D., y Nash, T. (2014). Biodiversidad de líquenes en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad, Vol 85,* 82-99.

Campos J., Uribe, M., & Aguirre, C. (2008) *Santa María Líquenes, Hepáticas y Musgos. Serie de guías de campo del Instituto de Ciencias Naturales No. 3,* Bogotá. Colombia: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia.

Canada, G. (2014). Species at Risk Public Registry. COSEWIC assessment and status report on the Flooded Jellyskin (Leptogium rivulare) in Canada, Obtenido de: https://www.registrelep-sararegistry.gc.ca/default.asp?lang=En&n=46BF0AFB-1&offset=6&toc=show

Chaparro, M., & Aguirre, J. (2002). *Hongos liquenizados.* Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

Churchill, S., & Linares, E. (1995). *Prodromus Bryologiae Novo-Granatensis: introducción a la flora de musgos de Colombia, Parte 1 y 2.* Colombia : Instituto de Ciencias Naturales, Museo de Historia Natural.

Committee of the Status of Endangere Wildlife in Canada. (2011). *Cosewic Assessment and Status Report on the Batwing Vinyl Lichen Leptogium platynum in Canada.* Obtenido de http://www.registrelep-sararegistry.gc.ca/virtual_sara/files/cosewic/sr_batwing_vinyl_lichen_0911_eng.pdf

Consortium of North American Lichen Herbaria. (2016). *Cladonia spp.* Obtenido de Lichen Portal: http://lichenportal.org/portal/taxa/index.php?taxon=51954

Cornelissen, J., Lang, S., Soudzilovskaia, N., & During, H. (2007). Comparative cryptogam ecology: a review of bryophyte and lichen traits that drive biogeochemistry. Annals of Botany, *Vol 99*(5), 987-1001.

Corporación Autónoma Regional de Nariño. (2007). *Características Biofísicas de los páramos de Nariño Tomo II*. Colombia, Grupo de investigacion en biologia de paramos y ecosistemas andinos.

Coutiño, B., & Montañez, A. (2000). Los líquenes. *Ciencias, Vol 59*, 64-65.

Cubas, P., Núñez, J., Crespo, A., & Divakar, P. (2010). *Líquenes: que son y su uso como bioindicadores.* Obtenido de Universidad Catolica de Manizales. Proyecto de innovación: http://www.aulados.net/GEMM/Documentos/San_Quintin_Innova/Líquenes_que_son_uso.pdf

Dalton, D., & Chatfield, J., (1987). A new nitrogen-fixing Cyanophyte–Hepatic association: Nostoc and Porella. American Journal of Botany, *Vol 72*:781-784.

Delgadillo, M., & Cardenas, S. (2009). *Musgos y otras briofitas de importancia en la sucesión primaria.* Obtenido de Universidad Nacional Autónoma de México: http://www.repsa.unam.mx/documentos/Delgadillo-Moya_y_Cardenas-Soriano_2009_Biofritas.pdf

Díaz, A., Navarrete, G., Suarez, L. (2005). Páramos: Hidrosistemas Sensibles. Revista de ingenieria , *Vol.22*.

Döbbeler, P., & Poelt, J. (1981). Arthopyrenia endobrya, spec. nov. eine hepaticole Flechte mit intrazellulärem Thallus aus Brasilien. Pl Syst Evol., *Vol 138*: 275–281.

Droker, R., (2009). *Leptogium saturninum*. Obtenido de Discover Life Organization: http://www.discoverlife.org/20/q?search=Leptogium+saturninum

Duncan, B. (1955). Multiple range and multiple F tests. *Biometrics , Vol 11*, 1-41.

During, H., & Tooren, B. (1990). Bryophyte interactions with other plants. *Botanical Journal of Linnean Society*, *Vol 104*, 79–98.

Estrabou, C. (2007). Preferencia de forofito por los líquenes en el bosque chaqueño oriental. *BOSQUE*, *Vol 28*(1), 46-49.

Favero, S., & Piervittoria, R. (2010). Lichen-plant interactions. *Taylor and Francis Group*, Volume 5, *Vol 3*, 163-177.

Feuerer, T., & Hawksworth, D. (2007). Biodiversity of lichens, including a world-wide analysis of checklist data based on Takhtajan's Xoristic regions. *Biodiversity and Conservation, Vol 16*, 85–98.

Flechtenbilder, S. (2013). *Leptogium azureum.* Obtenido de Páginas especiales del Dr. Felix Schumm: http://fschumm.bplaced.net/Schumm_Flechtenbilder/Leptogium%20azureum%2015519.pdf

Forest Service-U.S. (1992). *Final supplemental environmental impact statement for amendment to the survey manage, protection buffer and other mitigation measures standerts and guidelines.* United States: U.S Agriculture Department.

Fujisaki, I., Hart, K., & Sartain, A. (2016). Habitat selection by green turtles in a spatially heterogeneous benthic landscape in Dry Tortugas National Park, Florida. *Aquatic Biology* , *Vol. 24*, 185–199.

Fundación Natura Colombia. (2015). *Reserva Biologica el Encenillo.* Obtenido de Fundacion Natura Colombia: http://www.natura.org.co/general/reserva-biologica-del-encenillo.html

Giordano, S., Alfano, F., Basile, A. & Cobianchi, R. (1999). Toxic effects of the thallus of the lichen Cladonia foliacea on the growth and morphogenesis of bryophytes. Cryptogamie Bryol., *Vol 20*(1): 35–41.

Glime, J. (2007). *Bryophyte ecology . 1 . Physiological ecology*. Michigan Technological University and the International Association of Bryologists. USA.

Global Biodiversity Information Facility. (2015). *Cladonia confusa R. Sant.* Obtenido de Global Biodiversity Information Facility: http://www.gbif.org/species/6606947

Global Biodiversity Information Facility. (2010). *Cladonia confusa* [Imagen satelital]. Obtenido de: http://www.gbif.org/species/6606947

Global Biodiversity Information Facility. (2010). *Leptogium azureum* [Imagen satelital]. Obtenido de: http://www.gbif.org/species/2601042

Goffinet, B. (2012). *Miniature Forests of Cape Horn: Ecotourism with a Hand Lens*, Texas, University of North Texas Press.

Gómez, C. (2014). *Las reservas privadas una oportunidad de uso mas alla de la conservación.* Colombia : BiocomercioAndino.

Grube, M., Cardinale, M., & Berg, G. (2012). 17 Bacteria and the Lichen Symbiosis. *The Mycota, Vol 9*, 363-372.

Hawksworth, D., Iturriaga, T., & Crespo, A. (2005). Líquenes como bioindicadores inmediatos de contaminación y cambios medio-ambientales en los trópicos. *Revista Iberoamericana de Micología, Vol 22*, 71-82.

Hodkinson, B., & Lutzoni, F. (2009). A microbiotic survey of lichen-associated bacteria reveals a new lineage from the Rhizobiales. *SYMBIOSIS , Vol 49,* 163–180 .

Ivlev,V. (1961). Experimental ecology of the feeding of fishes. *Yale University, New Haven. Vol. 302.*

Iwatsuki, Z. (1960). The Epiphytic Briophyte Communities in Japan. *Journal Hattori Botanical Laboratory, Vol 22,* 159-339.

Jayalal, U., Jang, S., Yu, N., Oh, O., & Hur, J. (2014). Notes on the Lichen Genus Leptogium (Collemataceae, Ascomycota) in South Korea. *Mycobiology*, *Vol 42*(2), 120–131.

Johansson, P., Wetmore, C., Carlson, D., Reich, P., & Thor, G. (2006). Habitat preference, growth form, vegetative dispersal and population size of lichens along a wildfire severity gradient. *The Bryologist*, 527-540.

Judkevich, M., Medina, W., & Salas., R. (2012). *Guia de consultas diversidad vegetal: Hongos liquenizados* . Obtenido de Universidad Nacional del Nordeste. Facultad de

Ciencias Exactas, Naturales y Agrimensura: http://exa.unne.edu.ar/carreras/docs/HONGOS_%20LIQUENIZADOS.pdf

Koopman, R. (2005). *Allelopathic effects of bark phenols on epiphytic lichens* (Tesis para doctorado). Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Universidad de Bonn, Alemania.

Laguna, A. (2012). *Propuesta de clasificación de cobertura vegetal y uso del suelo.* Panamá: Autoridad Nacional de Ambiente.

Lawrey, J. (1977). Adaptive significance of o-methylated lichen depsides and depsidones. Lichenologist., *Vol 9*: 137–142.

Lücking, R., Chavez, J., Sipman, H., & Umaña, L. (2009). *Leptogium*, Obtenido de *Instituto* Nacional de Biodiversidad: http://www.inbio.ac.cr/papers/líquenes/gelatinosos/Leptogium.html

Manly, B., Miller, P., & Cook, L. (1972) Analysis of a selective predation experiment. *American Naturalist, Vol 106,* 719-136

Mateus, N. (2011). *Composición y riqueza de los líquenes folícolas de la estación ambiental de Tutunendo (Chocó biogeográfico)*. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C. Colombia.

McMullan, F. (2008). *Surrogates for cryptogam conservation - associations between mosses, macrofungi, vascular plants and environmental variables*. (Tesis de Doctorado), University of Tasmania.Tasmania. Australia.

McMullin, T. (2013). *Leptogium azureum* [Fotografía]. Obtenido de: http://www.discoverlife.org/20/q?search=Leptogium+azureum

Montenegro, J., & Acosta, A. (2008). Programa Innovador para evaluar uso y preferencia de habitat. *Universitas scientarium, Vol 13* (2), Version oline: http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/scientarium/article/view/1424/4445.

Mostajo, R. (2010). *Selección de microhábitat de micromamíferos en tres ambientes agrarios del centro peninsular: el caso de Mus spretus*. (Tesis de Maestria). Universidad Autonoma de Madrid. Madrid. España.

Munger, T. (2008). *Cladonia spp*. Obtenido de: Fire Effects Information System. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fire Sciences Laboratory: http://www.fs.fed.us/database/feis//lichens/claspp/all.html

Nash, T., Ryan, B., Gries, C., Bungartz, F. (2001). *Lichen Flora of the Greater Sonoran Desert Region. Vol 1*. Tempe, AZ

Normanna, F., Weigelt, P., Gehrig, C., Gradsteina, R., & Harrie, J., Sipmanb, O. (2010). Diversity and vertical distribution of epiphytic macrolichens in lowland rain forest and lowland cloud forest of French Guiana. Ecological Indicators, 1111–1118.

Ordóñez, M. C., & Prieto, M. (2003). *Briófitos de la Reserva Natural Integral de Muniellos.* España: KRK ediciones.

Parra, J., Callejas, R., & Posada, A. (1999). *Guía ilustrada de los briofitos del paque Arví (Piedras Blancas).* Colombia: Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia.

Paz, G. A., & Burgaz, A. R. (2009). *Líquenes epifíticos del Hayedo de Montejo de la Sierra (Madrid).* Madrid: Computense.

Pinzón, M. (2006). Diversidad de líquenes y briofitos en la region subxerofitica de La herrera, Mosquera (Cundinamarca-Colombia). I. Riqueza y estructura. *Caldasia* , *28*(2), 243-257.

Poelt, J. (1985). Über auf Moosen parasitierende Flechten. Sydowia., *Vol 38*: 241–254.

Quilhot, W., Cuellar, M., Díaz, R., Riquelme, F., & Rubio, C. (2010). Estudio preliminar de la flora liquénica de Isla Mocha, sur de Chile . *Gayana Botanica, Vol 67*(2) .

Ramírez, A. (2009). *Evaluación de las comunidades liquénicas en dos bosques con diferente historia de uso, de la reserva biológica El Encenillo* (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Javeriana, Colombia.

Ramírez, N., Gómez, M. L., & Lücking, R. (2014). Uso de biotipos de líquenes como bioindicadores de perturbacion en fragmentos de bosque altoandino (Reserva Biologica "Encenillo", Colombia). *Revista Universidad Nacional de Colombia*, *Vol 38*(1).

Ranković, B. (2014). *Lichen Secondary Metabolites: Bioactive Properties and Pharmaceutical Potential.* Serbia: Springer.

Resolución # 090. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Republica de Colombia, Bogotá, Colombia, 21 de Julio del 2015.

Rincón, A., Aguirre C., J., & Lücking, R. (2011). Líquenes corticolas en el caribe Colombiano Corticolous lichens in the Caribbean region of Colombia. *Caldasia* , 331-347.

