

LIQUENES Y BRIOFITOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA

JASMILLY BENAVIDES CESPEDES

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOLOGÍA
BUCARAMANGA
2004**

LIQUENES Y BRIOFITOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA

JASMILLY BENAVIDES CESPEDES

Trabajo de grado para obtener el título de Bióloga

**Director Edgar Leonardo Linares Castillo
Curador General Herbario Nacional Colombiano
Instituto de Ciencias Naturales
Universidad Nacional de Colombia**

**Co-director: Humberto Emilio García Pinzón
Profesor Asistente
Escuela de Biología
Universidad Industrial de Santander**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOLOGÍA
BUCARAMANGA
2004**

Dedico este trabajo especialmente a DIOS Todopoderoso, por la grandeza de su amor

A mis padres, por su gran esfuerzo, apoyo, comprensión y confianza brindado siempre en
la realización mis metas

A mis Hermanos Jackeline, Maritza y José Santiago

A Sergio Andres por su confianza y deseos de verme triunfar siempre

A todas las personas que me acompañaron y apoyaron durante este proceso de formación

A mis demás familiares y amigos por sus consejos y estímulos para alcanzar esta meta...

A Camilo Andres Leuro in memoriam

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no habría sido posible sin el apoyo incondicional de muchas personas e instituciones que me brindaron su colaboración y apoyo.

En primer lugar expreso mis agradecimientos al **Instituto de Ciencias Naturales** de la Universidad Nacional de Colombia por permitirme el acceso a las instalaciones, el uso de los equipos y del material bibliográfico. Al **Herbario Nacional Colombiano**, COL, por permitirme el estudio de los exsicados, para la confirmación de las determinaciones y la preservación de copia del material colectado. Al **Herbario de la Universidad Industrial de Santander** UIS, Escuela de Biología por el acceso a sus instalaciones y por el préstamo de sus equipos y bibliografía para la determinación del material.

A la **Corporación autónoma para la defensa de la meseta de Bucaramanga**, CDMB, por su respaldo al permitirme realizar los muestreos en relictos de su jurisdicción.

A la **Gobernación de Santander**, por facilitarme los planes de ordenamiento territorial de los diferentes municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta

Al profesor **Edgar Linares Castillo**, por su respaldo, confianza, dedicación y paciencia en el desarrollo de este trabajo. De igual forma al profesor **Humberto García Pinzón**, por sus enseñanzas, apoyo, confianza, respaldo y colaboración en la realización del mismo.

A **Maribel Pinzón Buitrago** por sus importantes consejos y apoyo a lo largo de este trabajo, además por su colaboración en la determinación del material de hepáticas y líquenes.

A **Angelo Plata Torres**, por su amistad, sus consejos y todo su apoyo en la fase de colecta del material y trabajo de laboratorio.

Al Ingeniero **Adolfo León Arenas Landínez**, decano de la Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, por su apoyo y respaldo para el desarrollo de este trabajo

A **mis padres**, porque con su gran esfuerzo y dedicación me permitieron acceder a estudios universitarios y con sus innumerables consejos buscan formar una persona llena de valores para llevar una vida íntegra

A mis **hermanos**, por sus consejos y apoyo para no desfallecer en los momentos difíciles

A todas las personas que de una u otra forma pusieron su granito de arena para la realización de este proyecto.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. ANTECEDENTES	3
2. JUSTIFICACION	9
3. OBJETIVOS	11
3.1 OBJETIVO GENERAL	11
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	11
4. ÁREA DE ESTUDIO	12
4.1 UBICACIÓN GEOGRAFICA	12
4.2 LOCALIZACION Y LIMITES	12
4.2.1 Bucaramanga	12
4.2.2 Floridablanca	12
4.2.3 Girón	13
4.2.4 Piedecuesta	13
4.3 FISIOGRAFIA Y GEOMORFOLOGIA	15
4.4 VEGETACION	17

4.5 ASPECTOS CLIMATICOS	18
4.5.1 Clima	18
4.5.2 Precipitación	19
4.5.3 Balance hídrico	19
5. MATERIALES Y MÉTODOS	21
5.1 MATERIAL BIOLÓGICO	21
5.2 SELECCIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO	21
5.3 FASE DE CAMPO	23
5.3.1 Obtención del material vegetal	23
5.3.2 Registro de cobertura	24
5.4 PROCESAMIENTO DEL MATERIAL	24
5.4.1 Herborización	24
5.4.2 Determinación de los ejemplares	25
5.5 ANÁLISIS DE DATOS	25
5.5.1 Análisis de diversidad Alfa	25
5.5.2 Análisis de diversidad Beta	25
5.5.3 Análisis de distribución	26
5.5.4 Abundancia	26
5.5.5 Catálogo florístico	26

6. RESULTADOS	27
6.1 DIVERSIDAD ALFA	28
6.1.1 Diversidad por municipios	28
6.1.2 Diversidad por sustratos	29
6.1.3 Índices de diversidad	33
6.2 DIVERSIDAD BETA	34
6.2.1 Similaridad de especies entre municipios	34
6.2.2 Similaridad de especies entre sustratos y municipios del área metropolitana	35
6.3 DISTRIBUCIÓN	38
6.4 CATALOGO FLORISTICO	40
7. DISCUSIÓN	55
7.1 DIVERSIDAD	55
7.2 DISTRIBUCION	61
8. CONCLUSIONES	63
9. RECOMENDACIONES	65
BIBLIOGRAFIA	67
ANEXOS	74

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Zona de amenaza alta por erosión y deslizamientos	9
Figura 2. Zona de inestabilidad geológica. Construcción de viviendas en zonas altamente sensibles a la erosión y a los procesos de remoción en masa	10
Figura 3. Mapa físico del área metropolitana de Bucaramanga	14
Figura 4. Riqueza de líquenes por sustrato	30
Figura 5. Riqueza de hepáticas por sustrato	31
Figura 6. Riqueza de musgos por sustrato	31

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Respuesta de los líquenes al dióxido de azufre (SO ₂)	4
Tabla 2. Número de familias, géneros y especies de líquenes y briófitos encontrados en el área metropolitana de Bucaramanga	27
Tabla 3. Número de familias, géneros y especies por municipios	32
Tabla 4. Diversidad de especies por municipio calculada a partir de índices estadísticos	33
Tabla 5. Similaridad de especies entre municipios	35
Tabla 6. Similaridad de especies entre sustratos y municipios del área metropolitana	37
Tabla 7. Distribución poblacional del área metropolitana de Bucaramanga	83

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Formato de campo	74
Anexo B. Listado de presencia/ausencia de especies por sustrato	75
Anexo C. Listado de presencia/ausencia de especies por municipio	77
Anexo C. Cobertura de las especies dentro de cada relicto de bosque	79
Anexo E. Estructura demográfica	83
Anexo F. Forma de uso de la plantilla	84
Anexo G. Algunos líquenes y briófitos encontrados	85

TITULO: LIQUENES Y BRIOFITOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA *

Autora: JASMILLY BENAVIDES CESPEDES **

Palabras claves: relictos urbanos, remanentes de vegetación, bioindicadores, indicadores de polución, contaminación

RESUMEN

En el presente trabajo se caracteriza la vegetación liquenológica y briológica del área metropolitana de Bucaramanga con relación a su composición florística, diversidad y distribución evaluada para cuatro relictos de bosque ubicados en la zona urbana de los municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta.

De los relictos escogidos, correspondió uno para cada municipio. Se realizaron 180 levantamientos usando la metodología de Iwatsuki (1960) en la que se emplearon plantillas de acetato para medir la cobertura vegetal en superficies regulares e irregulares. Se muestrearon sobre sustratos corticícola, rupícola y terrestre, reportando 52 especies, distribuidas en 39 géneros, pertenecientes a 28 familias para el área metropolitana. Los briófitos con 43 especies, 33 géneros y 22 familias se presentaron en mayor proporción que los líquenes de los cuales sólo se reportaron 9 especies, en 6 géneros y 6 familias.

Los resultados permiten afirmar que la composición, diversidad y distribución están relacionadas con la complejidad del ambiente, la influencia del clima y el grado de contaminación. Los líquenes presentaron mayor diversidad en el sustrato corticícola, especialmente en los relictos donde la contaminación por las emisiones atmosféricas y la polución no es muy alta. En tanto, los briófitos a pesar de ser sensibles a la contaminación, incrementaron su diversidad en el sustrato terrestre, especialmente en relictos donde la estructura de la vegetación vascular es más compleja y le proporciona mejores condiciones de humedad para su desarrollo.

Con este trabajo se contribuye al conocimiento de la vegetación criptogámica presente en los municipios que conforman el área metropolitana de Bucaramanga. Adicionalmente con los datos obtenidos se presenta el catálogo preliminar de los líquenes y briófitos para esta zona.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ciencias. Escuela de Biología. UIS

Director: Edgar Linares Castillo, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia

Co-director: Humberto García Pinzón, Facultad de ciencias, Escuela de Biología, UIS

**TITULE: LICHENES AND BRIOPHYTHES OF THE METROPOLITAN AREA OF
BUCARAMANGA ***

Author: JASMILLY BENAVIDES CESPEDES **

Keywords: Urbans relicts, forest fragment, bioindicator, pollution indicator, contamination

ABSTRACT

In this work, lichenologic and bryologic vegetation was characterized in Bucaramanga's metropolitan area, with relationship to its floristic composition, diversity and distribution, evaluated to four forest fragments located in the urban area of Bucaramanga, Floridablanca, Girón and Piedecuesta town.

Four forest fragments were chosen, one for each town. 180 plots were carried out by Iwatsuki's (1960) methodology, acetate leaf were used to measure the vegetable covering in regular and irregular surfaces. The sustrates back, rock and ground were working, reporting 52 species, distributed in 39 genera, belonging to 28 families for the metropolitan area. The bryophytes with 43 species, 33 genera and 22 families were presented in more proportion that the lichens, 9 species, in just 6 genera and 6 families just were reported.

The results permit to affirm that composition, diversity and distribution are related with the environment complexity, climate influence and contamination degree. The lichens presented more diversity in the sustrate back, especially in the fragment where the contamination by atmospheric emissions and the pollution is not very high. As long as, the bryophytes increased their diversity in the ground sustrate, although, they are more sensitive to the contamination, especially in the fragment where the structure of the vascular vegetation is more complex and it provides him better humidity conditions for its growing.

This work supports the knowledge of cryptogamic vegetation in the towns that conform the Bucaramanga's metropolitan area. Additionally with the obtained data is presented the preliminary catalog of the lichens and bryophytes for this area.

* Grade work

** Science faculty. Biology school. UIS

Director: Edgar Linares Castillo, Sciences Natural Institute, National University of Colombia

Co-director: Humberto García Pinzón, Science faculty, Biology school, UIS

INTRODUCCIÓN

El Área Metropolitana de Bucaramanga, conformada por los municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta, se encuentra en un rango altitudinal comprendido entre los 700 y 1200 m.s.n.m, caracterizada por vegetación correspondiente a bosque secundario. Está situada en una meseta donde las características geológicas y topográficas, además de los cauces naturales que la drenan, son las causas principales del fenómeno de erosión.

Este problema de erosión existente en el área, se ha acentuado debido al crecimiento urbano que afecta las condiciones naturales con la creciente transformación del paisaje. El crecimiento poblacional es un factor importante que ha inducido al desplazamiento forzoso de los bosques y zonas verdes, dejándolos relegados sólo a aquellos lugares donde por normatividad ambiental deben conservarse espacios como pulmones para la comunidad.

Otro factor que también ha influido en la erosión es la deforestación, ya que al reemplazarse la vegetación nativa por cultivos limpios y construcciones de concreto, las áreas se reducen o quedan expuestas al intemperismo que las convierten en tierras inservibles. Esta transformación acelerada de los bosques por construcciones de concreto, destruyen la vegetación vascular y con ella, se reducen las opciones de alcanzar el conocimiento en grupos que dependen de ellas para sobrevivir.

Con los estudios realizados en el país, se tiene algún conocimiento relacionado con líquenes y briófitos, pero todavía faltan estudios en la mayor parte del territorio nacional. No se conoce con certeza el número exacto de las especies que se tienen ni su distribución, lo que si se sabe es que la mayor parte de ellas dependen de la vegetación vascular para su existencia y que su destrucción las afecta irremediablemente.

De acuerdo a lo anterior, el estudio de briófitos en áreas urbanas debería tomar cada vez más fuerza, dado que, con el crecimiento de las ciudades y la reducción de los relictos boscosos, se destruyen ambientes apropiados para determinadas especies, llevando en ocasiones a que sean eliminadas en forma definitiva.

En este trabajo se realiza una contribución al conocimiento de la diversidad y distribución de los líquenes y briófitos presentes en los municipios que conforman el área metropolitana de Bucaramanga, mediante la descripción y caracterización de la vegetación criptogámica en relictos de bosque. Adicionalmente los datos obtenidos permiten presentar el catálogo preliminar de los líquenes y briófitos de esta zona.

El estudio de los líquenes y briófitos, se constituye como estudio pionero en relictos de bosque en zonas urbanas del área metropolitana de Bucaramanga y los resultados obtenidos suman información de importancia al conocimiento de la vegetación en el departamento de Santander.

1. ANTECEDENTES

La crítica situación en que se hallan nuestros bosques, evidencia la necesidad de diseñar programas que permitan obtener información sobre la composición florística, estructura y función de los ecosistemas naturales a fin de buscar estrategias y correctivos frente a su reducción y destrucción.

Duran (1993, citado por Delgadillo 2000), afirma que los cambios en la diversidad, incluyendo la extinción de especies o de comunidades de musgos, son debidos principalmente a la desaparición de hábitat naturales en el ambiente urbano y a la contaminación atmosférica.

Los líquenes y briófitos son grupos de plantas muy pequeños que han colonizado el medio terrestre y ocupan un lugar importante después de las plantas vasculares; se desarrollan mejor en condiciones naturales favorables, pero se han adaptado a ambientes con algún grado de contaminación, siendo en algunas ocasiones catalogado como bioindicadores de polución.

En los últimos años, estos grupos han tomado mayor relevancia debido a su utilización como bioindicadores de contaminación del aire. Según Duffus (1983 citado por Enzensberg, 2000), a los líquenes se les debe tener consideración especial debido a que estos vegetales presentan una sensibilidad extremadamente alta a los contaminantes atmosféricos. Por su parte, en los briófitos, la ausencia de una cutícula protectora de los tejidos los hace muy sensibles como indicadores de la presencia de diversos agentes de polución del aire y del agua. La sensibilidad de los briofitos a la polución es mayor en las especies que crecen sobre los árboles o epifitas, resulta menor en las rupícolas -las que crecen sobre rocas- y aún menor en las formas que crecen sobre el suelo o terrícolas. Esta sensibilidad está siendo especialmente investigada para los gases tóxicos del aire.

Según Matteri (1998), los briofitos son aptos para concentrar metales pesados en grandes cantidades, como zinc, plomo, hierro, cobre, níquel, cadmio, entre otros. Se ha demostrado que los céspedes de musgos, por ejemplo en Rusia y Japón, tienen una alta capacidad para retener agentes radiactivos del aire como Cesio o Zirconio.

El término bioindicador es usado para organismos que responden a la carga de contaminación cambiando sus funciones vitales o acumulando contaminantes. Los distintos géneros de líquenes responden en diferente forma a la contaminación atmosférica, debido a su particular sensibilidad a las impurezas del aire, son capaces de absorber los nutrientes y contaminantes en forma gaseosa o disueltos en agua de lluvia y almacenarlos en forma diluida, pudiendo emplearse para detectar la contaminación atmosférica y muy particularmente la presencia de SO₂, HCL, NO_x y O₃. (Enzensberg, 2000).

Tabla 1. Respuesta de los líquenes al dióxido de azufre (SO₂)

Tipos de líquenes en troncos o rocas		Calidad del aire	Cantidad de SO ₂ (mg /m ³)
Ausencia de líquenes		Extremadamente contaminado	> 170
Sí líquenes pero con "verdín" (alga <i>Pleurococcus</i>)		Muy contaminado	150-170
Presencia de líquenes	Crustáceos	Bastante contaminado	125
	Foliáceos	Poco contaminado	30 - 70
	Fruticolosos	Muy poco contaminado	< 30
	Filamentosos	Sin contaminación	0

Fuente: Enzensberg (2000).

Los líquenes pueden acusar los efectos de ciertas actividades humanas, de ahí su utilización como bioindicadores de contaminación; por ejemplo la contaminación por dióxido de azufre, debida al empleo de carbón, es sin duda alguna, el principal responsable de la desaparición de los líquenes en muchas regiones de la Europa industrializada. (Purvis & Wedin, 1999).

La fisiología de los líquenes y briófitos explica su éxito en condiciones climáticas desfavorables a los otros vegetales como la causa de que sean tan buenos indicadores de contaminación. En los líquenes, el poder de acumulación que presentan, está ligado a la presencia en su interior de un tejido esponjoso que permite conservar la humedad. La humedad y la sequía pueden suceder rápidamente, pero los líquenes toleran bien la deshidratación. Cuando se desecan, su actividad metabólica se interrumpe. (Purvis & Wedin, 1999).

Los estudios de líquenes en zonas urbanas se han centrado en medir la contaminación como factor ecológico, sin dejar de lado los trabajos en diversidad y distribución. En cuanto a briófitos, los estudios de composición, distribución y diversidad, han marcado la pauta para aumentar el conocimiento de este grupo. También se han realizado estudios anatómicos y morfológicos, encontrando nueva información relacionada con acumulación de metales, propiedades antibióticas y antitumorales, pero especialmente se destaca la sensibilidad a la polución debida a la ausencia de una cutícula protectora de los tejidos.

Armstrong (1972), reportó la distribución de líquenes sobre rocas ubicadas en áreas de alta polución, influenciada por factores asociados a incremento de altitud, temperatura, alta intensidad y exposición.

Harris (1970) midió la distribución de tres especies de líquenes corticícolas en Ontario, reportando las relaciones existentes entre la fisiología y los factores ecológicos, intensidad de luz y variabilidad de agua.

Keizer et al. (1985) estudiaron la influencia de los briófitos en la germinación de fanerógamas de acuerdo con factores abióticos en Holanda.

Reinoso & Smyth (1985) realizaron un avance sobre el estudio de la flora briológica de la ciudad de Santiago de Compostela (Galicia, España).

Estébanez, et al. (2001) refieren su trabajo al mecanismo por el cual los musgos acumulan minerales en sus células; con ello se enfatiza la capacidad de crear su propio suelo atrapando partículas del medio.

En América, Delgadillo et al. (1984), reportaron la distribución de musgos en área seca de Tehuacan Valley, México incluyendo algunas notas sobre su distribución.

Bowers (1974) reportó los musgos de Costa Rica y afirmó que éste es el país más rico de Centroamérica con 5425 especies, seguido de Guatemala con 519, San Salvador con 221, Panamá con 213, Honduras con 126 y Nicaragua con 110.

Schornherst (1971), realizó una contribución a los musgos de Panamá, encontrando especies similares a las encontradas en el presente trabajo.

En Suramérica, trabajos en líquenes como los de Osorio (1980) reportaron la distribución de líquenes en la provincia de Buenos Aires en Argentina. Osorio et al. (1981) realizaron una contribución a la flora de líquenes de Brasil, adicionando reportes del estado de Río Grande do Sul.

En briófitos, Brasil se ha destacado por realizar estudios en reservas naturales, además de zonas urbanas. Lisboa (1985), realizó la evaluación de la brioflora (hepáticas) en la Reserva Moncambo, proporcionando datos sobre los sustratos y las asociaciones. Lisboa et al. (1998), desarrollaron el estudio de los musgos en el municipio de Chaves (Pará) en la isla Marajó por medio de muestreos en los sustratos corticícola, rupícola y terrestre. Lisboa & Borges (1995), estudiaron la diversidad de briófitos en remanentes de vegetación de áreas urbanas sujetas a la acción antrópica en la ciudad de Belem, Brasil. Lisboa & Borges (1996), determinaron la diversidad específica de los briofitos en diferentes ecosistemas en la Sierra de Carajás, destacando las asociaciones de los depósitos minerales. En Chile Mahu (1979) reportó el listado de familias y géneros de musgos.

En Colombia, son muy pocos los trabajos realizados en líquenes. García & Rubiano (1984), estudiaron este grupo para evaluación ambiental, donde por medio de índices de pureza atmosférica, se puede medir la calidad del aire teniendo en cuenta la cobertura, diversidad y frecuencia de las especies.

En musgos, el conocimiento que se posee nació hace aproximadamente 200 años, con los trabajos iniciados en nombre de la Corona Española por José Celestino Mutis, cuyas colecciones y trabajos publicados son de gran valor histórico pero de poco valor científico. Churchill & Linares (1995).

Florschütz and Florschütz (1979), realizaron una importante contribución al conocimiento de la distribución de musgos en el país, al presentar una lista comentada de 750 taxa con el aporte de diversos colectores de su momento.

Pinzón (2000), estudió la vegetación liquenológica y briológica de la región subxerofítica de La Herrera (Mosquera, Cundinamarca) su composición florística, distribución y abundancia en relación con la complejidad del ambiente. Orrego (2000), estudió la diversidad de briofitos en bosques relictuales de la zona cafetera del departamento del Quindío.

Sastre-de Jesús et al. (1986) elaboraron el catálogo de musgos para el departamento de Antioquia, con el listado de especies obtenidas luego de la revisión de trabajos anteriores y la colecta de nuevo material por los autores. Posteriormente, Churchill publicó en 1989 un nuevo catálogo de musgos de Colombia, que incluyó nuevos registros nacionales y departamentales (Churchill & Linares, 1995).

Rudas (1988), realizó el inventario de los briofitos de la Isla Gorgona empleando la metodología de plantillas propuesto por Iwatzuki (1960), para medir la cobertura de los ejemplares. Pinzón & Linares (2001) publicaron el catálogo comentado de los líquenes y briofitos de la región subxerofítica de la Herrera (Mosquera, Cundinamarca).

En Santander son muy pocos los estudios publicados acerca de líquenes y briofitos. Posterior al trabajo de Florschütz-De Waard y Florschütz, en 1979, donde se presentan colecciones realizadas en Santander, especialmente en Bucaramanga y Piedecuesta, no se ha publicado otro estudio más actualizado que sirva de antecedente para el presente trabajo. En el Área Metropolitana de Bucaramanga, concretamente, no existe reporte que sirva de antecedente.

2. JUSTIFICACIÓN

El área metropolitana de Bucaramanga atraviesa por un acelerado proceso de transformación ocasionado por el reemplazo de la vegetación natural con la expansión de la frontera urbana. Este proceso que aqueja al AMB desde hace varios años, ha reducido los bosques, permitiendo el incremento de los procesos erosivos y la contaminación con la masiva destrucción de la vegetación que interviene en la purificación del aire.

La presión demográfica ha traído consigo modificaciones radicales en el uso del suelo, donde los problemas más severos están relacionados con la degradación de la cobertura vegetal, la erosión y la intervención del hombre con prácticas agrícolas inapropiadas sobre áreas susceptibles, la amenaza de desertización de algunos sectores y la drástica reducción de los suministros de agua por la deforestación de las zonas de recarga hídrica. Las figuras 1 y 2 muestran zonas donde la transformación de hábitats naturales para usos de urbanización, genera remanentes islas de vegetación donde la dispersión y reproducción de las especies se ven altamente amenazadas.

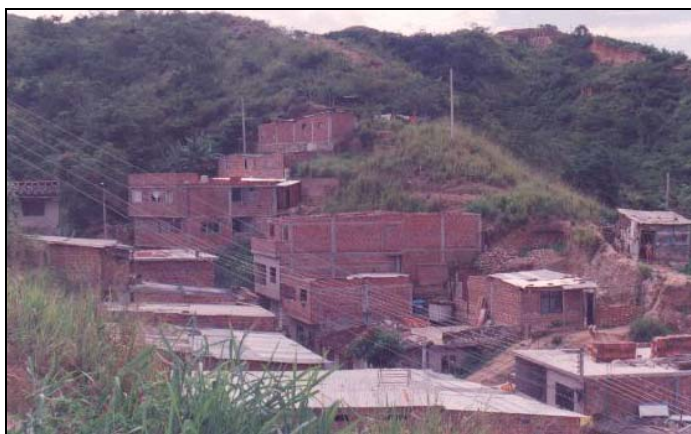


Figura 1. Zona de amenaza alta por erosión y deslizamientos. (CER, UIS, 1999).



Figura 2. Zona de inestabilidad geológica. Construcción de viviendas en zonas altamente sensibles a la erosión y a los procesos de remoción en masa (CER, UIS, 1999).

La pérdida y fragmentación de los espacios naturales genera la necesidad de estudiar áreas que conservan bosques relictuales urbanos, donde las consecuencias negativas derivadas de las actividades humanas alteran el normal desarrollo de las comunidades y, a largo plazo degradan los ecosistemas. Las persistentes perturbaciones afectan a las especies más allá de su capacidad de recuperación y resistencia logrando con ello poner en riesgo la diversidad de estos grupos, frágiles por naturaleza.

Desde el punto de vista científico es importante el estudio de los líquenes y briófitos en el área metropolitana de Bucaramanga, puesto que a partir de ellos se puede obtener información que permita comprender los mecanismos que posibilitan la subsistencia y adaptación de estos organismos a nuevas condiciones ambientales.