Rincón, J. (2011). *Composición de la flora de líquenes corticícolas en el Caribe colombiano* (Tesis de Maestria). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C. Colombia.

Rivera, D. (2001). *Paramos de Colombia*. Colombia, Comité Editorial Banco de Occidente.

San, M., & Marín, M. (2003). Líquenes. Obtenido de Universidad de Granada-Microbiologia: http://www.ugr.es/~cjl/líquenes.pdf

Sánchez, O. (2003). *Conservación de ecosistemas templados de montaña en México.* Mexico: Instituto Nacional de Ecología.

Scheu, C., Green, A., Weber, B., Wirth, R., & Büdel, B. (2012). The advantage of growing on moss: facilitative effects on photosynthetic performance and growth in the cyanobacterial lichen Peltigera rufescens. Oecologia , *Vol. 169,* 599–607.

Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2014). *Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica 4*, Montreal: Plan 2011-2020.

Sedia, E., & Ehrenfeld, J. (2003). Lichens and mosses promote alternate stable plant communities in the New Jersey Pineland. *Oikos*, *Vol 100*, 447–458.

Shaw, A. & Goffinet, B. (2000). *Bryophyte biology*. USA, Cambridge University Press

Silverside, A. (2014). *Images of British Lichens: Lichen asexual dispersal.* Obtenido de University of Paisley: http://www.lichens.lastdragon.org/faq/lichen_asexual_dispersal.html

Sipman, H., & Aguirre, C. (2015). *Cladonia*. Obtenido de Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá: http://Catálogoplantasdecolombia.unal.edu.co

Tessaro, S., & Lopez, C. (2011). *Manual de tecnicas para el estudio de la fauna.* Mexico: Instituto de ecologia INECOL.

Underwood, A., Chapman, M., & Crowe, T. (2004). Identifying and understanding ecological preferences for habitat or prey. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. Vol 300*, 161-187.

USA Forest Service. (1999). *Florida Perforate Cladonia: Cladonia perforata Evans.* Obtenido de Conserving nature in America: https://www.fws.gov/verobeach/msrppdfs/flperforate.pdf

USA Forest Service. (2010). *United States Department of Agriculture: U.S Forest Service.* Obtenido de Species Fact Sheet: www.fs.fed.us/r6/sfpnw/issssp/documents/planning-docs/sfs-li-leptogium-cyanescens-2010-02.doc+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=co

Valerie Stacey. (2015). *Effect of bryophyte abundance on abundance of epiphytic lichens on P. tremuloides, Acer saccharum and Pinus resinosa in a northern Wisconsin forest*. (Tesis de pregrado). Universidad de Notre Dame.Francia.

Vitt, H. (2000). Peatlands: ecosystems dominated by bryophytes. USA, Cambridge University Press.

Walker, R., & Lintott, A. (1997) A phytochemical register of New Zealand lichens, New Zealand Journal of Botany, *Vol 35*(3), 369-384.

Woodin, S., & Marquiss, M. (1997). *Ecology of Arctic Environments: 13th Special Symposium of the British Ecological Society.* England : Cambridge University Press.

Zapata, N., & Vela, M. (2008). *Líquenes de Inka Terra Hotel Cusco y alrededores,* Peru: Universidad Peruana Cayetano Heredia.

11. ANEXOS

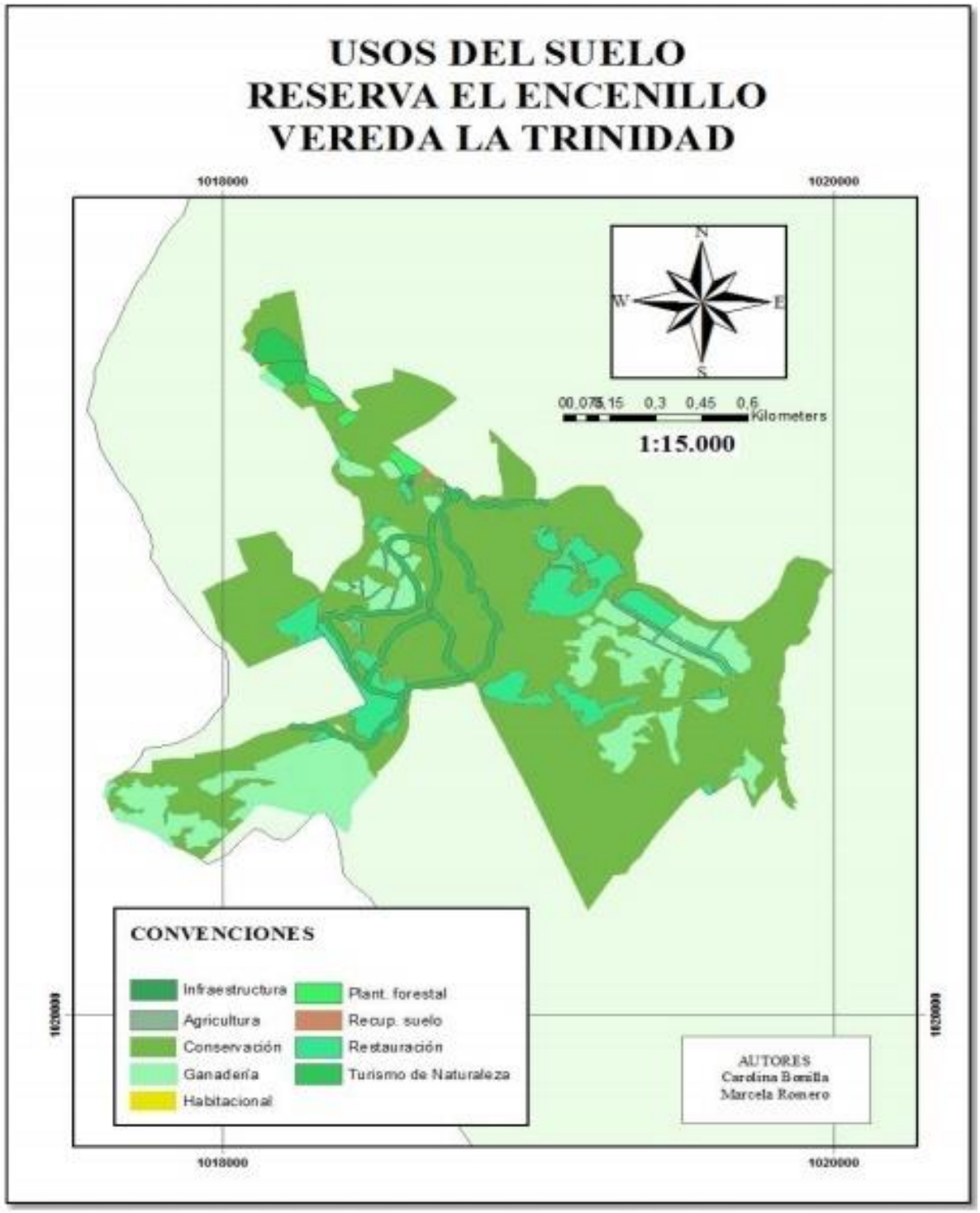

Figura N°1. Usos y distribución del suelo en la Reserva El Encenillo. Obtenido del trabajo de grado de Bonilla & Romero (2016).

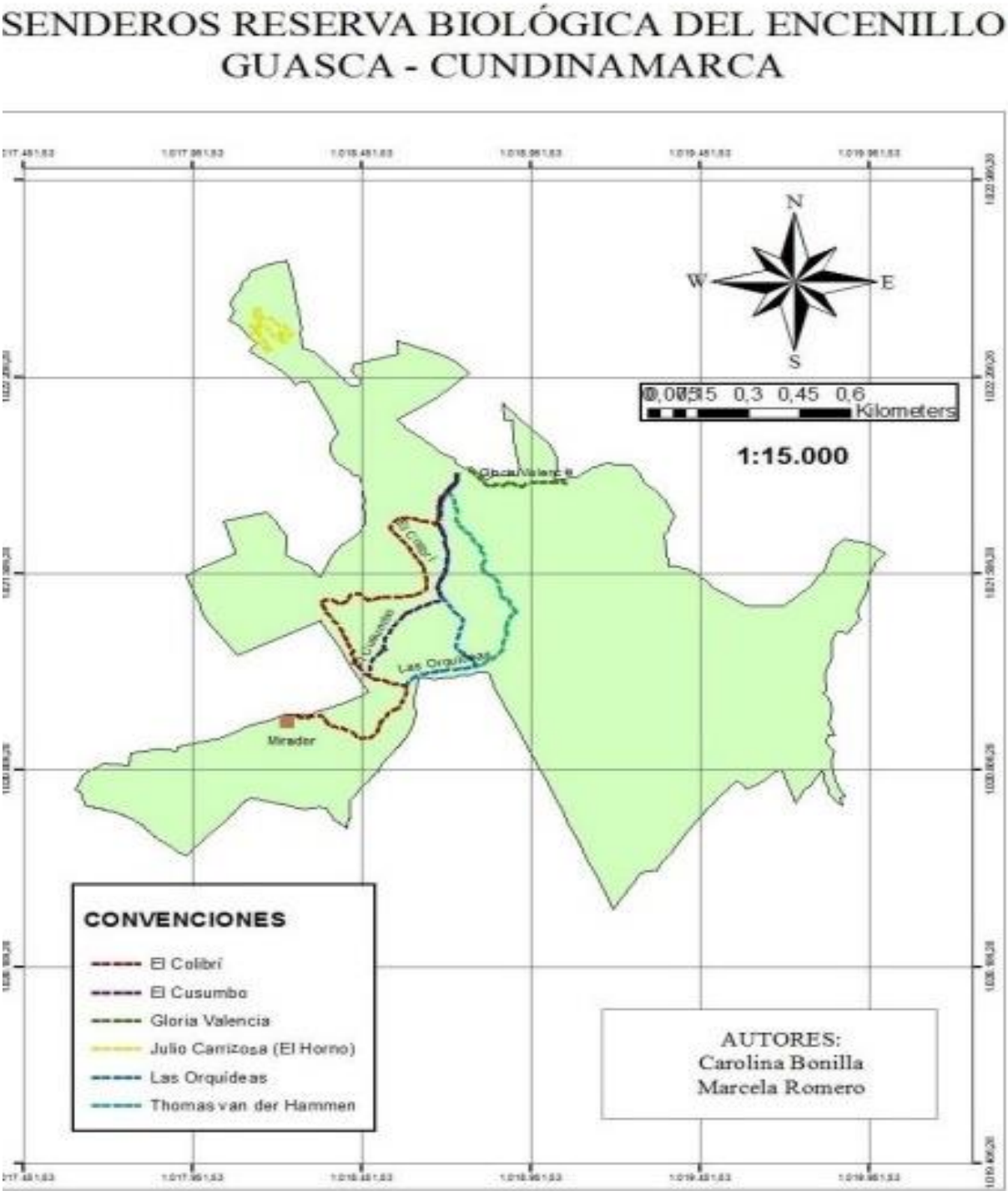

Figura N° 2. Distribución de los senderos de la Reserva El Encenillo. Obtenido del trabajo de grado de Bonilla & Romero (2016).

Figura N°3. Fotografía de *Leptogium azureum* (McMullin, 2013).