3. OBJETIVOS

3.1. GENERAL

ESTUDIAR DE LA VEGETACION LIQUENOLOGICA Y BRIOLOGICA EN RELICTOS DE BOSQUE DEL AREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA

3.2. ESPECIFICOS

- Determinar la composición florística de líquenes y briófitos.
- Conocer la distribución y diversidad de los líquenes y briófitos en los sustratos corticícola, rupícola y terrestre.
- Contribuir al inventario preliminar de los líquenes y briófitos en Santander.
- Elaborar el catálogo florístico de los líquenes y briófitos de la zona de estudio.

4. ÁREA DE ESTUDIO

4.1. UBICACION GEOGRAFICA

El Área Metropolitana de Bucaramanga AMB, es una entidad administrativa según lo establecido en la Constitución Nacional, conformada por cuatro de los municipios pertenecientes a la provincia de Soto (Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta), inscritos en la cuenca alta del río Lebrija; se ubica en la parte montañosa al norte del Ecuador entre los 6 y 8 grados de latitud, en el costado occidental de la cordillera oriental y posee una extensión de 1.479 Km² (AMB, 2003). Se caracteriza por poseer una extensión equivalente a sólo el 4.15% del total de la población del Departamento¹, distribuida en un 96% a nivel urbano.

4.2. LOCALIZACIÓN Y LIMITES

4.2.1. Bucaramanga. El municipio de Bucaramanga se localiza en el costado occidental de la cordillera oriental a los 7°08' de latitud norte con respecto al meridiano de Bogotá y 73°08' de longitud al oeste de Greenwich y tiene una extensión de 165 km². Limita por el norte y oriente con los municipios de Rionegro, Matanza, Charta y Tona; por el sur, con el municipio de Floridablanca y por el occidente con el municipio de Girón.

4.2.2. Floridablanca. El municipio de Floridablanca se encuentra a ocho kilómetros al sur de la ciudad de Bucaramanga y tiene una extensión de 100.35 Km². La cabecera municipal está localizada a los 07° 03' 53" de latitud norte y 73° 05' 23" de longitud oeste del meridiano de

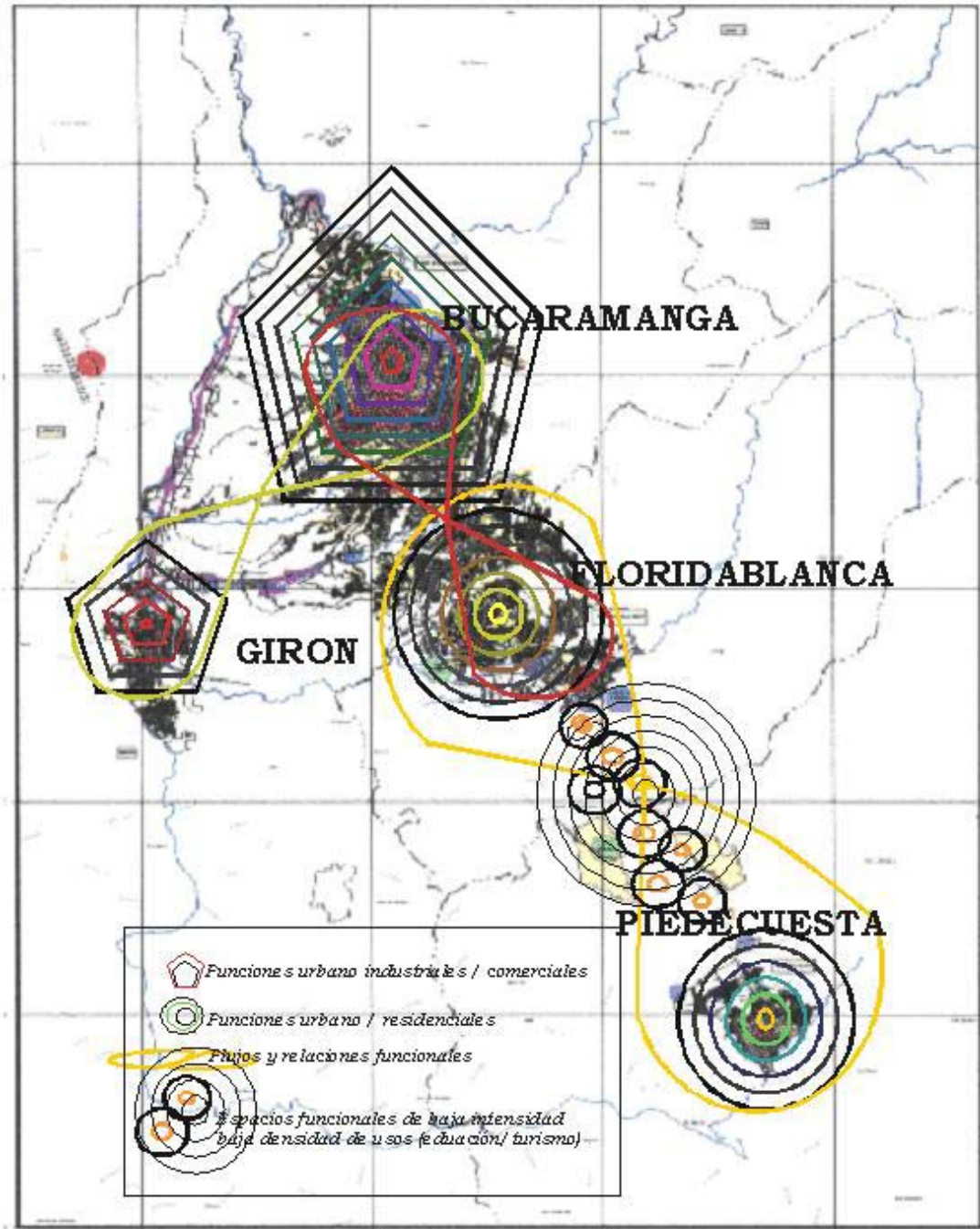
¹ Población total del Departamento según censo 1993 es de 1.598.688 habitantes y una extensión territorial de 30.537 Kms²

Greenwich. Limita por el norte con los municipios de Bucaramanga y Tona; al oriente con los municipios de Tona y Piedecuesta; al sur con el municipio de Piedecuesta y al occidente con los municipios de Girón y Bucaramanga.

4.2.3. Girón. El municipio de Girón está localizado a nueve kilómetros de Bucaramanga. Se ubica sobre el costado occidental de la cordillera oriental y tiene una extensión total de 475.14 km². La cabecera municipal está localizada a los 7° 04' 15" de latitud norte y 73° 10' 20" de longitud oeste del meridiano de Greenwich. Limita al norte con Lebrija y Rionegro; al sur con Los Santos, Zapatoca y Betulia; al este con Bucaramanga, Floridablanca y Piedecuesta y al oeste con Sabana de Torres.

4.2.4. Piedecuesta. El municipio de Piedecuesta se localiza al sur del área metropolitana a dieciocho kilómetros de Bucaramanga y tiene una extensión de 486.55 km², distribuidas topográficamente en mesetas onduladas entre los 800 y 1200 msnm y en tierras quebradas con altas pendientes haciendo parte del cañón del Chicamocha a 600 msnm y el páramo de Berlín a 3600 msnm.

Figura 3. Mapa físico del área metropolitana de Bucaramanga



Fuente: POT Piedecuesta (CER UIS, 2000)

4.3. FISIOGRAFÍA Y GEOMORFOLOGIA

El área metropolitana de Bucaramanga, AMB, se ubica fisiográficamente en la zona montañosa del costado occidental de la cordillera oriental entre el macizo de Santander y el valle del Magdalena Medio Santandereano. Los municipios que lo conforman se encuentran en la llamada meseta de Bucaramanga, que es una depresión tectónica enmarcada por un sistema de fallas longitudinales y transversales, siendo las más importantes la de Bucaramanga y la de Girón. La falla de Bucaramanga es el principal accidente tectónico de toda la cuenca, su dirección general es N 20° W y su trazo rectilíneo es claramente visible en las fotografías aéreas y en las imágenes de satélite. En su trayectoria pasa por el costado oriental de los cascos urbanos en los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Piedecuesta. La falla de Girón, también llamada Suárez o río de Oro, se extiende por una longitud de 120 Km desde Barbosa hasta su intersección con la falla de Bucaramanga en el municipio de Rionegro; su trazo tiene una dirección general N 20° E y N 25° E con inclinación al occidente y sigue el curso del río del mismo nombre. El trazo principal de esta falla cruza el municipio de Girón por su flanco occidental y alinea con el cerro de Palonegro.

La falla de Bucaramanga es considerada como un sistema de fallas de rumbo (Cambell, 1965; León, A. 1991; Vargas y Niño, 1992), con movimiento sinistral, cuyo desplazamiento fue calculado por Cambell (1965 et al.) en unos 100 a 110 km; tiene una componente vertical importante, según Julivert (1958,1961), por lo cual se comporta en algunos sectores como inversa y en su extremo meridional como de cabalgamiento² (Boinet, 1985; Ulloa,1990). Su mayor actividad fue el desplazamiento sinistral ocurrido en el Mioceno Superior, simultáneo con la orogenia andina, además existen evidencias de la actividad neotectónica de esta falla especialmente en la zona de la meseta de Bucaramanga (Julivert, 1963; Sarria, 1988; León, 1991, et al.). POT municipio de Floridablanca (2000).

La falla del Suárez - río de Oro es una falla inversa de ángulo alto, con un componente vertical importante y plano de falla probablemente subvertical. Anualmente se le calcula un

desplazamiento vertical de 0.1 mm/año (París y Sarria, 1988) para un desplazamiento total aproximado entre 400 y 2.300 m (Ward, D. et al. 1973); además posee un desplazamiento de rumbo sinistral y existen evidencias de campo de actividad neotectónica (Julivert, 1963; Ward, 1973, et al.). Ibid., p. 39.

Geomorfológicamente, el AMB se encuentra en una zona de valle intermontano entre el macizo de Santander y la zona de mesas, está constituida por depósitos cuaternarios³ fluviales de la formación Bucaramanga, depósitos torrenciales y depósitos aluviales recientes, así como por reductos de la formación Jordán y Girón; se caracteriza por poseer un relieve ligeramente ondulado a plano, con pendientes suaves a moderadas.

La formación Bucaramanga está compuesta por cinco segmentos denominados: calcáreos, órganos, finos, gravoso y limos rojos. Su ambiente de depositación ha sido interpretado como un abanico húmedo, formado por el paleocauce del río Suratá. El ápice del abanico estaría situado en el sector de Morrórico y el punto de intersección estaría situado a la altura de la carrera 18 (Niño y Vargas, 1992). Esta formación fue estudiada inicialmente por Julivert (1961) quien describió el nivel de limos rojos; posteriormente fue descrita por Niño y Vargas (1992), quienes describen los cinco niveles de ésta y proponen el modelo de depositación de abanico para estos sedimentos. Se le ha asignado una edad Pleistoceno - Holoceno (2-0.01 m. a.). POT municipio de Floridablanca (2000).

Geológicamente, la formación Jordán está compuesta por limolitas y areniscas de grano fino, pardo rojizo; mientras que la formación Girón la componen areniscas conglomeráticas y conglomerados, de color gris amarillento a pardo rojizo, masivos, lenticulares.

Los depósitos aluviales están formados por lentes de arena, arcilla y gravas de colores amarillentos a blancos. Los depósitos recientes corresponden a sedimentos de matriz

² Cabalgamiento: Falla geológica inversa de bajo ángulo.

³ Los depósitos cuaternarios son depósitos de material no consolidado de edad reciente (< 2 m.a.).

arcilloarenosa, de coloración oscura, por el contenido de materia orgánica, con presencia de cantos redondeados de variada composición.

4.4. VEGETACION

El área metropolitana de Bucaramanga en la zona del casco urbano sus los municipios, cuenta con muy pocos bosques no intervenidos, que con el paso del tiempo se han venido reduciendo por el crecimiento demográfico y la necesidad de satisfacer los requerimientos de vivienda, agroindustria, entre otros. Actualmente la CDMB busca proteger los pocos relictos de bosque existentes, pero algunos ya se encuentran poblados por habitantes en invasión.

De acuerdo con la clasificación de Holdridge, el AMB presenta dos tipos de zonas de vida, que por sus características de precipitación, altitud y temperatura corresponden a bosque seco tropical (bs-T), para el caso del municipio de Girón y bosque húmedo premontano (bh-P), en los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Piedecuesta.

En los relictos de bosque estudiados, la vegetación existente corresponde a la que normalmente se presenta en bosques secundarios en proceso de regeneración, donde los árboles no alcanzan alturas superiores a 15 metros. El relicto del municipio de Girón presenta vegetación arbustiva y arbórea en desarrollo gracias a la reforestación ocurrida luego del impacto causado por la construcción de la carretera que une a Bucaramanga con el parque industrial de Chimitá. En los otros relictos por ser un poco más húmedos la vegetación se dispone en varios estratos o niveles, con troncos de tamaño mediano y alto, siendo comunes especies de las familias Piperaceae, Lauraceae, Moraceae, Fabaceae, entre otros, para el caso del relicto de Bucaramanga. Anacardiaceae, Moraceae, Meliaceae, Cecropiaceae, Poaceae (Bambusoideae), Bombacaceae, entre otros para el relicto de Floridablanca y Fabaceae, Mirtaceae, Combretaceae, Anacardiaceae, Moraceae, Arecaceae, para el de Piedecuesta. Algunos de los relictos presentaron abundante vegetación ornamental donde no se desarrolla el tipo de microvegetación de interés para el presente trabajo.