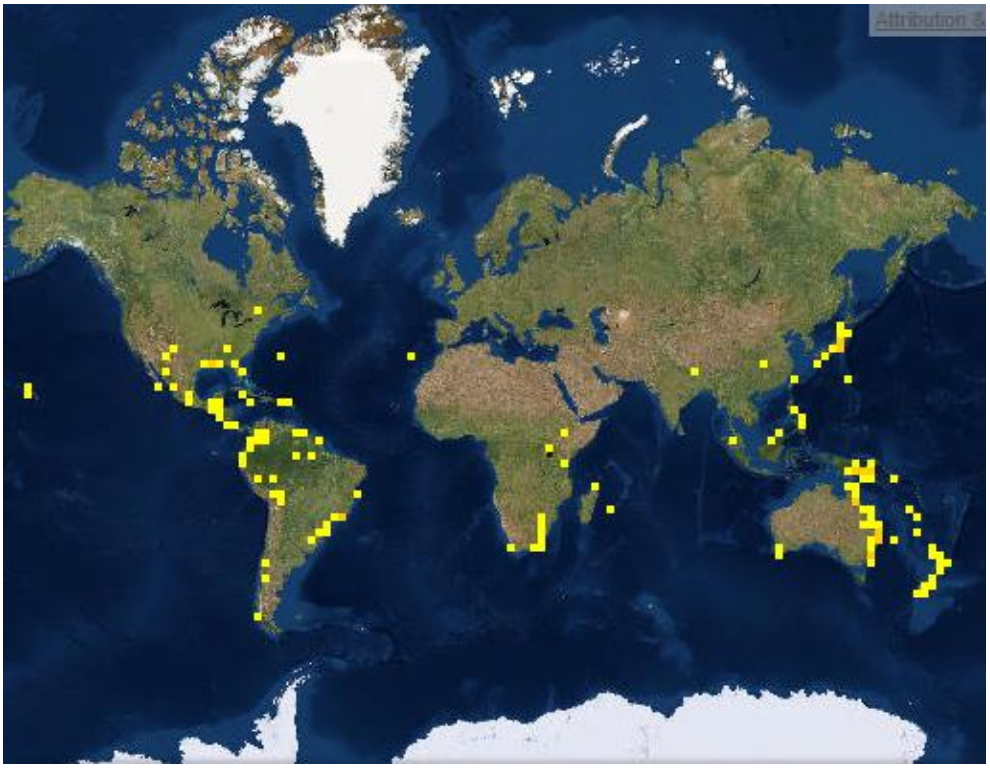

Figura N°4. Distribución de *Leptogium azureum* basado en 555 registros de la especie a lo largo del globo terráqueo, siendo los colores rojo y naranja los puntos más concentrados. Tomado y editado de GBIF (2010).

Figura N°5. Fotografías en distintos acercamientos de *Cladonia confusa* (Bendie, 2011).

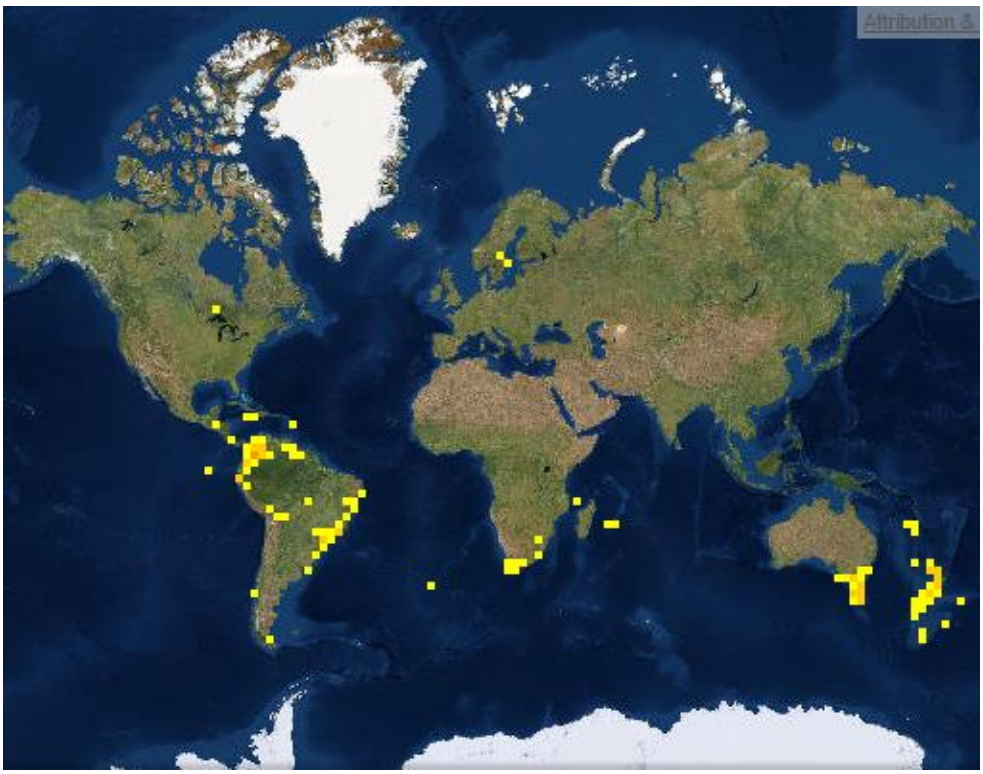

Figura N°6. Distribución de *Cladonia confusa* basado en 905 registros de la especie a lo largo del globo terráqueo, siendo los colores rojo y naranja los puntos más concentrados. Tomado y editado de GBIF (2010).

Figura N° 7. Cuadrícula de tubos PVC de 1 x 1 m, utilizada para las mediciones de *Cladonia confusa*.

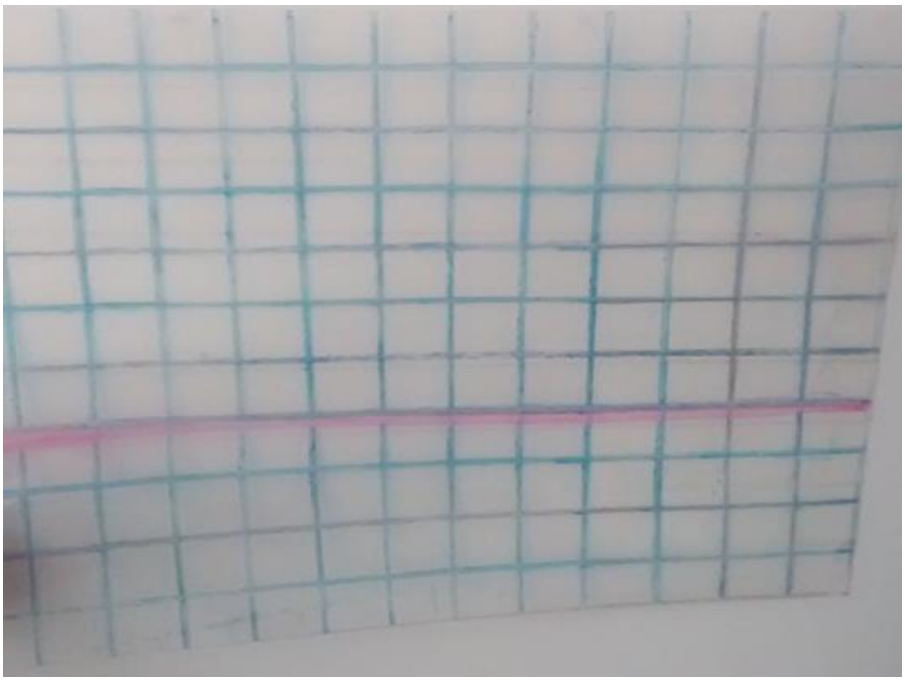

Figura N° 8. Cuadrícula de acetato de 22 x 18 cm, utilizada para el muestreo de líquenes *Leptogium azureum.*

Figura N° 9. Uso de la cuadrícula de acetato para medir el porcentaje de coberturas.

Figura N° 10. Muestreo de colonias de *Cladonia confusa* con la cuadrícula de 1 m^2.

Figura N°11. Observación de la frecuencia y cobertura con ayuda de la cuadrícula de 1 m^2.

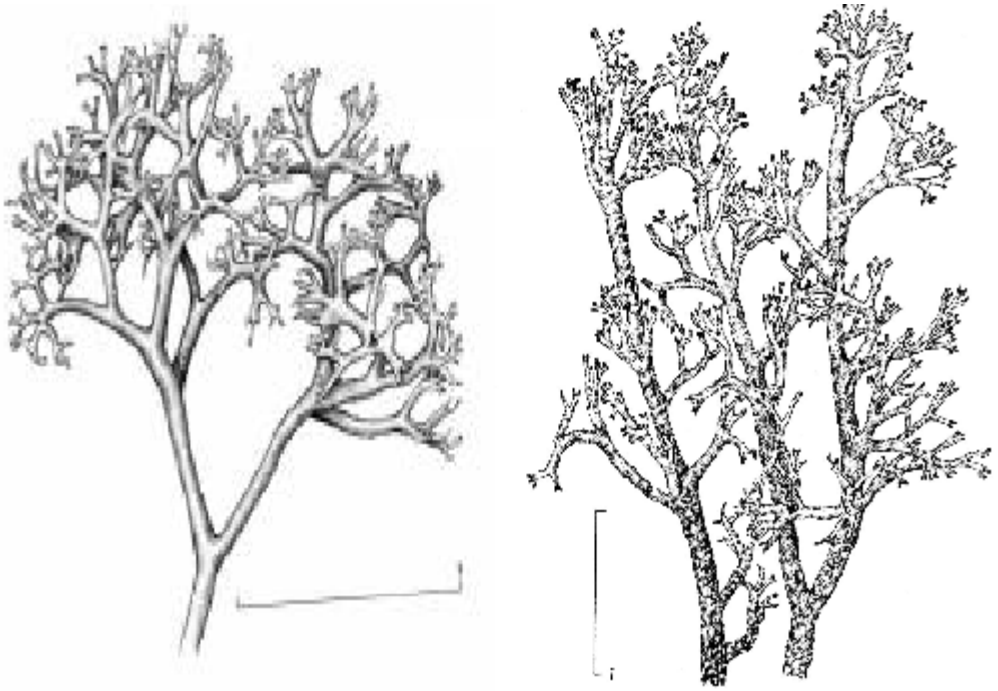

Figura N° 12. Guía para la identificación de individuos dentro de los grupos de *Cladonia confusa*. Sin importar el número de ramificaciones, cada organismo por aparte debe presentar un talo central el cual le dio origen a estas (CNALH, 2016).

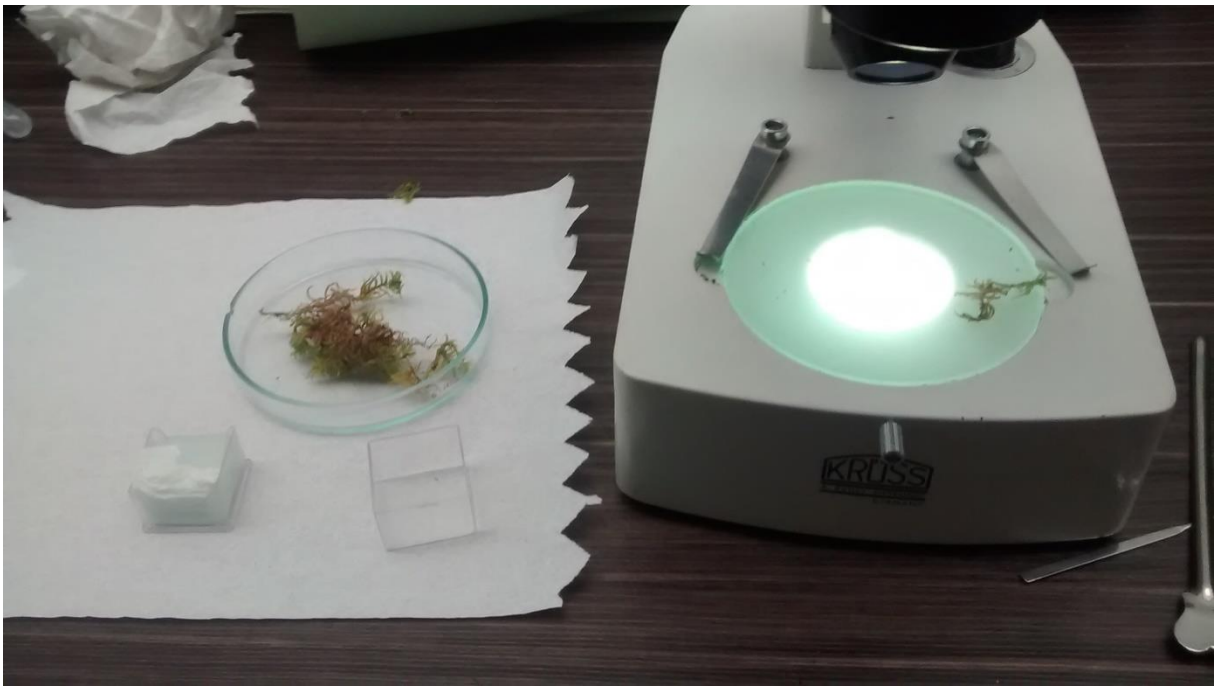

Figura N° 13. Zona de trabajo en la que se identificaron líquenes y briofitos.