4.5. ASPECTOS CLIMATICOS

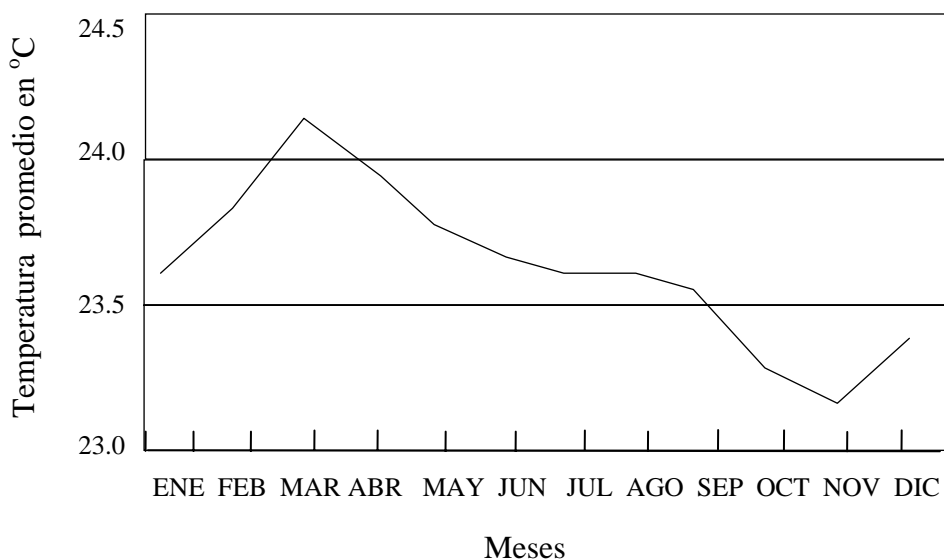
La cuenca que aloja el área metropolitana de Bucaramanga posee un relieve montañoso y variable que hace que la mayoría de las precipitaciones sean de carácter orográfico, creando innumerables microclimas.

Según varios autores, las variaciones en temperatura ocurren en función de la altitud sobre el nivel del mar con gradientes que va desde 0.49 °C hasta 0.87 °C por cada 100 metros de aumento en altura. POT metropolitano (2000).

Las subcuencas de los ríos Lebrija, Chicamocha y Sogamoso tienen marcada influencia en el clima, por la presencia de las corrientes cálidas y húmedas del Magdalena medio. Este sistema montañoso actúa a manera de cortina y sólo las más altas nubes saturadas que lo sobrepasan inciden en mayor humedad en la medida que la reflexión de la cordillera oriental actúa sobre las mismas, es decir elevaciones superiores a 1200 m. Por esta razón la parte media y baja del río de Oro es muy seca, lo mismo que la cuenca baja del río Manco sobre el Chicamocha, debido a la dirección predominante de los vientos que determinan una disminución de la precipitación que incide en el clima en las áreas de drenaje del Chicamocha y la cuenca baja del río de Oro.

4.5.1. Clima. En general el clima del área metropolitana está catalogado como tropical y puede presentar temperaturas promedio de 23.7 °C en los municipios Bucaramanga, Floridablanca y Piedecuesta; y 24.5 °C. en el municipio de Girón (figura 2).

Figura 3. Valor promedio de temperatura en el área metropolitana de Bucaramanga



4.5.2. Precipitación. En todos los municipios que conforman el área metropolitana, el régimen de precipitación es bimodal, caracterizado por la presencia de dos periodos lluviosos (de abril a mayo y de septiembre a noviembre) y dos periodos secos (de diciembre a marzo y de junio a agosto); las precipitaciones van desde 933.6 mm en el municipio de Girón, pasando por 1138 mm en el municipio de Bucaramanga, 1568 mm en el municipio de Floridablanca y desde 1000 hasta 3000 en el municipio de Piedecuesta en promedio anual.

4.5.3. Balance hídrico. Fue realizado según la clasificación de Thornthwaite que tiene en cuenta el factor de humedad, el índice de aridez o humedad, el índice de eficiencia termal, la concentración estival y la evapotranspiración. Eslava et al. (1986). De acuerdo con esta clasificación, los municipios del área metropolitana presentan el tipo climático como sigue: Bucaramanga y Girón son $C_1dA'a'$, correspondiente a un régimen semiseco (C_1), con poco superavit de agua (d), Megatermal (A'), con concentración baja de calor en la época de verano térmico para el hemisferio norte (a').

El municipio de Floridablanca es C_1dB_4a' , correspondiente a un régimen semiseco (C_1), con poco superavit de agua (d), Mesotermal (B_4), con concentración baja de calor en la época de verano térmico para el hemisferio norte (a').

El municipio de Piedecuesta es $C_2rA'a'$, correspondiente a un régimen semihúmedo (C_2), con poca deficiencia de agua (r), Megatermal (A'), con concentración baja de calor en la época de verano térmico para el hemisferio norte (a').

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. MATERIAL BIOLÓGICO

Los individuos objeto de estudio del presente trabajo fueron plantas criptógamas (líquenes y briofitos), cuya distribución tiene relación directa con las condiciones ecoclimáticas. Los líquenes prefieren ambientes abiertos sometidos a alta radiación, influencia del viento, mientras que los briofitos prefieren los ambientes cubiertos o sombreados por la vegetación vascular, donde se presenta alta humedad y poca influencia de la radiación y el viento.

De acuerdo a lo anterior, las variables independientes fueron los diferentes sustratos escogidos (corticícola, rupícola y terrestre), en tanto que, la tendencia de distribución de los organismos, (líquenes y briofitos), fueron las variables dependientes de los ambientes señalados.

5.2. SELECCIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO

El trabajo se desarrolló en la zona urbana del área metropolitana de Bucaramanga, conformada por los municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta. Para ello se escogió un relicto de bosque por municipio, caracterizado por la presencia de vegetación vascular y en lo posible un cuerpo de agua que generara mejores condiciones de humedad. Estos relictos se caracterizan por ser reservas pertenecientes a la Corporación autónoma regional para la defensa de la meseta de Bucaramanga, CDMB, para el caso de los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón; y un espacio privado perteneciente a la Universidad Industrial de Santander para el caso del municipio de Piedecuesta. Se escogieron relictos pertenecientes a la CDMB, luego de recibir la resolución 000741 de octubre 4 de 2002 emanada de la institución en la cual se concede a la autora el permiso de estudio y colecta científica para el desarrollo del presente trabajo.

Los relictos fueron previamente establecidos usando las planchas cartográficas 120 II A, B y D a escala 1:25.000, existentes en el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC. Además de lo anterior, se estudiaron las fotografías aéreas de la región, encontrando reportes de vuelo realizados en los años 1996 y 2000, donde se relacionan los diferentes municipios. Las aerofotografías son las siguientes: IGAC C2596 foto 178 a escala 1:10100, que ubica el relicto de bosque seleccionado para Bucaramanga, IGAC C2596 foto 175 a escala 1:10.100, registra el relicto escogido para el municipio de Floridablanca, IGAC C2596 foto 238 a escala 1:10.500 para el relicto del municipio de Girón e IGAC C2669 foto 029 a escala 1:10.100 muestra el relicto escogido para el municipio de Piedecuesta.

Los relictos de bosque escogidos para los muestreos se localizan así:

- **Bucaramanga:** El sitio corresponde a un relicto de bosque localizado al sur de Bucaramanga sobre la autopista que comunica con el municipio de Floridablanca, en la paralela de acceso a la calle 105 del barrio Provenza, metros antes del puente. El relicto es atravesado por la quebrada el Macho en sentido este-oeste que busca unirse a la quebrada la Iglesia en la vía al municipio de Girón. Se destaca por tener árboles de porte entre 10 – 20 metros. Se encuentra a 920 m en las coordenadas 7°05'11" y 73°06'39". Este relicto se encuentra en proceso de conservación por la CDMB.
- **Floridablanca:** Se localiza entre la urbanización Bucarica y el casco antiguo del municipio de Floridablanca, sobre la margen izquierda de río Frío. Corresponde al jardín botánico Eloy Valenzuela y se caracteriza por la presencia de especies arbustivas y arbóreas representativas de la región. Es un sitio que tiene finalidad educativa, recreativa e investigativa y es administrado por la CDMB. Se encuentra a 965 m, en coordenadas 7°03'54.0" de latitud norte con respecto al meridiano de Bogotá y 73°05'18.2" de longitud al oeste de Greenwich .

- **Girón:** Se ubica al margen derecho de la carretera en la vía que une a Bucaramanga con la zona industrial de Girón. Al sitio se ingresa inmediatamente después de pasar el puente por donde atraviesa la quebrada la Joya en sentido norte-sur. El relicto se destaca por la presencia de estoraques y poca diversidad de vegetación vascular; además presenta estructuras artificiales típicas para el control del cauce de la quebrada. Se ubica a 718 m en las coordenadas 7°05'46.0" de latitud norte con respecto al meridiano de Bogotá y 73°09'40.5". Corresponde a un área protegida por la CDMB, luego de la construcción de la calle 45 vía Chimitá.
- **Piedecuesta:** El sitio se localiza en las afueras del municipio de Piedecuesta sobre la paralela a la autopista principal, a mano izquierda en dirección norte-sur, pasando la estación de servicio El Molino y frente a la intersección con la carretera antigua al municipio. Corresponde a un relicto perteneciente a la asociación de profesores de la UIS, ARPRUIS-CATAY. Altura 1000 m.

5.3. FASE DE CAMPO

5.3.1. Obtención del material vegetal. Mediante recorridos por los relictos de bosque, se obtuvo el material vegetal producto de este trabajo, compilando los datos en el formato de campo (Anexo A). Adicionalmente, usando la libreta de campo se registraron datos como sustrato, forma de crecimiento, distribución, cobertura y otras observaciones en los casos que fue necesario. Para cada relicto también se tomaron datos de altura, coordenadas y ubicación exacta de la zona de muestreo. Posteriormente, los ejemplares fueron colectados manualmente, y almacenados en bolsas de papel de una (1) libra, marcados con la numeración de la autora. Esto ejemplares fueron llevados al Herbario UIS para proceder a su secado. Los muestreos se realizaron en el periodo comprendido de enero a marzo de 2003 y en marzo de 2004. Los sitios fueron visitados tantas veces como fue necesario, hasta completar el inventario de cada relicto.

5.3.2. Registro de cobertura. La cobertura de la microvegetación (líquenes y briofitos), se midió con la utilización de plantillas de acetato transparente con áreas de 100 cm² y/o 400 cm² (Iwatzuki, 1960), que presentaban una trama cuadrículada cada centímetro. Los trabajos de Rudas (1988) y Pinzón (2000), proporcionaron información importante en la comprensión y desarrollo de esta etapa. Se asume aquí, que las comunidades de briofitos y líquenes constituyen una capa rasante ya que sus alturas varían desde pocos milímetros (en líquenes crustáceos) hasta 4-5cm (en musgos). Según lo anterior, a partir de la plantilla de acetato se puede aplicar un método efectivo para estimar la cobertura de cada una de las especies. El método consiste en ubicar la plantilla sobre el sustrato y la cobertura se estima registrando la frecuencia con que cada especie ocupa un determinado número de cuadrados de un (1) cm. Se usaron áreas con estas características (400 o 100 cm²), ya que las superficies que se pueden encontrar varían de regulares a irregulares y estos tipos de plantilla, facilitan la medición en los diferentes sustratos. La plantilla de 400 cm² fue empleada en superficies uniformes como suelos, concreto o arena; mientras la plantilla de 100 cm² fue usada en superficies irregulares como roca o corteza de troncos (Anexo F).

5.4. PROCESAMIENTO DEL MATERIAL

5.4.1. Herborización. El procedimiento de secado de las muestras se llevó a cabo en el horno del Herbario de la universidad Industrial de Santander UIS, a temperaturas entre 40° y 50 °C. Posteriormente, una vez seco, el material fue organizado en sobres de papel bond blanco, elaborando las etiquetas de acuerdo con los datos obtenidos en campo y con las medidas establecidas por las cabinas del Herbario UIS. El material organizado se dividió en dos para entregar un duplicado al Herbario Nacional Colombiano (COL). El material perteneciente al Herbario UIS, servirá de testigo, ya que hasta la conclusión de este trabajo, no se cuenta con una colección de referencia establecida para Santander.