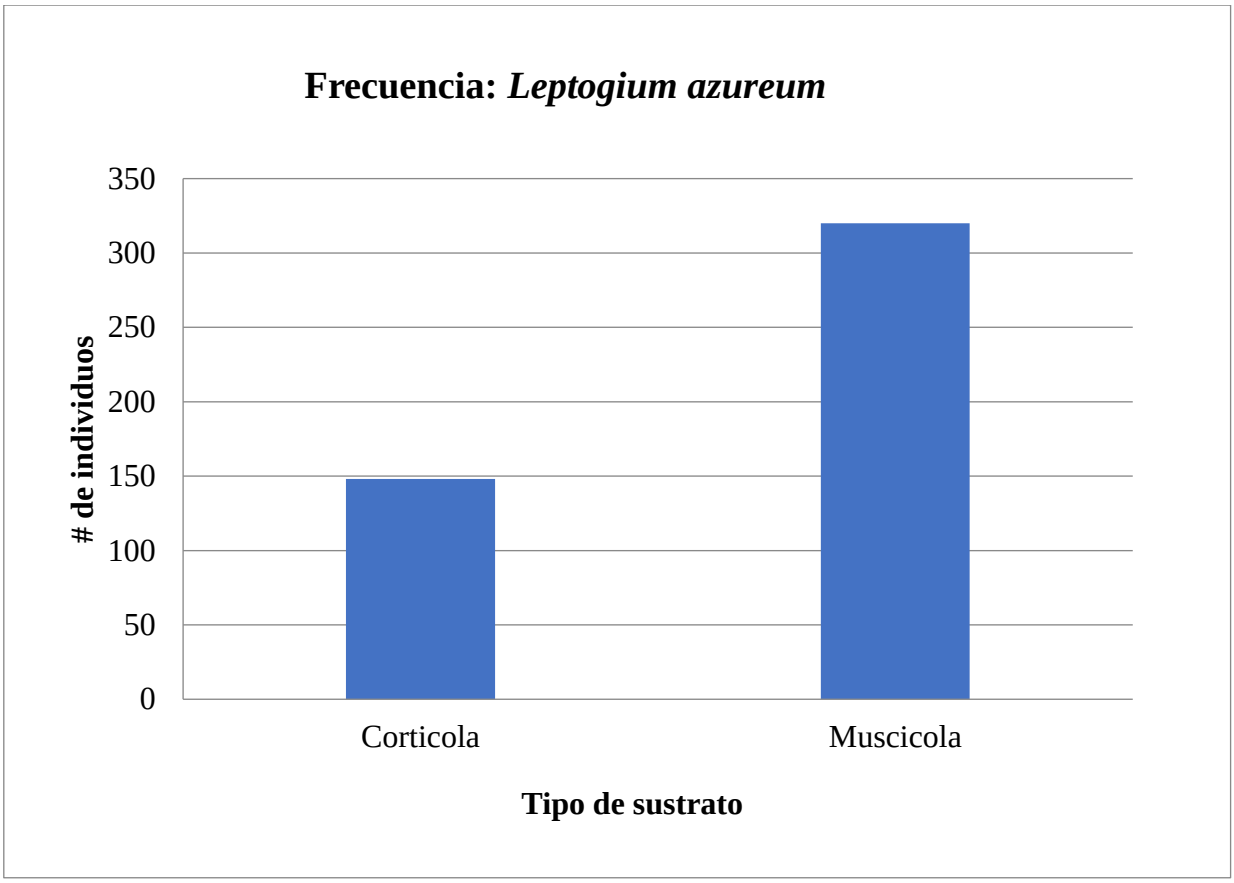

Figura N°14. Grafica de barras que representa la cantidad de individuos de *Leptogium azureum* avistados en campo en cuanto al tipo de sustrato en el que se encontraron.

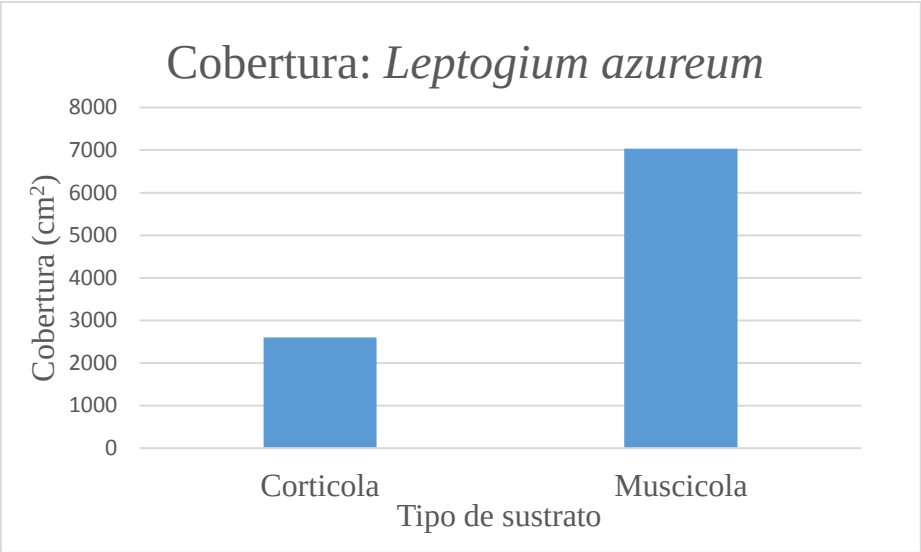

Figura N°15. Grafica de barras que muestra la obertura en cm^2 de *Leptogium azureum* muestreada en campo en respecto al tipo de sustrato en el que se encontró.

Cladonia confusa	Frecuencia	Cobertura
Terrícola	20	1825
Muscícola	11502	377202

Figura N°16. Tabla de datos de la frecuencia y cobertura (cm^2) de *Cladonia confusa* muestreada en campo en contraste al tipo de sustrato en el que se encontraron los datos.

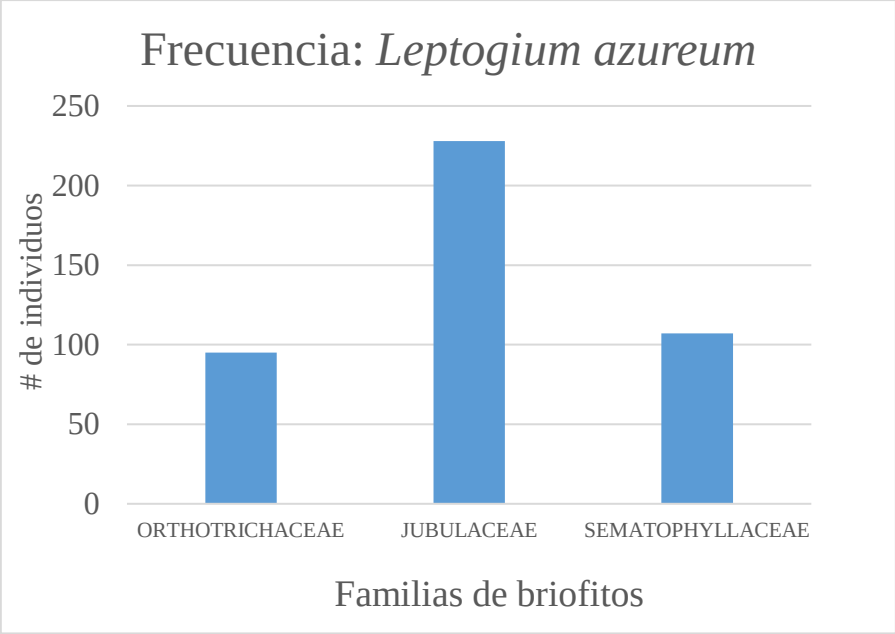

Figura N°17. Grafica de barras de los resultados de frecuencia conforme a la familia de briofitos encontrados como sustrato para el liquen Leptogium *azureum.*

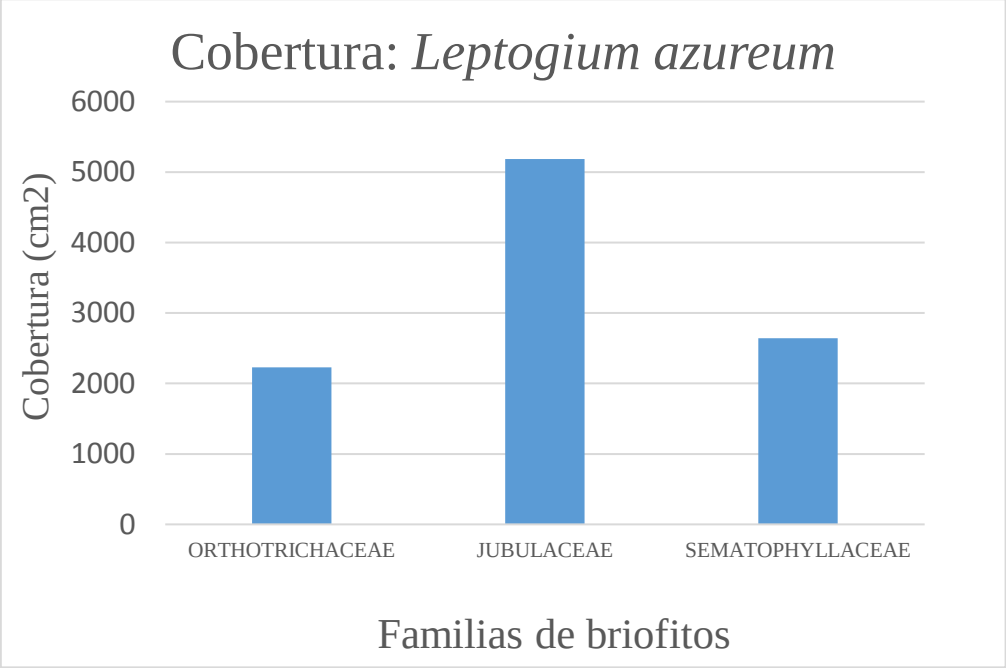

Figura N°18. Grafica de barras de los resultados de cobertura (cm^2) conforme a la familia de briofitos encontrados como sustrato para el liquen Leptogium *azureum.*

.

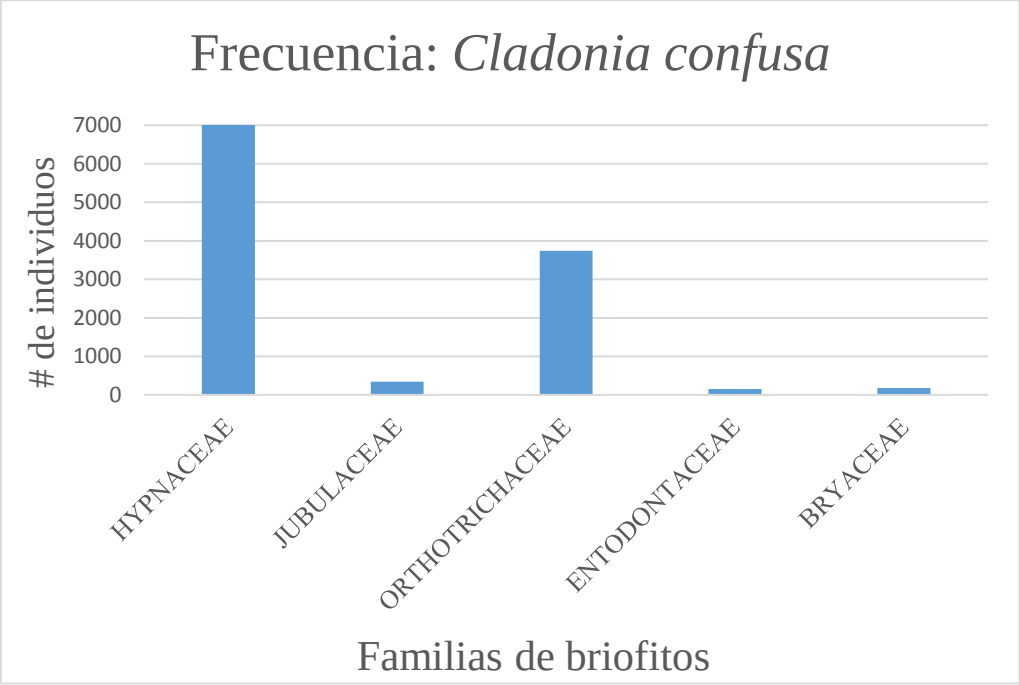

Figura N°19. Grafica de barras que muestra cual fue la frecuencia de líquenes *Cladonia confusa* en cada una de las familias de briofitos en donde estos fueron hallados en la totalidad del muestreo.