5.4.2. Determinación de los ejemplares. La determinación del material colectado se realizó con base en la literatura disponible para Colombia y países de norte y sur América; En líquenes: Sipman & Aguirre (1982), Brodo, et al. (2001). En musgos: Lisboa (1994), Churchill & Linares (1995), Linares (2001). En hepáticas: Gradstein (1997), Uribe & Aguirre (1997) y Gradstein et al. (2001). Para la confirmación y/o determinación de algunos de los ejemplares estudiados se contó con la asesoría científica del profesor Edgar Linares y la bióloga Maribel Pinzón (Herbario Nacional Colombiano, COL), especialistas en los grupos de estudio del presente trabajo. Adicionalmente se trabajó mediante comparación con los exsicados depositados en el Herbario Nacional Colombiano, COL.

5.5. ANÁLISIS DE DATOS

5.5.1. Análisis de diversidad α (Riqueza de especies). A partir de la lista de especies obtenidas del material determinado se elaboró una tabla de datos del área metropolitana con el número total de familias, géneros y especies de los líquenes y briófitos presentes en los relictos de bosque seleccionados; de la misma forma, se elaboró una tabla con esto datos para cada municipio. A nivel de sustratos, se elaboraron gráficas con las especies encontradas en cada uno de los sustratos (corticícola, rupícola y terrestre), dentro de cada municipio. Posteriormente utilizando del programa “Franja, 1993”, para el cálculo de los índices de diversidad de Pérez-López et al. (1993), se midió la riqueza, uniformidad y dominancia de especies con los resultados de Margalef, Simpson, Shannon, Berger-Parker y Distribución logarítmica α y así se definió la diversidad de cada municipio.

5.5.2. Análisis de diversidad β (Medidas de similitud). A partir del programa “Franja, 1993” para el cálculo de índices de similaridad Pérez-López (1993), se utilizaron los índices de Jaccard y Sorenson para medir la similaridad de especies entre municipios y entre sustratos de los municipios estudiados en el área metropolitana.

5.5.3. Análisis de distribución. En este análisis se utilizaron las coberturas de cada especie y los datos registrados en la libreta de campo para conocer la forma en que se distribuyen las especies en los diferentes sustratos y en los relictos de cada municipio. Según Pinzón (2000), los porcentajes de cobertura permiten estimar el orden de importancia en la distribución de líquenes y briófitos. En el presente trabajo, se midieron las coberturas parciales de cada especie y se determinó el porcentaje de cobertura real por especie dentro de cada relicto, para finalmente hallar el orden de importancia de las especies registradas por municipio.

5.5.4. Abundancia. La abundancia se determinó de acuerdo a la escala propuesta por Braun-Blanquet (1979):

- a. Muy escaso 0 - 20 %
- b. Escaso 21 - 40 %
- c. Poco abundante 41 - 60 %
- d. Abundante 61 - 80 %
- e. Muy abundante 81 - 100 %

5.5.5. Catálogo Florístico. A partir de la lista de especies de líquenes y briofitos para el área metropolitana de Bucaramanga, se elaboró el catálogo florístico comentado que incluye información acerca de la forma de crecimiento, sustrato, abundancia, distribución, comentarios y colecciones estudiadas. En el catálogo, las familias, géneros y especies de los grupos de estudio (Líquenes y Briófitos), fueron organizados alfabéticamente.

6. RESULTADOS

En total se realizaron 180 levantamientos, en los que se encontraron 52 especies pertenecientes a 39 géneros y 28 familias (Tabla 2). El 17.31% de la diversidad correspondió a líquenes y el 82.69% a briófitos (musgos 61.54% y hepáticas 21.15 %).

Tabla 2. Número de familias, géneros y especies de líquenes y briófitos encontrados en el área metropolitana de Bucaramanga.

TAXA	FAMILIAS	GENEROS	ESPECIES
LÍQUENES	6	6	9
BRIÓFITOS	22	33	43
Hepáticas	4	8	11
Musgos	18	25	32
TOTAL	28	39	52

La familia de líquenes más frecuente fue Physciaceae con el 33.33% (3 spp.), mientras que Candelariaceae, Lecanoraceae, Parmeliaceae y Teloschistaceae, presentaron cada una el 11.11% (1 sp.). Entre los briófitos, la familia de musgos de mayor frecuencia fue Fissidentaceae con el 18.75% (6 spp.), a diferencia de Bartramiaceae, Cryphaeaceae, Dicranaceae, Fabroniaceae, Hypnaceae, Hypopterygiaceae, Plagiotheciaceae, Rhizogoniaceae, Splachnobryaceae, Symphyodontaceae que presentaron el 3.12% (1sp. c/u). En las hepáticas, la familia Lejeuneaceae se presentó con el 72.72% (8 spp.) a diferencia de las familias Jubulaceae, Marchantiaceae y Plagiochilaceae que registraron el 9.09 % (1 sp. c/u). El género de líquenes

más frecuente fue *Physcia* con 33.33% (3 spp.); en musgos *Fissidens* con 18.75% (6 spp.) y en hepáticas *Lejeunea* con 36.36% (4 spp.).

6.1. DIVERSIDAD ALFA

6.1.1. Riqueza por municipios

- **Bucaramanga.** Se realizaron 52 levantamientos, registrando sólo briófitos con 19 especies pertenecientes a 15 géneros y 12 familias; musgos 89.47% y hepáticas 10.52% (Tabla 3). La familia de musgos con el valor más alto fue Fissidentaceae con 35.29% (4 spp.). En hepáticas la única familia registrada fue Lejeuneaceae. En musgos, el género más diverso fue *Fissidens* con 23.52% (4 spp.), mientras que *Acroporium*, *Anomobryum*, *Bryum*, *Callicostella*, *Cryphaea*, *Fabronia*, *Leucomium*, *Microdus*, *Plagiothecium*, *Rhizogonium* y *Splachnobryum*, presentaron el 5.88% (1 spp. c/u). En hepáticas los géneros encontrados (*Lejeunea* y *Cheilolejeunea*), presentaron cada uno el 50% (1 sp.).

- **Floridablanca.** Se realizaron 76 levantamientos, en los que se registraron 34 especies pertenecientes a 26 géneros y 20 familias (Tabla 3), correspondiendo el 14.70% a líquenes y el 85.29% a briofitos (musgos 55.88% y hepáticas 29.41%). La familia de líquenes con mayor número de especies fue Physciaceae con 40% (2 spp.). En musgos, las familias con los valores más altos fueron Fissidentaceae, Pilotrichaceae y Sematophyllaceae con 15.79% (3 spp. c/u). En hepáticas la familia Lejeuneaceae representa el 70% de la diversidad, a diferencia de Jubulaceae, Marchantiaceae y Plagiochilaceae que presentaron el 10% con (1 sp. c/u). El género *Fissidens* con 15.79% (3 spp.), se constituye como el más diverso, mientras que *Acroporium*, *Anomobryum*, *Brachythecium*, *Cyclodictyon*, *Erythrodontium*, *Fabronia*, *Hypopterigyum*, *Leucomium*, *Mittenothamnium*, *Plagiothecium*, *Rhynchostegiopsis* y *Symphyodon*, presentaron el 5.26% (1 sp. c/u). En hepáticas el género *Lejeunea* dominó con el 40% (4 spp.) y los restantes

(*Ceratolejeunea*, *Dumortiera*, *Frullania*, *Plagiochila*, *Taxilejeunea* y *Vitalianthus*), registraron el 10% con una especie cada uno.

- **Girón.** Se realizaron 24 levantamientos, registrando sólo briófitos con 12 especies pertenecientes a 11 géneros y 10 familias; musgos 75% y hepáticas 25% (Tabla 3). La familia de musgos con el valor más alto fue Pottiaceae con 16.66% (2 spp.). En hepáticas la familia Lejeuneaceae presentó el mayor dominio con el 66% (2 spp.). En musgos, cada uno de los géneros encontrados, registra el 8.33% (1 sp.), mientras que en hepáticas el género *Lejeunea* con dos especies, constituye el 66.66%.

- **Piedecuesta.** Se realizaron 28 levantamientos, en los que se registraron 16 especies pertenecientes a 12 géneros y 11 familias (Tabla 3), correspondiendo el 43.75% a líquenes y el 56.25% a briofitos (musgos 31.25% y hepáticas 25%). La familia de líquenes con mayor número de especies fue Physciaceae con 18.75% (3 spp.). En musgos, la familia con el valor más alto correspondió a Entodontaceae con 12.5% (2 spp.). En hepáticas la familia Lejeuneaceae dominó con el 18.75% (3 spp.) En musgos, cada uno de los géneros presentó 6.25% con una especie a diferencia de las hepáticas donde el género *Lejeunea* dominó con el 18.75% (3 spp.).

6.1.2. Riqueza por sustratos. En el área metropolitana, se registraron 26 especies corticícolas, correspondiendo 9 a líquenes y 17 a briófitos (9 musgos y 8 hepáticas). Las especies que crecían en afloramientos rocosos y suelos correspondieron en su totalidad a briófitos, siendo 23 rupícolas (16 musgos y 7 hepáticas) y 28 terrestres (23 musgos y 5 hepáticas).

- **Bucaramanga.** En el relicto de bosque no se encontraron líquenes, mientras que los briófitos estuvieron representados por 8 especies corticícolas (7 musgos y 1 hepática), 6 rupícolas (5 musgos y 1 hepática) y 11 terrestres correspondiendo sólo a musgos (figuras 4, 5 y 6).

- **Floridablanca.** En el relicto de este municipio se registraron 14 especies corticícolas, de las cuales 5 correspondieron a líquenes y 9 a briófitos (4 musgos, 5 hepáticas). Los líquenes no se presentaron como rupícolas ni terrestres, siendo estos ambientes dominados por briófitos, donde 18 especies fueron rupícolas (12 musgos y 6 hepáticas) y 14 terrestres (10 musgos y 4 hepáticas) (figuras 4, 5 y 6).

- **Girón.** En este relicto igual que lo ocurrido en Bucaramanga no se encontraron líquenes. Se registraron 3 especies corticícolas (1 musgos y 2 hepáticas); 4 rupícolas (1 musgos y 3 hepáticas) y 8 terrestres (6 musgos y 2 hepáticas) (figuras 4, 5 y 6).

- **Piedecuesta.** En el municipio de se registraron 15 especies corticícolas, de las cuales 6 fueron líquenes y 8 briófitos (5 musgos y 3 hepáticas); ninguna especie fue encontrada sobre afloramientos rocosos y sólo 1 hepática se encontró como especie en sustrato terrestre (figuras 4, 5 y 6).

Figura 4. Riqueza de líquenes por sustratos

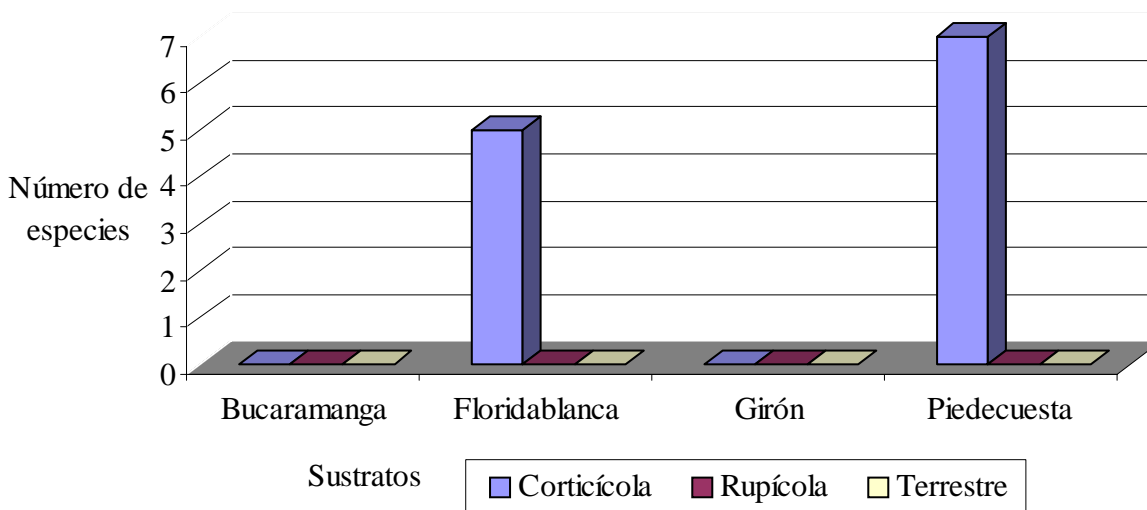


Figura 5. Riqueza de hepáticas por sustratos

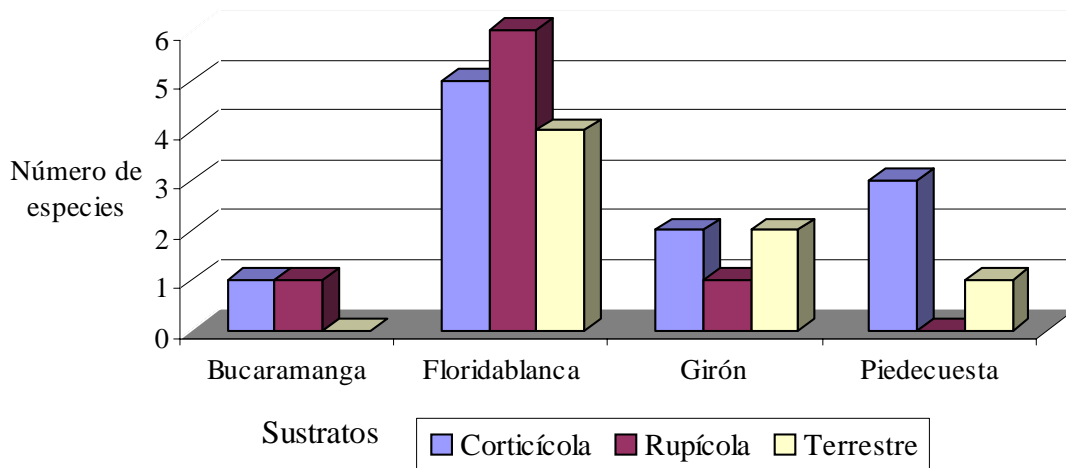
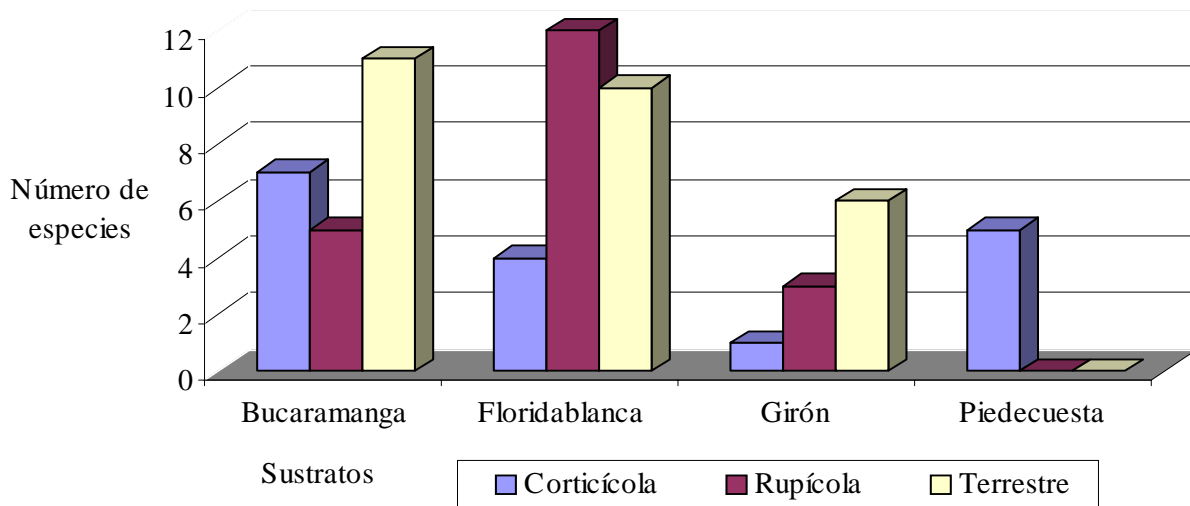


Figura 6. Riqueza de musgos por sustratos



Las figuras 4, 5 y 6 presentan el número de especies de líquenes, hepáticas y musgos encontrados en los sustratos estudiados (corticícola, rupícola y terrestre) de cada municipio. Adicionalmente, en el anexo B se encuentra el listado total de especies con las presencias/ausencias para cada sustrato.

Tabla 3. Número de familias, géneros y especies por municipios

	MUNICIPIOS			
	BUCARAMANGA	FLORIDABLANCA	GIRON	PIEDECUESTA
LÍQUENES				
Familias	0	4	0	5
Géneros	0	4	0	5
Especies	0	5	0	7
BRIÓFITOS				
Musgos				
Familias	11	12	8	4
Géneros	13	15	9	5
Especies	17	19	9	5
Hepáticas				
Familias	1	4	2	2
Géneros	2	7	2	2
Especies	2	10	3	4
Total Familias	12	20	10	11
Total Géneros	15	26	11	12
Total Especies	19	34	12	16

Se presenta en la tabla 3 el número de familias, géneros y especies de líquenes, musgos y hepáticas encontrados en Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta. Adicionalmente, en el anexo C se encuentra el listado total de especies con las presencias/ausencias para cada municipio.

6.1.3. Índices de diversidad

Luego de obtener el listado total de especies, se utilizó el programa “Franja, 1993” para el cálculo de diversidad, empleando datos cualitativos de presencia/ausencia (tabla 4).

Tabla 4. Diversidad de especies por municipio calculada a partir de índices estadísticos

Diversidad	Bucaramanga	Floridablanca	Girón	Piedecuesta
Número de Individuos (N)	446	946	559	389
Riqueza de especies (S)	19	34	12	16
Uniformidad (E)	0.89697	0.90552	0.91725	0.89668
Índice de Margalef	2.95084	4.81594	1.73900	2.51485
Índice de Simpson	0.09665	0.05278	0.11346	0.10849
Inverso de Simpson	10.34706	18.94635	8.81401	9.21734
Índice de Shannon	2.64108	3.19318	2.27928	2.48613
Varianza de Shannon	0.00148	0.00067	0.00052	0.00145
Índice Berger-Parker	0.22430	0.10571	0.17901	0.25681
Inverso de Berger-Parker	4.45840	9.46000	5.58620	3.89390
Alfa (Distribución logarítmica)	4.02944	6.89927	2.15845	3.36052

La tabla 4 muestra los datos de los principales índices que miden la riqueza (número de individuos, riqueza de especies, Margalef y distribución logarítmica), uniformidad (Shannon) y dominancia (Simpson y Berger-Parker), de las especies.

Los datos correspondientes a índices de riqueza, muestran los valores más altos para el relicto del municipio de Floridablanca, seguido de Bucaramanga y Piedecuesta, presentando el menor valor para Girón. En cuanto a la uniformidad, segundo componente importante de la diversidad, al comparar los cuatro relictos con el índice de Shannon, se observó que el relicto de Floridablanca alcanzó el valor de índice más alto con 3.19318, destacándose entre los demás, a pesar de que los resultados se encuentran dentro de un rango numérico muy similar. La dominancia, medida por los índices de Simpson y Berger-Parker, confirmaron que Girón junto con Piedecuesta fueron los relictos menos diversos al obtener los valores más altos.

6.2. DIVERSIDAD BETA

6.2.1. Similaridad de especies entre municipios. A partir de la comparación entre los municipios (tabla 5), se obtuvo que Floridablanca presenta una alta similaridad de especies con los municipios de Bucaramanga (11 spp.) (*Acroporium* cf. *pungens*, *Anomobryum* sp., *Callicostella rivularis*, *Fabronia ciliaris*, *Fissidens curvatus*, *F. mollis*, *Lejeunea* sp. 2, *Leucomium strumosum*, *Plagiothecium novo-granatense*, *Sematophyllum subpinnatum* y *S. subsimplex*) y Piedecuesta (10 spp.) (*Candelariella* sp., *Erythrodonium squarrosus*, *Fabronia ciliaris*, *Frullania* sp., *Lejeunea* sp. 2, *Lejeunea* sp. 3, *Lejeunea trinitensis*, *Physcia* cf. *albicans*, *P. cf. fragilescens* y *Sematophyllum subpinnatum*); mientras que Girón y Piedecuesta presentaron sólo 3 especies en común (*Fabronia ciliaris*, *Frullania* sp. y *Lejeunea trinitensis*). Bucaramanga comparte 4 especies con Piedecuesta (*Cryphaea fasciculosa*, *Fabronia ciliaris*, *Lejeunea* sp. 2 y *Sematophyllum subpinnatum*) y la misma cantidad con Girón (*Fabronia ciliaris*, *Leucomium strumosum*, *Plagiothecium novo-granatense* y *Sematophyllum subsimplex*). Finalmente, de las 12 especies registradas en Girón, 7 (*Fabronia ciliaris*, *Frullania* sp, *Lejeunea* sp 1, *L. trinitensis*, *Leucomium strumosum*, *Plagiothecium novo-granatense* y *Sematophyllum subsimplex*), las comparte con Floridablanca.

Tabla 5. Similaridad de especies entre municipios

Municipios	Especies comunes	Jaccard	Sorenson
Bucaramanga-Piedecuesta	4	0.129	0.229
Bucaramanga – Girón	4	0.148	0.258
Bucaramanga- Floridablanca	11	0.262	0.415
Floridablanca – Piedecuesta	10	0.250	0.400
Floridablanca – Girón	7	0.179	0.304
Girón – Piedecuesta	3	0.120	0.214

La tabla 5 muestra la comparación entre los relictos de cada municipio; allí se encuentran las especies compartidas, descritas anteriormente junto con los índices de Jaccard y Sorenson que miden la semejanza entre ellos. El intervalo de valores para estos índices, va de 0 cuando no hay especies compartidas, hasta 1 cuando los dos relictos tienen la misma cantidad de especies compartidas. En este caso, se observa que el relicto de Floridablanca es el que comparte mayor número de especies con los de Bucaramanga y Piedecuesta, mientras que los de Girón y Piedecuesta son los que menos lo hacen. El relicto de Floridablanca comparte con el de Girón 7 especies; y el de Bucaramanga comparte con los de Girón y Piedecuesta 4 especies.

6.2.2. Similaridad de especies entre sustratos y municipios del área metropolitana. A partir de los resultados obtenidos (tabla 6), para el municipio de Bucaramanga se obtuvo que la mayor similitud entre especies se presenta al comparar los sustratos roca-suelo con 4 especies en común (*Anomobryum* sp, *Fissidens serratus*, *Rhizogonium* sp. y *Sematophyllum subsimplex*), mientras que la comparación entre los sustratos corteza-suelo y corteza-roca presentan en común sólo a *Sematophyllum subsimplex*.

En el caso del municipio de Floridablanca, las mayores similitudes se obtuvieron al comparar roca-suelo con 7 especies en común (*Anomobryum* sp., *Fabronia ciliaris*, *Lejeunea* sp. 2, *Dumortiera hirsuta*, *Fissidens mollis*, *Calliscotella pallida* y *Plagiothecium novo-granatense*) y roca-corteza con 6 especies en común (*Frullania* sp., *Lejeunea* sp. 2, *Vitalianthus bischlerianus*, *Fabronia ciliaris*, *Sematophyllum subpinnatum* y *S. subsimplex*). *Fabronia ciliaris* y *Lejeunea* sp. 2 se presentaron en los 3 sustratos.

El municipio de Girón, presentó similitud sólo entre los sustratos roca-suelo con 3 especies (*Fabronia ciliaris*, *Lejeunea* sp. 1 y *L. trinitensis*). En tanto que el municipio de Piedecuesta no presentó especies en común entre los sustratos estudiados.

En términos generales, en el área metropolitana el sustrato roca comparte 14 especies con suelo (*Anomobryum* sp. *Calliscotella pallida*, *C. rivularis*, *Dumortiera hirsuta*, *Fabronia ciliaris*, *Fissidens curvatus*, *F. mollis*, *F. serratus*, *Lejeunea* sp. 1, *L. sp. 2*, *L. trinitensis*, *Plagiothecium novo-granatense*, *Rhizogonium* sp. y *Sematophyllum subsimplex*) y 11 especies con corteza (*Acroporium* cf. *pungens*, *Fabronia ciliaris*, *Frullania* sp., *Lejeunea* sp. 1, *L. sp. 2*, *L. sp. 3*, *L. trinitensis*, *Plagiothecium novo-granatense*, *Sematophyllum subpinnatum*, *S. subsimplex* y *Vitalianthus bischlerianus*); dando como resultado que la evaluación roca-suelo y roca-corteza presentaron los mayores valores de similitud específica. Los sustratos corteza-suelo, comparten 7 especies (*Fabronia ciliaris*, *Lejeunea* sp. 1, *L. sp. 2*, *L. trinitensis*, *Leucomium strumosum*, *Plagiothecium novo-granatense* y *Sematophyllum subsimplex*).