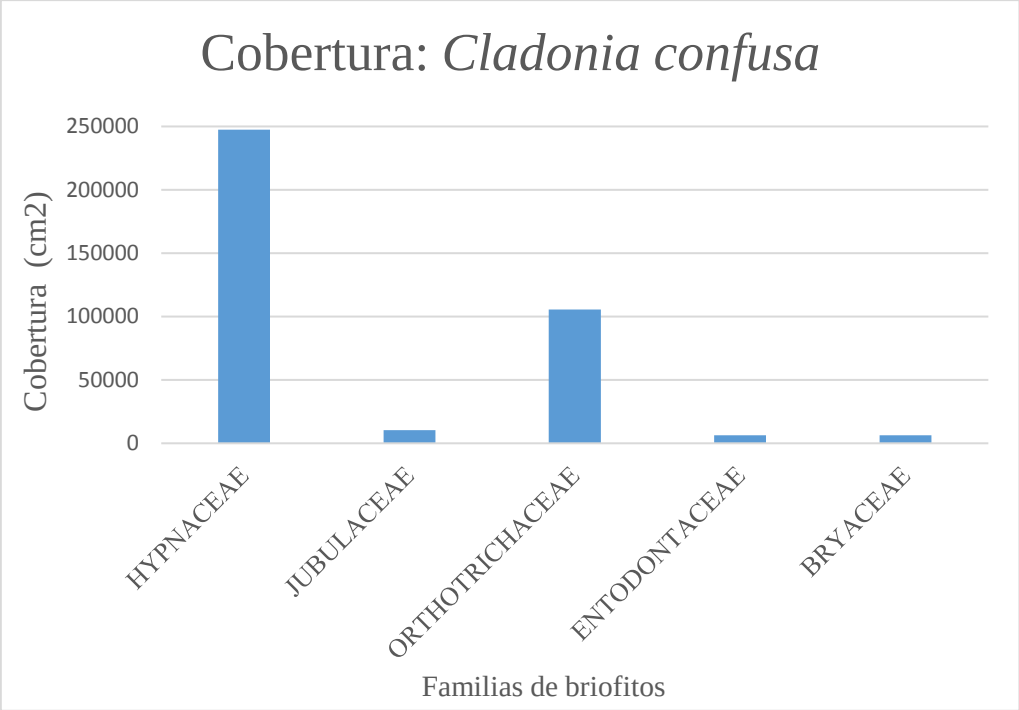

Figura N°20. Grafica de barras que enseña cual fue la cobertura en cm^2 de líquenes *Cladonia confusa* en cada una de las familias de musgos en donde estos fueron encontrados en la totalidad del muestreo.

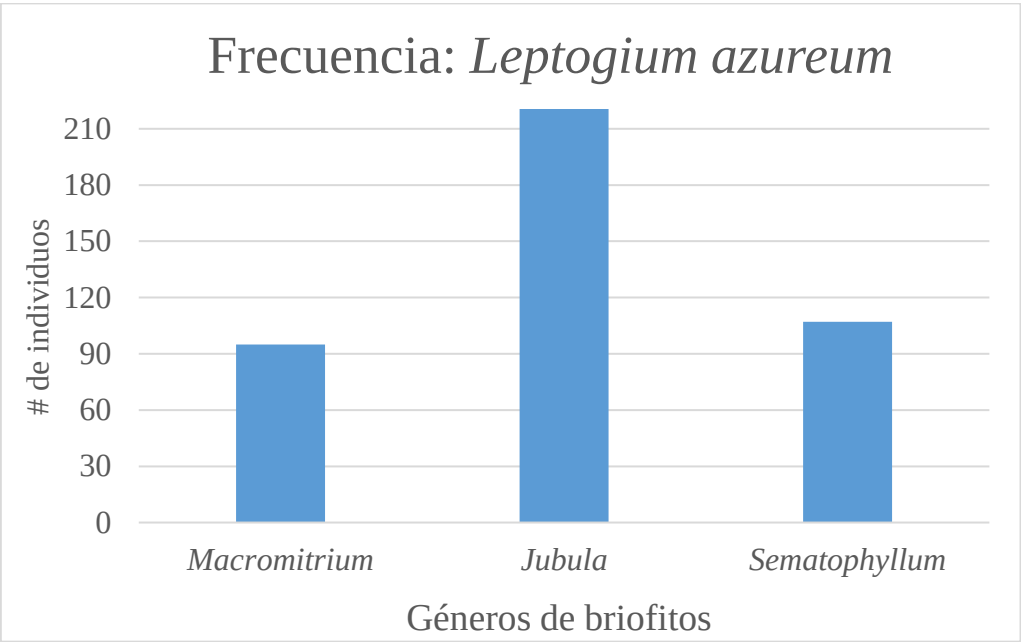

Figura N°21. Grafica de barras que representa el número de individuos que fueron registrados por cada género de briofitos que se encontraron como sustrato para el liquen *Leptogium azureum*.

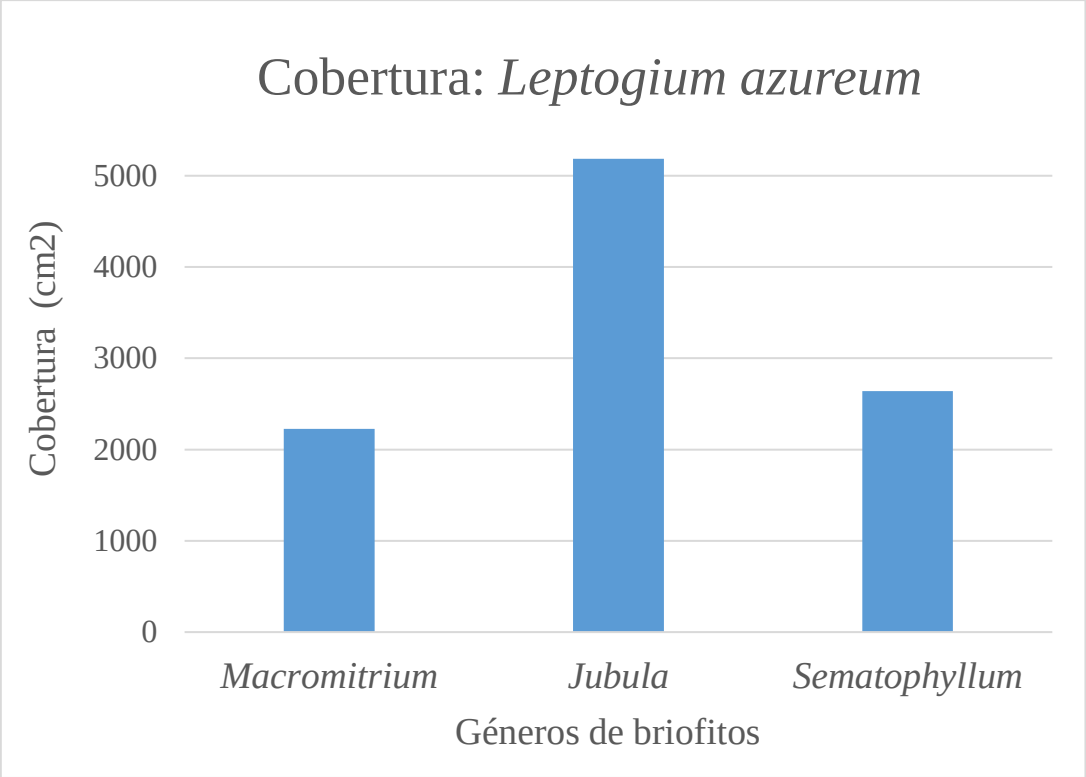

Figura N°22. Gráfico de cobertura en cm^2 de los líquenes *Leptogium azureum* por cada género de briofitos en donde estos fueron encontrados en la totalidad del muestreo.

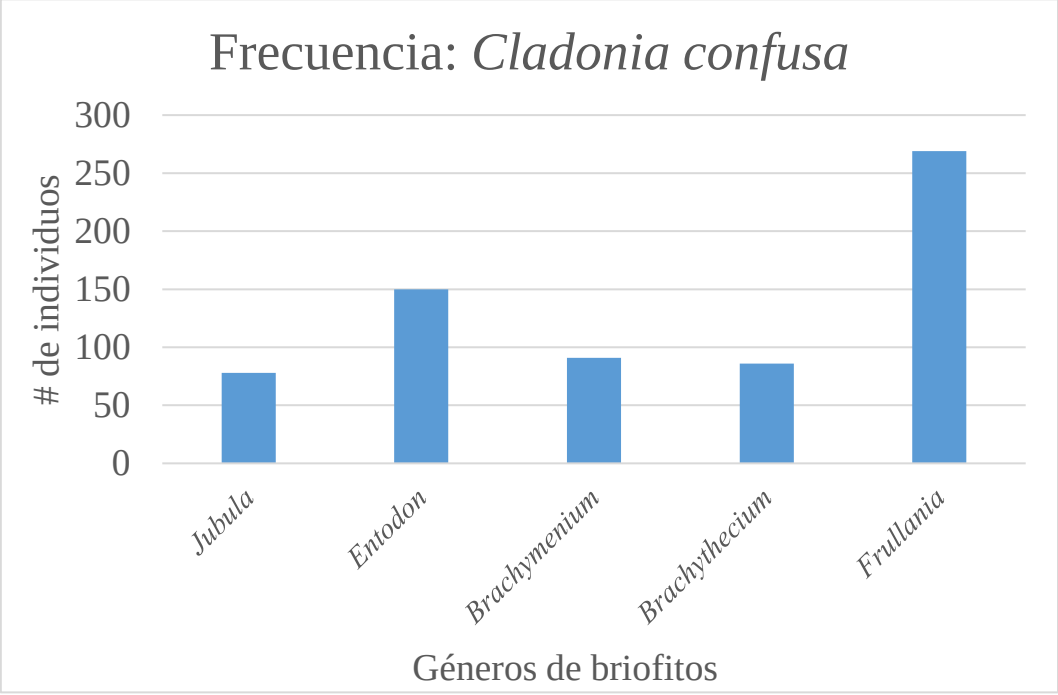

Figura N°23. Gráfico de la frecuencia de líquenes *Cladonia confusa* en cada uno de los eneros de briofitos en donde estos fueron encontrados en la totalidad del muestreo.

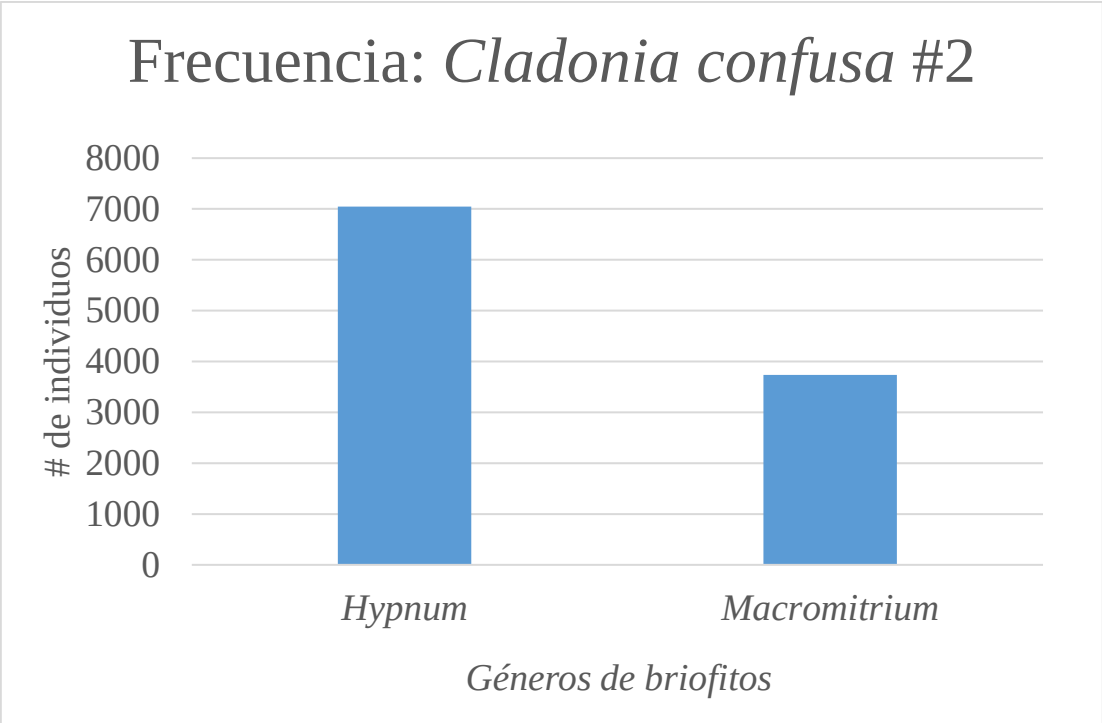

Figura N°24. Grafico extra para los datos de frecuencia de *Cladonia confusa* respecto a los géneros *Hypnum* y *Macromitrium* en los que se encontró distribuida.

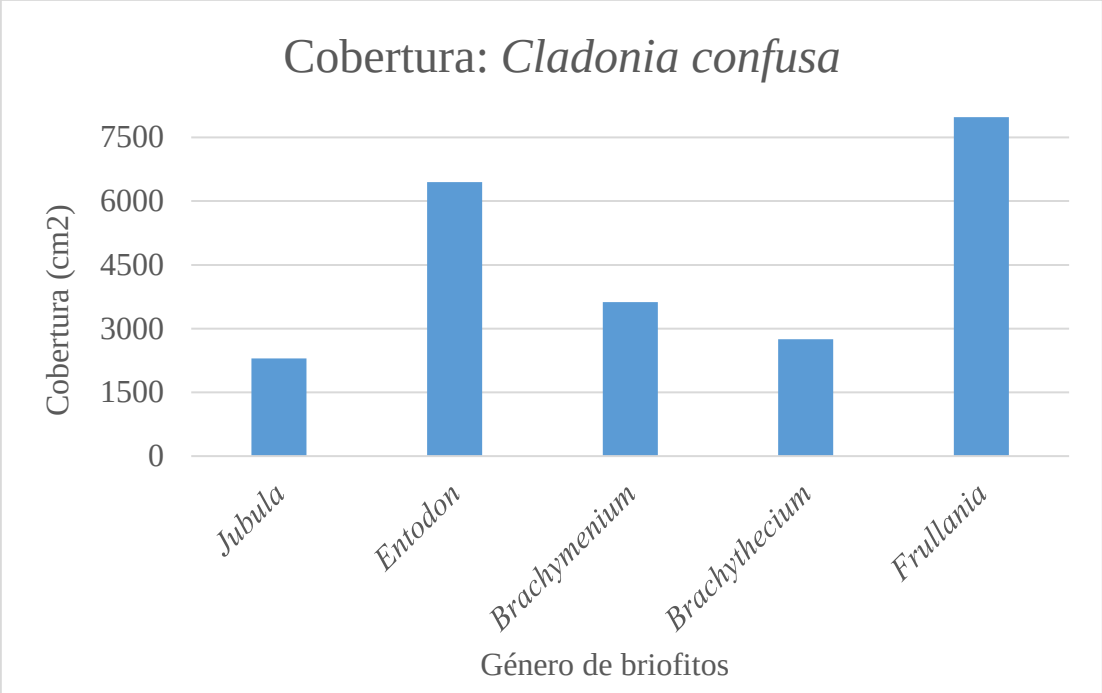

Figura N°25. Grafica de barras que enseña cual fue la frecuencia de líquenes *Leptogium azureum* en cada uno de los géneros de musgos en donde fueron encontrados en la totalidad del muestreo.

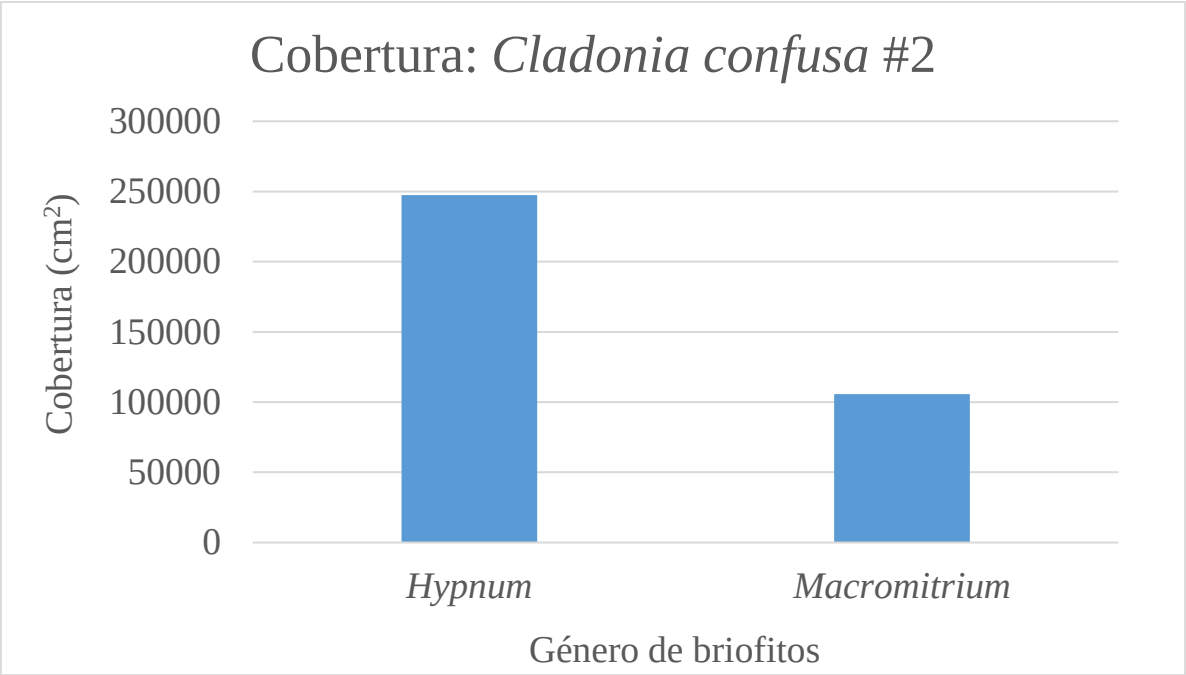

Figura N°26. Grafico extra para los datos de cobertura (cm^2) de *Cladonia confusa* respecto a los géneros *Hypnum* y *Macromitrium* en los que se encontró creciendo.

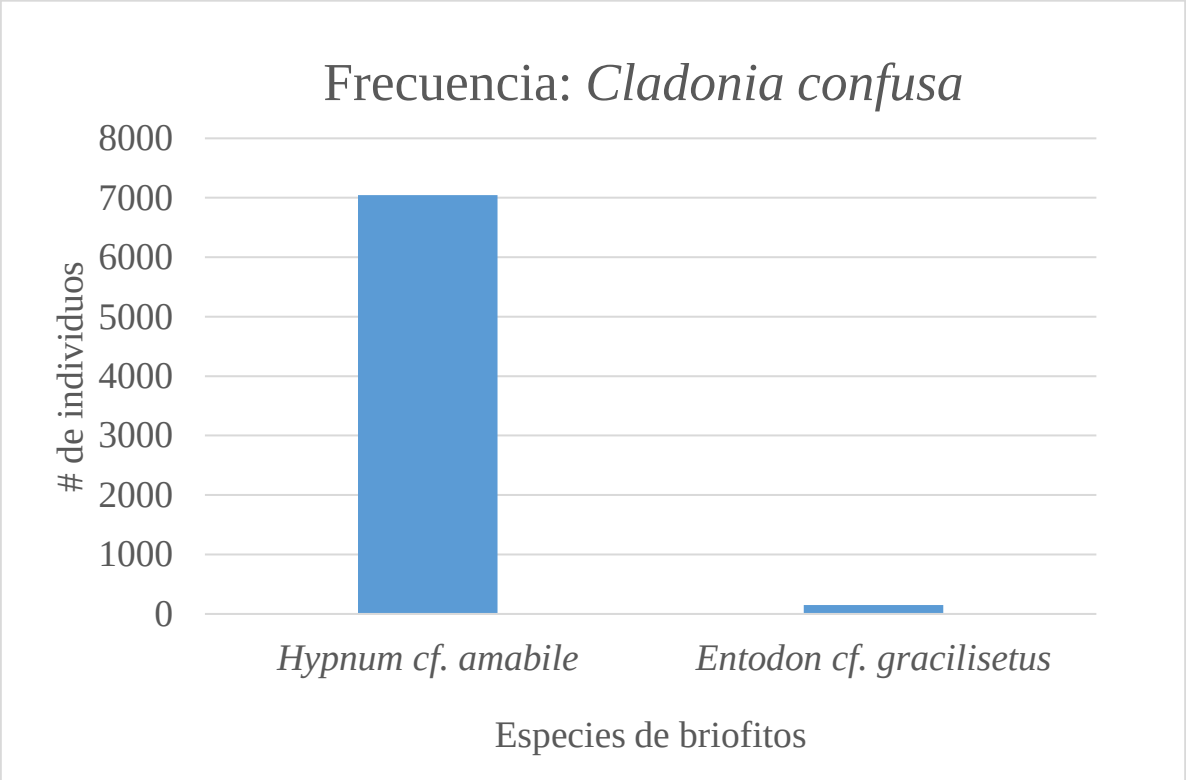

Figura N°27. Comparación de datos entre las dos especies en las que hubo distribución de *Cladonia confusa* en la totalidad del muestreo.

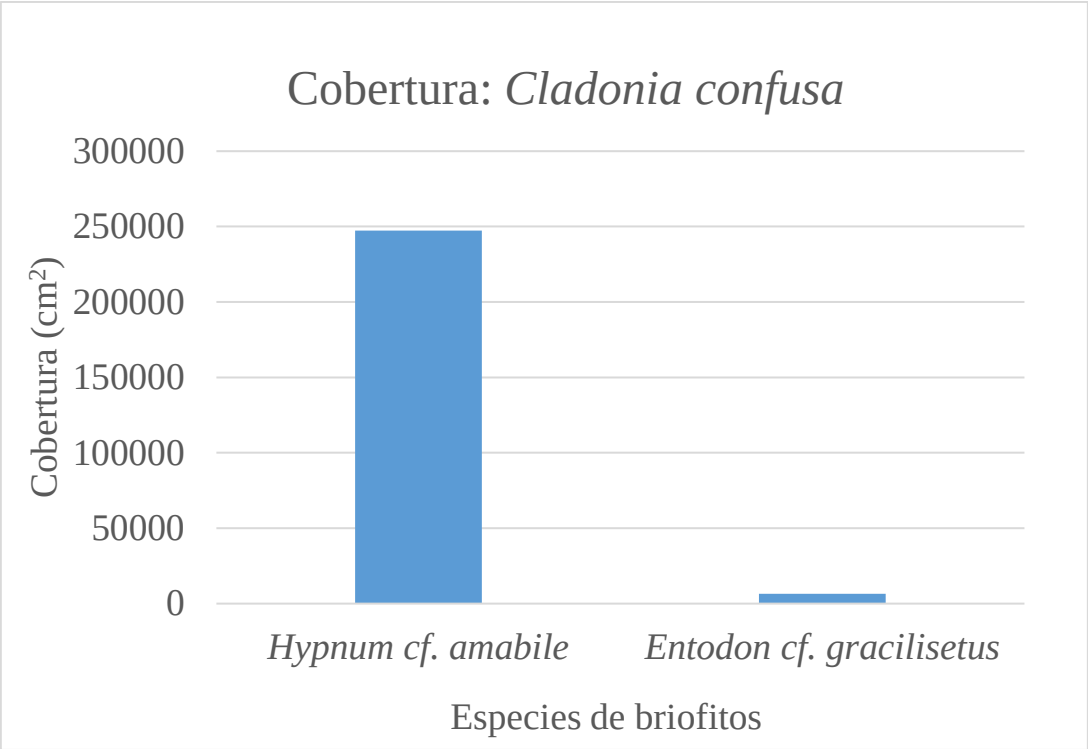

Figura N°28. Comparación de datos entre las dos especies en las que hubo incremento en la cobertura de *Cladonia confusa* en la totalidad del muestreo.

Nombre	*Jubula* morfo esp. #1	*Macromitrium*	*Sematophyllum* morfo esp. #1
Musgo	5852	2920	4692
Leptogium azureum	223	95	106

FIGURA N°29. Resultados de frecuencia liquenica respecto a la cobertura muscicola (cm^2) en la totalidad de senderos de la Reserva Biológica El Encenillo.