Tabla 6. Similaridad de especies entre sustratos y municipios del área metropolitana

Sustratos	Especies comunes	Jaccard	Sorenson
BUCARAMANGA			
Corticícola – Terrestre	1	0.059	0.111
Corticícola – Rupícola	1	0.077	0.143
Rupícola – Terrestre	4	0.333	0.500
FLORIDABLANCA			
Corticícola – Terrestre	2	0.074	0.138
Corticícola – Rupícola	6	0.231	0.375
Rupícola – Terrestre	7	0.269	0.424
GIRON			
Corticícola – Terrestre	0	0	0
Corticícola – Rupícola	0	0	0
Rupícola – Terrestre	3	0.300	0.462
PIEDRECUESTA			
Corticícola – Terrestre	0	0	0
Corticícola – Rupícola	0	0	0
Rupícola – Terrestre	0	0	0
ÁREA METROPOLITANA			
Corticícola – Terrestre	7	0.149	0.259
Corticícola – Rupícola	11	0.282	0.440
Rupícola – Terrestre	14	0.368	0.538

En la tabla 6 se presentan las especies compartidas entre los sustratos en cada uno de los municipios del área metropolitana. Al comparar los sustratos dentro del relicto de Piedecuesta, ninguno de los sustratos muestreados comparte especies entre si, ocurriendo lo mismo al comparar el sustrato corticícola con el rupícola y el terrestre en el relicto del municipio de Girón.

6.3. DISTRIBUCION

- **Bucaramanga.** El relicto se caracterizó por la presencia de musgos pleurocárpicos. De acuerdo con los porcentajes de cobertura, la distribución de los briófitos en orden de importancia se encuentra encabezada por *Fabronia ciliaris* y *Sematophyllum subsimplex*, distribuidas en tapetes a lo largo del sustrato; en tanto que *Sematophyllum subpinnatum*, *Lejeunea* sp.2, *Fissidens serratus*, *F. weirii*, *Anomobryum* sp, *Fissidens curvatus*, *Rhizogonium* sp, *Plagiothecium novo-granatense*, *Microdus lindigianus*, *Leucomium strumosum*, *Cheilolejeunea* sp, *Callicostella rivularis*, *Bryum* sp y *Acroporium* cf. *pungens*, se presentaron como especies importantes pero menos abundantes distribuidas desde masas homogéneas hasta pequeños parches fraccionados. Las especies *Cryphaea fasciculosa*, *Fissidens mollis* y *Splachnobryum obtusum*, se presentaron de manera accidental. Las hepáticas talosas y líquenes no se encontraron distribuidas en el relicto. (Anexo 4.1).

- **Floridablanca.** El relicto se encuentra caracterizado por hepáticas foliosas y musgos pleurocárpicos, presentando una leve diferencia en cada uno de los sustratos evaluados. De acuerdo a los porcentajes de cobertura la distribución de la microvegetación en orden de importancia, se encuentra representada por *Callicostella rivularis*, *Fabronia ciliaris*, *Sematophyllum subpinnatum*, *Frullania* sp, *Dumortiera hirsuta* y *Lejeunea* sp. 2; donde la mayoría fueron encontrados creciendo en tapetes continuos, cubriendo buena parte de la superficie del sustrato. Estas especies comparten el espacio con *Sematophyllum subsimplex*, *Rhynchostegiopsis* cf. *flexuosa*, *Brachythecium occidentale*, *Erythrodontium squarrosum* y *Flavopunctelia flaventior* especies de abundancia representativa, distribuidas en forma manojos

reptantes en todos los sustratos estudiados para el caso de los musgos, mientras que el líquen se encontró en fragmentos distribuidos a lo largo de los troncos y ramas. *Fissidens* cf. *dissitifolius* y *Candelariella* sp. fueron especies ocasionales encontradas en reducidos fragmentos sobre los sustratos. Las especies restantes a pesar de estar algunas bien distribuidas en los sustratos encontrados, fueron registradas muy pocas veces. (Anexo 4.2).

- **Girón.** Se caracteriza por musgos de tipo acrocárpico y pleurocárpico. En orden de importancia se encuentra *Fabronia ciliaris*, *Frullania* sp., *Lejeunea* sp. 1, *Sematophyllum subsimplex*, *Syntrichia fragilis* y *Philonotis uncinata* encontradas fragmentadas en todos los sustratos estudiados. Otras especies importantes aunque menos abundantes fueron *Lejeunea trinitensis*, *Plagiothecium novo-granatense*, *Leucomium strumosum*, *Fissidens prionodes* y *Platyhypnidium aquaticum*. Como aspecto particular se registra la presencia de fragmentos reducidos de *Barbula* sp. sobre suelo. (Anexo 4.3).

- **Piedecuesta.** *Fabronia ciliaris* es la especie característica del relicto ya que domina claramente sobre especies como *Lejeunea* sp. 2, *Erythrodonium squarrosum*, *Entodon gracilisetus*, *Lejeunea* sp.3, *Physcia* cf. *stellaris*, *Physcia* cf. *fragilescens*, *Physcia* cf. *albicans*, *Candelariella* sp., *Frullania* sp., *Lejeunea trinitensis*, *Sematophyllum subpinnatum*, *Lecanora* cf. *atra* y *Leptogium vesiculosum*. Eventualmente pueden encontrarse distribuidos en parches reducidos sobre la corteza a *Teloschistes exilis* y *Cryphaea fasciculosa*. (Anexo 4.4).

6.4. CATALOGO COMENTADO DE LIQUENES Y BRIOFITOS DEL AREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA

LÍQUENES

CANDELARIACEAE

Candelariella sp. 1

Especie crustácea, corticícola, muy escasa. Distribución: Municipios de Floridablanca y Piedecuesta entre 965-1000 m. Colecciones estudiadas: *Benavides 147, 179*. COL, UIS.

COLLEMATACEAE

Leptogium cf. *diaphanum* (Sw.) Mont.

Especie foliosa, corticícola, muy escasa. Distribución: Municipio de Floridablanca a 965 m. Colecciones estudiadas: *Benavides 143*. COL, UIS.

Leptogium vesiculosum (Sw.) Malme

Especie foliosa, corticícola sobre *Licania tomentosa*, muy escasa. Distribución: Municipio de Piedecuesta a 1000 m. Colecciones estudiadas: *Benavides 158, 167*. COL, UIS.

LECANORACEAE

Lecanora cf. *atra* (Hudson) Ach.

Especie foliosa, corticícola, muy escasa. Distribución: Municipio de Piedecuesta a 1000m.
Colecciones estudiadas: *Benavides 159*. COL, UIS.

PARMELIACEAE

Flavopunctelia flaventior (Stirt.) Hale

Especie foliosa, corticícola, muy escasa. Distribución: Municipio de Floridablanca a 965 m.
Colecciones estudiadas: *Benavides 142b, 151*. COL, UIS.

PHYSCIACEAE

Physcia cf. *albicans* (Pers.) Thomson

Especie foliosa, corticícola, creciendo en la parte media del tronco de algunas especies de la familia Fabaceae, muy escasa. Distribución: Municipios de Floridablanca y Piedecuesta entre 965-1000 m. Colecciones estudiadas: *Benavides 152, 154*. COL, UIS.

Physcia cf. fragilescens Zahlbr.

Especie foliosa, corticícola sobre la base de troncos, muy escasa. Distribución: Municipios de Floridablanca y Piedecuesta, entre 965 –1000 m. Colecciones estudiadas: *Benavides 150, 176*. COL, UIS.

Physcia cf. stellaris (L.) Nyl.

Especie foliosa, corticícola sobre la parte media del tronco en *Pithecelobium dulce*, muy escasa. Distribución: Municipio de Piedecuesta a 1000 m. Colecciones estudiadas: *Benavides 153*. COL, UIS.

TELOSCHISTACEAE

Teloschistes exilis (Michx.) Vain.

Especie fruticosa, corticícola sobre la para parte media y basal de palmas, muy escasa. Distribución: Municipio de Piedecuesta a 1000 m. Colecciones estudiadas: *Benavides 180*. COL, UIS.

BRIOFITOS

HEPÁTICAS

JUBULACEAE

Frullania sp.

Especie foliosa, corticícola o rupícola, poco abundante. Distribución: Municipios Floridablanca, Girón y Piedecuesta, entre 718-1000 m. Colecciones estudiadas: *Benavides 1, 6, 110, 112, 128a, 130b, 132a, 132b, 135e, 141c, 155, 160, 161*. COL, UIS.

LEJEUNEACEAE

Ceratolejeunea sp.

Especie foliosa, corticícola, muy escasa. Distribución: Municipio de Floridablanca a 965 m. Colecciones estudiadas: *Benavides 119c*. COL, UIS.

Cheilolejeunea sp.

Especie foliosa, corticícola, muy escasa. Distribución: Municipio de Bucaramanga a 920 m. Colecciones estudiadas: *Benavides 40b*. COL, UIS.

Lejeunea sp. 1

Especie foliosa, corticícola, rupícola o terrestre, escasa. Distribución: Municipios de Floridablanca y Girón, entre 718- 965 m. Colecciones estudiadas: *Benavides 15, 16a, 119b*. COL, UIS.

Lejeunea sp. 2

Especie foliosa, rupícola, corticícola o terrestre, escasa. Distribución: Municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Piedecuesta, entre 920-1000 m. Colecciones estudiadas: *Benavides* 66, 69, 83, 88b, 101b, 114b 119e, 162, 163. COL, UIS.

Lejeunea sp. 3

Especie foliosa, rupícola o corticícola, muy escasa. Distribución: Municipios de Floridablanca y Piedecuesta entre 965-1000 m. Colecciones estudiadas: *Benavides* 118, 175. COL, UIS.

Lejeunea trinitensis Lindenb.

Especie foliosa, corticícola o terrestre sobre concreto, muy escasa. Distribución: Municipios de Floridablanca, Girón y Piedecuesta, entre 718-1000 m. Colecciones estudiadas: *Benavides* 9, 13a, 17, 100, 168. COL, UIS.

Taxilejeunea sp.

Especie foliosa, terrestre, muy escasa. Distribución: Municipio de Floridablanca a 965m. Colecciones estudiadas: *Benavides* 125. COL, UIS.

Vitalianthus bischlerianus (Porto & Grolle) Schust. & Giancotti

Especie foliosa, corticícolas o rupícolas, muy escasa. Distribución: Municipio de Floridablanca a 965 m. Colecciones estudiadas: *Benavides* 95b, 116, 142a. COL, UIS.

MARCHANTIACEAE

Dumortiera hirsuta (Sw.) Nees

Especie talosa, rupícola o terrestre sobre concreto, muy escasa. Distribución: Municipio de Floridablanca a 965 m. Colecciones estudiadas: *Benavides 81a, 92a, 97, 109a, 135d, 136a*. COL, UIS.

PLAGIOCHILACEAE

Plagiochila sp.

Especie foliosa, rupícola, muy escasa. Distribución: Municipio de Floridablanca a 965 m. Colecciones estudiadas: *Benavides 137*. COL, UIS.

MUSGOS

BARTRAMIACEAE

Philonotis uncinata (Schwägr.) Brid.

Especie acrocárpica, terrestre sobre concreto, muy escasa. Distribución: Municipio de Girón a 718 m. Colecciones estudiadas: *Benavides 12*. COL, UIS.

BRACHYTHECIACEAE

Brachythecium occidentale (Hampe) A. Jaeger

Especie pleurocárpica, terrestre, muy escasa. Distribución: Municipio de Floridablanca a 965 m. Colecciones estudiadas: *Benavides 105, 122*. COL, UIS.

Platyhypnidium aquaticum (A Jaeger) M. Fleisch.

Especie pleurocárpica, terrestre sobre concreto, muy escasa. Distribución: Municipio de Girón a 718 m. Colecciones estudiadas: *Benavides 21*. COL, UIS.

BRYACEAE

Anomobryum sp.

Especie acrocárpica, rupícola o terrestre sobre concreto, muy escasa. Distribución: Municipios de Bucaramanga y Floridablanca, entre 920-965 m. Colecciones estudiadas: *Benavides 36, 67, 73, 80, 108, 131*. COL, UIS.

Bryum sp.

Especie acrocárpica, terrestre sobre ladrillos, muy escasa. Distribución: Municipio de Bucaramanga a 920 m. Colecciones estudiadas: *Benavides 59*. COL, UIS.

CRYPHAEACEAE

Cryphaea fasciculosa Mitt.

Especie pleurocárpica, corticícola, sobre la parte media de troncos, muy escasa. Distribución: Municipios de Bucaramanga y Piedecuesta entre 920-1000 m. Colecciones estudiadas: *Benavides 28, 165*. COL, UIS.

DICRANACEAE

Microdus lindigianus (Hampe) Besch.

Especie acrocárpica, terrestre, muy escasa. Distribución: Municipio de Bucaramanga a 920 m. Colecciones estudiadas: *Benavides 49*. COL, UIS.

ENTODONTACEAE

Entodon gracilisetus Hampe

Especie pleurocárpica, corticícola, sobre la parte media de troncos, muy escasa. Distribución: Municipio de Piedecuesta a 1000 m. Colecciones estudiadas: *Benavides 164*. COL, UIS.

Erythrodontium squarrosum (Hampe) Paris

Especie pleurocárpica, corticícola sobre base de tronco, muy escasa. Distribución: Municipios de Floridablanca y Piedecuesta entre 965-1000 m. Colecciones estudiadas: *Benavides 114c, 141a, 170*. COL, UIS.

FABRONIACEAE

Fabronia ciliaris (Brid.) Brid.