Nombre	*Jubula* morfo esp. #1	*Macromitrium*	*Sematophyllum* morfo esp. #1
Musgo	5852	2920	4692
Leptogium azureum	**0,1**	0	-0,2

FIGURA N°30. Resultados de frecuencia liquenica transformados según el Índice de selectividad de Ivlev**.** Resultado > 0: Preferencia (rojo). Resultado < 0: Sin preferencia (negro). Musgo

Nombre	*Jubula* morfo esp. #1	*Macromitrium*	*Sematophyllum* morfo esp. #1
Musgo	5852	2920	4692
Leptogium azureum	**0,3**	0,2	0,2

FIGURA N°31. Resultados de frecuencia liquenica transformados según el Índice de Alpha Manly**.** Si el resultado > 1/#Var.Ind. hay preferencia (marcado con rojo), y si el resultado < 1/#Var.Ind. no hay preferencia (marcado con negro).

Nombre	*Jubula* morfo esp. #1	*Macromitrium*	*Sematophyllum* morfo esp. #1
Musgo	5852	2920	4692
Leptogium azureum	0,3	0,3	0,2

FIGURA N°32. Resultados de frecuencia liquenica transformados según el Test de Duncan**.** Resultado > 0,3: Preferencia (rojo). Resultado < 0,3: Sin Musgo preferencia (negro).

Nombre	*Jubula* morfo esp. #1	*Macromitrium*	*Sematophyllum* morfo esp. #1
Musgo	5852	2920	4692
Leptogium azureum	**200,87**	**100,23**	161,06

FIGURA N°33. Resultados de frecuencia liquenica transformados según los Intervalos de confianza de Bailey**.** Inter. Super. < Uso Espec: Preferencia (rojo). Inter. Infer.> Uso Espec.: Sin Musgo preferencia (negro). Si Inter. Infer. < Uso Espec. < Inter. Super.: Hay uso (azul).

Nombre	*Jubula* morfo esp. #1	*Macromitrium*	*Sematophyllum* morfo esp. #1	*Jubula* morfo esp. #2
Musgo	5852	2920	4692	696
Leptogium azureum	4680	2228	2632	380

FIGURA N°34. Resultados de cobertura liquenica (cm^2) respecto a la cobertura muscicola (cm^2) en la totalidad de senderos de la Reserva Biológica El Encenillo.

Nombre	*Jubula* morfo esp. #1	*Macromitrium*	*Sematophyllum* morfo esp. #1	*Jubula* morfo esp. #2
Musgo	5852	2920	4692	696
Leptogium azureum	**0,1**	0	-0,1	-0,1

FIGURA N°35. Resultados de cobertura liquenica transformados según el Índice de selectividad de Ivlev**.** Resultado > 0: Preferencia (rojo). Resultado < 0: Sin Musgo preferencia (negro).

Nombre	*Jubula* morfo esp. #1	*Macromitrium*	*Sematophyllum* morfo esp. #1	*Jubula* morfo esp. #2
Musgo	5852	2920	4692	696
Leptogium azureum	0,1	0,1	0,1	0,1

FIGURA N°36. Resultados de cobertura liquenica transformados según el Índice de Alpha Manly**.** Si el resultado > 1/#Var.Ind. hay preferencia (marcado con rojo), y si el resultado < 1/#Var.Ind. no hay preferencia (marcado con negro).

Nombre	*Jubula* morfo esp. #1	*Macromitrium*	*Sematophyllum* morfo esp. #1	*Jubula* morfo esp. #2
Musgo	5852	2920	4692	696
Leptogium azureum	0,3	0,3	0,3	0,2

FIGURA N°37. Resultados de cobertura liquenica transformados según el Test de Duncan**.** Resultado > 0,3: Preferencia (rojo). Resultado < 0,3: Sin Musgo preferencia (negro).

Nombre	*Jubula* morfo esp. #1	*Macromitrium*	*Sematophyllum* morfo esp. #1	*Jubula* morfo esp. #2
Musgo	5852	2920	4692	696
Leptogium azureum	**4214,45**	**2102,91**	3379,05	501,24

FIGURA N°38. Resultados de cobertura liquenica transformados según los Intervalos de confianza de Bailey**.** Inter. Super. < Uso Espec: Preferencia (rojo). Inter. Infer.> Uso Espec.: Sin Musgo preferencia (negro). Si Inter. Infer. < Uso Espec. < Inter. Super.: Hay uso (azul).

Nombre	***Hypnum amabile***	***Frullania* sp.**	***Jubula* morfo esp. #1**	***Macromitrium***	***Brachymenium***	***Entodon* cf. *gracilisetus***	***Brachythecium***
Musgo	2121600	83200	78000	332000	19600	104000	14400
Cladonia confusa	7047	269	78	3739	91	150	86

FIGURA N°39. Resultados de frecuencia liquenica respecto a la cobertura muscicola (cm^2) en la totalidad de senderos de la Reserva Biológica El Encenillo.

Nombre	***Hypnum amabile***	***Frullania* sp.**	***Jubula* morfo esp. #1**	***Macromitrium***	***Brachymenium***	***Entodon* cf. *gracilisetus***	***Brachythecium***
Musgo	2121600	83200	78000	332000	19600	104000	14400
Cladonia confusa	-0,1	-0,1	-0,6	**0,5**	**0,1**	-0,5	**0,2**

FIGURA N°40. Resultados de frecuencia liquenica transformados según el Índice de selectividad de Ivlev**.** Resultado > 0: Preferencia (rojo). Resultado < 0: Sin Musgo preferencia (negro).

Nombre	***Hypnum amabile***	***Frullania* sp.**	***Jubula* morfo esp. #1**	***Macromitrium***	***Brachymenium***	***Entodon* cf. *gracilisetus***	***Brachythecium***
Musgo	2121600	83200	78000	332000	19600	104000	14400
Cladonia confusa	0,1	0,1	0	**0,4**	**0,2**	0	**0,2**

FIGURA N°41. Resultados de frecuencia liquenica transformados según el Índice de Alpha Manly**.** Si el resultado > 1/#Var.Ind. hay preferencia (marcado con rojo), y si el resultado < 1/#Var.Ind. no hay preferencia (marcado con negro).

Nombre	*Hypnum amabile*	*Frullania* sp.	*Jubula* morfo esp. #1	*Macromitrium*	*Brachymenium*	*Entodon* cf. *gracilisetus*	*Brachythecium*
Musgo	2121600	83200	78000	332000	19600	104000	14400
Cladonia confusa	0,3	0,2	0,1	**0,6**	0,3	0,1	**0,4**

FIGURA N°42. Resultados de frecuencia liquenica transformados según el Test de Duncan**.** Resultado > 0,3: Preferencia (rojo). Resultado < 0,3: Sin Musgo preferencia (negro).

Nombre	*Hypnum amabile*	*Frullania* sp.	*Jubula* morfo esp. #1	*Macromitrium*	*Brachymenium*	*Entodon* cf. *gracilisetus*	*Brachythecium*
Musgo	2121600	83200	78000	332000	19600	104000	14400
Cladonia confusa	8832,29	346,36	324,72	**1382,13**	**81,6**	432,96	**59,95**

FIGURA N°43. Resultados de frecuencia liquenica transformados según los Intervalos de confianza de Bailey**.** Inter. Super. < Uso Espec: Preferencia (rojo). Inter. Infer.> Uso Espec. : Sin Musgo preferencia (negro). Si Inter. Infer. < Uso Espec. < Inter. Super. : Hay uso (azul).

Nombre	*Hypnum amabile*	*Frullania* sp.	*Jubula* morfo esp. #1	*Macromitrium*	*Brachymenium*	*Entodon* cf. *gracilisetus*	*Herbertus* sp.	*Brachythecium*
Musgo	2121600	83200	78000	332000	19600	104000	19600	14400
Cladonia confusa	247427	7975	2300	105650	3625	6450	1025	2750

FIGURA N°44. Resultados de cobertura liquenica (cm^2) respecto a la cobertura muscicola (cm^2) en la totalidad de senderos de la Reserva Biológica El Encenillo.

Nombre	*Hypnum amabile*	*Frullania* sp.	*Jubula* morfo esp. #1	*Macromitrium*	*Brachymenium*	*Entodon* cf. *gracilisetus*	*Herbertus* sp.	*Brachythecium*
Musgo	2121600	83200	78000	332000	19600	104000	19600	14400
Cladonia confusa	-0,1	-0,2	-0,6	**0,4**	**0,2**	-0,4	-0,4	**0,2**

FIGURA N°45. Resultados de cobertura liquenica transformados según el Índice de selectividad de Ivlev**.** Resultado > 0: Preferencia (rojo). Resultado < 0: Sin Musgo preferencia (negro).

Nombre	*Hypnum amabile*	*Frullania* sp.	*Jubula* morfo esp. #1	*Macromitrium*	*Brachymenium*	*Entodon* cf. *gracilisetus*	*Herbertus* sp.	*Brachythecium*
Musgo	2121600	83200	78000	332000	19600	104000	19600	14400
Cladonia confusa	0,1	0,1	0	**0,3**	**0,2**	0,1	0	**0,2**

FIGURA N°46. Resultados de cobertura liquenica transformados según el Índice de Alpha Manly**.** Si el resultado > 1/#Var.Ind. hay preferencia (marcado con rojo), y si el resultado < 1/#Var.Ind. no hay preferencia (marcado con negro).

Nombre	*Hypnum amabile*	*Frullania* sp.	*Jubula* morfo esp. #1	*Macromitrium*	*Brachymenium*	*Entodon* cf. *gracilisetus*	*Herbertus* sp.	*Brachythecium*
Musgo	2121600	83200	78000	332000	19600	104000	19600	14400
Cladonia confusa	0,3	0,2	0,1	**0,5**	**0,4**	0,2	0,1	**0,4**

FIGURA N°47. Resultados de cobertura liquenica transformados según el Test de Duncan**.** Resultado > 0,3: Preferencia (rojo). Resultado < 0,3: Sin Musgo preferencia (negro).

Nombre	*Hypnum amabile*	*Frullania* sp.	*Jubula* morfo esp. #1	*Macromitrium*	*Brachymenium*	*Entodon* cf. *gracilisetus*	*Herbertus* sp.	*Brachythecium*
Musgo	2121600	83200	78000	332000	19600	104000	19600	14400
Cladonia confusa	288554,5	11315,86	10608,62	**45154,64**	**2665,76**	14144,83	2665,76	**1958,51**

FIGURA N°48. Resultados de cobertura liquenica transformados según los Intervalos de confianza de Bailey**.** Inter. Super. < Uso Espec: Preferencia (rojo). Inter. Infer.> Uso Espec.: Sin Musgo preferencia (negro). Si Inter. Infer. < Uso Espec. < Inter. Super.: Hay uso (azul)

Nombre	Muscícola	Cortícola
Sustrato	9476	3200
Leptogium azureum	322	148

Figura N°49. Resultados de frecuencia liquénica de *Leptogium azureum* respecto al área disponible (cm^2) de los sustratos en los que este fue avistado en la totalidad del muestreo.

Nombre	Muscícola	Cortícola
Sustrato	9476	3200
Leptogium azureum	0	**0,1**

Figura N°50. Resultados de frecuencia liquenica transformados según el Índice de selectividad de Ivlev**.** Resultado > 0: Preferencia (rojo). Resultado < 0: Sin Musgo preferencia (negro).

Nombre	Muscícola	Cortícola
Sustrato	9476	3200
Leptogium azureum	0,4	**0,6**

Figura N°51. Resultados de frecuencia liquenica transformados según el Índice de Alpha Manly**.** Si el resultado > 1/#Var.Ind. hay preferencia (marcado con rojo), y si el resultado < 1/#Var.Ind. no hay preferencia (marcado con negro).

Nombre	Muscícola	Cortícola
Sustrato	9476	3200
Leptogium azureum	0,3	**0,4**

Figura N°52. Resultados de frecuencia liquenica transformados según el Test de Duncan**.** Resultado > 0,3: Preferencia (rojo). Resultado < 0,3: Sin Musgo preferencia (negro).

Nombre	Muscícola	Cortícola
Sustrato	9476	3200
Leptogium azureum	351,35	**118,65**

Figura N°53. Resultados de frecuencia liquenica transformados según los Intervalos de confianza de Bailey**.** Inter. Super. < Uso Espec: Preferencia (rojo). Inter. Infer.> Uso Espec.: Sin Musgo preferencia (negro). Si Inter. Infer. < Uso Espec. < Inter. Super.: Hay uso (azul).

Nombre	Muscícola	Cortícola
Sustrato	14160	3200
Leptogium azureum	9920	2600

Figura N°54. Resultados de cobertura liquénica (cm^2) de *Leptogium azureum* respecto al área disponible (cm^2) de los sustratos en los que este fue avistado en la totalidad del muestreo.

Nombre	Muscícola	Cortícola
Sustrato	14160	3200
Leptogium azureum	0	**0,1**

Figura N°55. Resultados de frecuencia liquenica transformados según el Índice de selectividad de Ivlev**.** Resultado > 0: Preferencia (rojo). Resultado < 0: Sin Musgo preferencia (negro).

Nombre	Muscícola	Cortícola
Sustrato	14160	3200
Leptogium azureum	0,5	0,5

Figura N°56. Resultados de frecuencia liqueníca transformados según el Índice de Alpha Manly**.** Si el resultado > 1/#Var.Ind. hay preferencia (marcado con rojo), y si el resultado < 1/#Var.Ind. no hay preferencia (marcado con negro).

Nombre	Muscícola	Cortícola
Sustrato	14160	3200
Leptogium azureum	0,3	0,3

Figura N°57. Resultados de frecuencia liquenica transformados según el Test de Duncan**.** Resultado > 0,3: Preferencia (rojo). Resultado < 0,3: Sin Musgo preferencia (negro).

Nombre	Muscícola	Cortícola
Sustrato	14160	3200
Leptogium azureum	10212,17	**2307,83**

Figura N°58. Resultados de frecuencia liquenica transformados según los Intervalos de confianza de Bailey**.** Inter. Super. < Uso Espec: Preferencia (rojo). Inter. Infer.> Uso Espec.: Sin Musgo preferencia (negro). Si Inter. Infer. < Uso Espec. < Inter. Super.: Hay uso (azul).

Nombre	Muscícola	Terrícola
Sustrato	2752800	14400
Cladonia confusa	11460	20

Figura N°59. Resultados de frecuencia liquénica de *Cladonia confusa* respecto al área disponible (cm^2) de los sustratos en los que este fue avistado en la totalidad del muestreo.

Nombre	Muscícola	Terrícola
Sustrato	2752800	14400
Cladonia confusa	0	-0,5

Figura N°60. Resultados de frecuencia liquenica transformados según el Índice de selectividad de Ivlev**.** Resultado > 0: Preferencia (rojo). Resultado < 0: Sin Musgo preferencia (negro).

Nombre	Muscícola	Terrícola
Sustrato	2752800	14400
Cladonia confusa	**0,7**	0,3

Figura N°61. Resultados de frecuencia liquenica transformados según el Índice de Alpha Manly**.** Si el resultado > 1/#Var.Ind. hay preferencia (marcado con rojo), y si el resultado < 1/#Var.Ind. no hay preferencia (marcado con negro).

Nombre	Muscícola	Terrícola
Sustrato	2752800	14400
Cladonia confusa	0,3	0,1

Figura N°62. Resultados de frecuencia liquenica transformados según el Test de Duncan**.** Resultado > 0,3: Preferencia (rojo). Resultado < 0,3: Sin Musgo preferencia (negro).

Nombre	Muscícola	Terrícola
Sustrato	2752800	14400
Cladonia confusa	**11420,26**	59,74

Figura N°63. Resultados de frecuencia liquenica transformados según los Intervalos de confianza de Bailey**.** Inter. Super. < Uso Espec: Preferencia (rojo). Inter. Infer.> Uso Espec.: Sin Musgo preferencia (negro). Si Inter. Infer. < Uso Espec. < Inter. Super.: Hay uso (azul).

Nombre	Muscícola	Terrícola
Sustrato	2752800	14400
Cladonia confusa	376177	1825

Figura N°64. Resultados de frecuencia liquénica de *Cladonia confusa* respecto al área disponible (cm^2) de los sustratos en los que este fue avistado en la totalidad del muestreo.

Nombre	Muscícola	Terrícola
Sustrato	2752800	14400
Cladonia confusa	0,3	0,3

Figura N°65. Resultados de frecuencia liquenica transformados según el Índice de selectividad de Ivlev**.** Resultado > 0: Preferencia (rojo). Resultado < 0: Sin Musgo preferencia (negro).

Nombre	Muscícola	Terrícola
Sustrato	**2752800**	**14400**
Cladonia confusa	0,5	0,5

Figura N°66. Resultados de frecuencia liquenica transformados según el Índice de Alpha Manly**.** Si el resultado > 1/#Var.Ind. hay preferencia (marcado con rojo), y si el resultado < 1/#Var.Ind. no hay preferencia (marcado con negro).

Nombre	Muscícola	Terrícola
Sustrato	2752800	14400
Cladonia confusa	0	0

Figura N°67. Resultados de frecuencia liquenica transformados según el Test de Duncan**.** Resultado > 0,3: Preferencia (rojo). Resultado < 0,3: Sin Musgo preferencia (negro).

Nombre	Muscícola	Terrícola
Sustrato	2752800	14400
Cladonia confusa	**376035**	1967,05

Figura N°68. Resultados de frecuencia liquenica transformados según los Intervalos de confianza de Bailey**.** Inter. Super. < Uso Espec: Preferencia (rojo). Inter. Infer.> Uso Espec.: Sin Musgo preferencia (negro). Si Inter. Infer. < Uso Espec. < Inter. Super.: Hay uso (azul).

Nombre	Muscícola	Cortícola
Sustrato	9476	3200
Leptogium azureum	322	148

Figura N°49. Resultados de frecuencia liquénica de *Leptogium azureum* respecto al área disponible (cm^2) de los sustratos en los que este fue avistado en la totalidad del muestreo.

Nombre	Muscícola	Cortícola
Sustrato	9476	3200
Leptogium azureum	0	**0,1**

Figura N°50. Resultados de frecuencia liquenica transformados según el Índice de selectividad de Ivlev**.** Resultado > 0: Preferencia (rojo). Resultado < 0: Sin Musgo preferencia (negro).

Nombre	Muscícola	Cortícola
Sustrato	9476	3200
Leptogium azureum	0,4	**0,6**

Figura N°51. Resultados de frecuencia liquenica transformados según el Índice de Alpha Manly**.** Si el resultado > 1/#Var.Ind. hay preferencia (marcado con rojo), y si el resultado < 1/#Var.Ind. no hay preferencia (marcado con negro).

Nombre	Muscícola	Cortícola
Sustrato	9476	3200
Leptogium azureum	0,3	**0,4**

Figura N°52. Resultados de frecuencia liquenica transformados según el Test de Duncan**.** Resultado > 0,3: Preferencia (rojo). Resultado < 0,3: Sin Musgo preferencia (negro).

Nombre	Muscícola	Cortícola
Sustrato	9476	3200
Leptogium azureum	351,35	**118,65**

Figura N°53. Resultados de frecuencia liquenica transformados según los Intervalos de confianza de Bailey**.** Inter. Super. < Uso Espec: Preferencia (rojo). Inter. Infer.> Uso Espec.: Sin Musgo preferencia (negro). Si Inter. Infer. < Uso Espec. < Inter. Super.: Hay uso (azul).

Nombre	Muscícola	Cortícola
Sustrato	14160	3200
Leptogium azureum	9920	2600

Figura N°54. Resultados de cobertura liquénica (cm^2) de *Leptogium azureum* respecto al área disponible (cm^2) de los sustratos en los que este fue avistado en la totalidad del muestreo.

Nombre	Muscícola	Cortícola
Sustrato	14160	3200
Leptogium azureum	0	**0,1**

Figura N°55. Resultados de frecuencia liquenica transformados según el Índice de selectividad de Ivlev**.** Resultado > 0: Preferencia (rojo). Resultado < 0: Sin Musgo preferencia (negro).

Nombre	Muscícola	Cortícola
Sustrato	14160	3200
Leptogium azureum	0,5	0,5

Figura N°56. Resultados de frecuencia liqueníca transformados según el Índice de Alpha Manly**.** Si el resultado > 1/#Var.Ind. hay preferencia (marcado con rojo), y si el resultado < 1/#Var.Ind. no hay preferencia (marcado con negro).

Nombre	Muscícola	Cortícola
Sustrato	14160	3200
Leptogium azureum	0,3	0,3

Figura N°57. Resultados de frecuencia liquenica transformados según el Test de Duncan**.** Resultado > 0,3: Preferencia (rojo). Resultado < 0,3: Sin Musgo preferencia (negro).

Nombre	Muscícola	Cortícola
Sustrato	14160	3200
Leptogium azureum	10212,17	**2307,83**

Figura N°58. Resultados de frecuencia liquenica transformados según los Intervalos de confianza de Bailey**.** Inter. Super. < Uso Espec: Preferencia (rojo). Inter. Infer.> Uso Espec.: Sin Musgo preferencia (negro). Si Inter. Infer. < Uso Espec. < Inter. Super.: Hay uso (azul).

Nombre	Muscícola	Terrícola
Sustrato	2752800	14400
Cladonia confusa	11460	20

Figura N°59. Resultados de frecuencia liquénica de *Cladonia confusa* respecto al área disponible (cm^2) de los sustratos en los que este fue avistado en la totalidad del muestreo.

Nombre	Muscícola	Terrícola
Sustrato	2752800	14400
Cladonia confusa	0	-0,5

Figura N°60. Resultados de frecuencia liquenica transformados según el Índice de selectividad de Ivlev**.** Resultado > 0: Preferencia (rojo). Resultado < 0: Sin Musgo preferencia (negro).

Nombre	Muscícola	Terrícola
Sustrato	2752800	14400
Cladonia confusa	**0,7**	0,3

Figura N°61. Resultados de frecuencia liquenica transformados según el Índice de Alpha Manly**.** Si el resultado > 1/#Var.Ind. hay preferencia (marcado con rojo), y si el resultado < 1/#Var.Ind. no hay preferencia (marcado con negro).

Nombre	Muscícola	Terrícola
Sustrato	2752800	14400
Cladonia confusa	0,3	0,1

Figura N°62. Resultados de frecuencia liquenica transformados según el Test de Duncan**.** Resultado > 0,3: Preferencia (rojo). Resultado < 0,3: Sin Musgo preferencia (negro).

Nombre	Muscícola	Terrícola
Sustrato	2752800	14400
Cladonia confusa	**11420,26**	59,74

Figura N°63. Resultados de frecuencia liquenica transformados según los Intervalos de confianza de Bailey**.** Inter. Super. < Uso Espec: Preferencia (rojo). Inter. Infer.> Uso Espec.: Sin Musgo preferencia (negro). Si Inter. Infer. < Uso Espec. < Inter. Super.: Hay uso (azul).

Nombre	Muscícola	Terrícola
Sustrato	2752800	14400
Cladonia confusa	376177	1825

Figura N°64. Resultados de frecuencia liquénica de *Cladonia confusa* respecto al área disponible (cm^2) de los sustratos en los que este fue avistado en la totalidad del muestreo.

Nombre	Muscícola	Terrícola
Sustrato	2752800	14400
Cladonia confusa	0,3	0,3

Figura N°65. Resultados de frecuencia liquenica transformados según el Índice de selectividad de Ivlev**.** Resultado > 0: Preferencia (rojo). Resultado < 0: Sin Musgo preferencia (negro).

Nombre	Muscícola	Terrícola
Sustrato	**2752800**	**14400**
Cladonia confusa	0,5	0,5

Figura N°66. Resultados de frecuencia liquenica transformados según el Índice de Alpha Manly**.** Si el resultado > 1/#Var.Ind. hay preferencia (marcado con rojo), y si el resultado < 1/#Var.Ind. no hay preferencia (marcado con negro).

Nombre	Muscícola	Terrícola
Sustrato	2752800	14400
Cladonia confusa	0	0

Figura N°67. Resultados de frecuencia liquenica transformados según el Test de Duncan**.** Resultado > 0,3: Preferencia (rojo). Resultado < 0,3: Sin Musgo preferencia (negro).

Nombre	Muscícola	Terrícola
Sustrato	2752800	14400
Cladonia confusa	**376035**	1967,05

Figura N°68. Resultados de frecuencia liquenica transformados según los Intervalos de confianza de Bailey**.** Inter. Super. < Uso Espec: Preferencia (rojo). Inter. Infer.> Uso Espec.: Sin Musgo preferencia (negro). Si Inter. Infer. < Uso Espec. < Inter. Super.: Hay uso (azul).

Figura N°69. Morfoespecie #1 del género *Jubula*.

Figura N°70. Morfoespecie #2 del género *Jubula*.

Figura N°71. Morfoespecie #1 del género *Sematophyllum.*

Figura N°72. Morfoespecie #2 del género *Sematophyllum.*