Especie pleurocárpica, corticícola sobre la parte media de troncos, rupícola o terrestre sobre concreto, muy abundante. Distribución: Municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta, entre 718-1000 m. Colecciones estudiadas: *Benavides 11, 16b, 19, 20, 25, 27, 29a, 29b, 34, 39, 44a, 53, 57, 103, 104, 115, 117, 120, 121, 133, 134, 135c, 140, 145, 156, 166, 171, 173, 178*. COL, UIS.

FISSIDENTACEAE

Fissidens curvatus Hornsch.

Especie acrocárpica, rupícola o terrestre, muy escasa. Distribución: Municipios de Bucaramanga y Floridablanca, entre 920-965 m. Colecciones estudiadas: *Benavides 65, 68, 82*. COL, UIS.

Fissidens cf. dissitifolius Sull.

Especie acrocárpica, terrestre, muy escasa. Distribución: Municipio de Floridablanca a 965 m. Colecciones estudiadas: *Benavides 139*. COL, UIS.

Fissidens mollis Mitt.

Especie acrocárpica, rupícola o terrestre sobre concreto, muy escasa. Distribución: Municipios de Bucaramanga y Floridablanca, entre 920-965 m. Colecciones estudiadas: *Benavides 58, 79a, 87, 148*. COL, UIS.

Fissidens prionodes Mont.

Especie acrocárpica, terrestre sobre suelo arcilloso, muy escasa. Distribución: Municipio de Girón a 718 m. Colecciones estudiadas: *Benavides 10*. COL, UIS.

Fissidens cf. serratus Müll. Hal.

Especie acrocárpica, rupícola o terrestre sobre suelo arcilloso, muy escasa. Distribución: Municipio de Bucaramanga a 920 m. Colecciones estudiadas: *Benavides 63, 64*. COL, UIS.

Fissidens weirii Mitt.

Especie acrocárpica, terrestre, muy escasa. Distribución: Municipio de Bucaramanga a 920 m. Colecciones estudiadas: *Benavides 48, 61a*. COL, UIS.

HYPNACEAE

Mittenothamnium sp.

Especie pleurocárpica, terrestre sobre suelo y arena, muy escasa. Distribución: Municipio de Floridablanca a 965 m. *Colecciones estudiadas: Benavides 106, 107.* COL, UIS.

HYPOPTERYGIACEAE

Hypopterygium tamarisci (Hedw.) Brid.

Especie pleurocárpica, rupícola, muy escasa. Distribución: Municipio de Floridablanca a 965 m. *Colecciones estudiadas: Benavides 135a.* COL, UIS.

LEUCOMIACEAE

Leucomium strumosum (Hornsch.) Mitt.

Especie pleurocárpica, rupícola o terrestre sobre concreto, muy escasa. Distribución: Municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón, entre 718-965 m. *Colecciones estudiadas: Benavides 13b, 37b, 102.* COL, UIS.

Rhynchostegiopsis cf. *flexuosa* (Sull.) Müll. Hal.

Especie pleurocárpica, terrestre sobre suelo y concreto, muy escasa. Distribución: Municipio de Floridablanca a 965 m. Colecciones estudiadas: *Benavides 92b, 109b*. COL, UIS.

PILLOTRICHACEAE

Callicostella pallida (Hornsh.) Angstr.

Especie pleurocárpica, rupícola o terrestre, muy escasa. Distribución: Municipio de Floridablanca a 965 m. Colecciones estudiadas: *Benavides 77, 79b, 135b*. COL, UIS.

Callicostella rivularis (Mitt.) A. Jaeger

Especie pleurocárpica, rupícola o terrestre, escasa. Distribución: Municipios de Bucaramanga y Floridablanca entre 920-965 m. Colecciones estudiadas: *Benavides 75b, 84, 85, 91, 93, 94, 96, 98, 99, 101a*. COL, UIS.

Cyclodictyon sp.

Especie pleurocárpica, rupícola, muy escasa. Distribución: Municipio de Floridablanca a 965 m. Colecciones estudiadas: *Benavides 78a, 111*. COL, UIS.

PLAGIOTHECIACEAE

Plagiothecium novo-granatense (Hampe) Mitt.

Especie pleurocárpica, rupícola, corticícola o terrestre, muy escasa. Distribución: Municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón, entre 718-965 m. Colecciones estudiadas: *Benavides 14, 31, 33, 81b, 135f, 136b*. COL, UIS.

POTTIACEAE

Barbula sp.

Especie acrocárpica, terrestre sobre concreto, muy escasa. Distribución: Municipio de Girón, a 718m. Colecciones estudiadas: *Benavides 18*. COL, UIS.

Syntrichia fragilis (Taylor) Ochyra

Especie acrocárpica, rupícola, muy escasa. Distribución: Municipio de Girón a 718 m. Colecciones estudiadas: *Benavides 8*. COL, UIS.

RHIZOGONIACEAE

Rhizogonium sp.

Especie acrocárpica, rupícola o terrestre, muy escasa. Distribución: Municipio de Bucaramanga a 920 m. Colecciones estudiadas: *Benavides 45, 46*. COL, UIS.

SPLACHNOBRYACEAE

Splachnobryum obtusum (Brid.) Müll.

Especie acrocárpica, terrestre sobre concreto, muy escasa. Distribución: Municipio de Bucaramanga a 920 m. Colecciones estudiadas: *Benavides 74*. COL, UIS.

SEMATOPHYLLACEAE

Acroporium cf. *pungens* (Hedw.) Broth.

Especie pleurocárpica, rupícola o corticícola, muy escasa. Distribución: Municipios de Bucaramanga y Floridablanca, entre 920-965 m. Colecciones estudiadas: *Benavides 40a, 126*. COL, UIS.

Sematophyllum subpinnatum (Brid.) E. Britton.

Especie pleurocárpica, rupícola o corticícola, escasa. Distribución: Municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Piedecuesta entre 920- 1000 m. Colecciones estudiadas: *Benavides 55, 56, 78b, 86, 88a, 90, 113, 114a, 119d, 157*. COL, UIS.

Sematophyllum subsimplex (Hedw.) Mitt.

Especie pleurocárpica, rupícola, terrestre o corticícola, escasa. Distribución: Municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón entre 718-965 m. Colecciones estudiadas: *Benavides* 22, 26, 37a, 52, 62, 70, 75a, 89, 95a, 141b. COL, UIS.

SYMPHYODONTACEAE

Symphyodon imbricatifolius (Mitt.) S. P. Churchill

Especie pleurocárpica, rupícola, muy escasa. Distribución: Municipio de Floridablanca a 965 m. Colecciones estudiadas: *Benavides* 89. COL, UIS.

7. DISCUSION

El área metropolitana de Bucaramanga en los últimos años, ha incrementado notablemente su población y con ello la urbanización de sus espacios físicos, con el fin de satisfacer la demanda de vivienda y otros servicios requeridos por la sociedad. Esto ha repercutido en la disminución de sus bosques nativos y áreas verdes, ocasionando la desaparición de especies vegetales poco o nada estudiadas en la región.

Existen condiciones urbanas para el desarrollo de la vegetación diferentes de las condiciones rurales. El paisaje urbano se caracteriza por pavimento y edificios, donde la modificación de factores como el clima, presenta disminución en la velocidad del viento y la humedad relativa, aumentando las temperaturas, las precipitaciones y la cantidad de contaminantes en comparación con el paisaje rural. (Flint, 1985; Harris, 1992, citado por Nilsson y Randrup, 1997). Delgadillo & Cárdenas (2000), afirmaron que el cambio de la condición suburbana a urbana, es la responsable de la pérdida en la diversidad.

7.1. DIVERSIDAD

Se observó aumento en el número de especies a medida que el ambiente se tornaba más húmedo y sombrío, registrando los mayores índices de diversidad en el relicto del municipio de Floridablanca. Por su parte, los líquenes dominaron en el sustrato corticícola, a diferencia de los briófitos (musgos y hepáticas), que mostraron mayor diversidad en el sustrato terrestre.

La riqueza y abundancia de líquenes y briófitos se justifica con la resistencia de ciertas especies a la transformación del paisaje, o con el reemplazo de las más sensibles por aquellas que presentan características morfológicas y fisiológicas para soportar la intervención antrópica. Estos grupos

son muy sensibles a todo tipo de contaminación y a medida que se acercan desde los bosques hacia el centro de las ciudades, van desapareciendo, quedando sólo aquellas especies que posiblemente presentan mejores condiciones para soportar el estrés generado en estos ambientes.

En líquenes, la tolerancia depende de la resistencia del protoplasma de las células, de su momento metabólico, de la vitalidad, de la capacidad de inhibición de los efectos y de la madurez del talo, siendo mucho más sensibles los talos más jóvenes. Esta es una de las razones del descenso en diversidad y biomasa de líquenes en zonas contaminadas, simplemente no se pueden reproducir o los talos más jóvenes dejan de progresar. (Enzensberg, 2000). Al parecer esta afirmación está muy relacionada con los resultados obtenidos en los relictos de Bucaramanga y Girón donde no se reportaron datos de este grupo, porque las muestras colectadas eran talos muy jóvenes que no reunían las condiciones mínimas para el trabajo de determinación.

En zonas contaminadas como los centros urbanos o industriales, se producen vertidos de gases y partículas sólidas a la atmósfera que ocasiona la disminución del número de especies de líquenes por la destrucción progresiva de la simbiosis liquénica. Con frecuencia, se pueden observar, árboles con cortezas verdes en los que he desaparecido la simbiosis producida por el alga-hongo, permaneciendo sólo el alga que soporta mejor la contaminación. (Enzensberg, 2000). El relicto estudiado para el municipio de Bucaramanga, presentó con frecuencia este fenómeno, encontrando poblaciones de algas desarrollándose no sólo en la corteza de los árboles, sino en las superficies húmedas y sobre concreto.

Otro efecto importante relacionado con los líquenes tiene que ver con la fotosíntesis y la respiración; la contaminación inhibe la captación de CO_2 , se altera la composición de las membranas celulares, perdiéndose iones potasio, pasando la clorofila (verde) a feofitina (parda) por pérdida de iones magnesio, comienzan las decoloraciones del talo y otras modificaciones, posteriormente también se pierde la respiración y al final tanto el alga como el hongo degeneran, se daña la estructura del talo y su capacidad de reproducción. (Enzensberg 2000).

La abundancia de líquenes es un indicador de bajos niveles de contaminación, ya que muchos de estos son sensibles al dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂), monóxido de carbono (CO), ozono (O₃), entre otros. El dióxido de azufre (SO₂) es el principal contaminante gaseoso que afecta en mayor medida el normal funcionamiento de los talos liquénicos y es también el que se encuentra en mayor concentración y más extendido. (Enzensberg 2000).

La clave de la supervivencia de los líquenes en medios climáticos extremos es su capacidad para sobrevivir sin daños, “dormidos, a un estrés hídrico severo y de restablecer muy rápidamente su actividad metabólica cuando son rehidratados. (Purvin & Wedin, 1999).

Este fenómeno de concentración de gases contaminantes, aunque no evaluados químicamente en el presente trabajo, al parecer se presentaron como una característica importante en la ausencia de los líquenes en los relictos de los municipios de Bucaramanga y Girón.

La presencia de los géneros *Candelariella*, *Flavopunctelia*, *Lecanora*, *Leptogium*, *Physcia* y *Teloschistes*, determina la riqueza de los líquenes en el área metropolitana de Bucaramanga, que fueron encontrados principalmente sobre corteza, en los municipios de Floridablanca y Piedecuesta. Los resultados obtenidos concuerdan con los observados por Armstrong (1972), Pinzón (2000) y Pinzón & Linares (2001), en estudios similares.

En briófitos, las adaptaciones fisiológicas, aunque no evaluadas en el presente trabajo, es importante tenerlas en cuenta por la presencia y/o dominancia de ciertas familias y géneros en determinados ambientes o sitios del área metropolitana de Bucaramanga, ya que están relacionadas con la conducción externa del agua, la presencia de tomento, rizoides a lo largo del tallo y por hojas cóncavas en las cuales se conduce el agua por capilaridad. El tomento es característico de musgos que crecen en sustratos húmedos expuestos; las hojas cóncavas son típicas de hepáticas y musgos pleurocárpicos que crecen postrados en los mismos sustratos. (Orrego, 2000).

Según Pinzón (2000), diversos tipos de adaptaciones permiten a las especies hacer uso eficiente del agua al reducir de manera efectiva la transpiración.

La presencia de una banda central en el tallo es característica de muchos musgos acrocárpicos que crecen en sustratos húmedos pero están expuestos a desecación frecuente. Las papilas hacen a la planta capaz de remojarse rápidamente sobre el sustrato permitiendo el almacenamiento de agua entre ellas, algo similar ocurre con los sacos acuíferos, células alares, cilios, hialocistos y demás estructuras relacionadas con la conducción y el almacenamiento de agua. Frahm et al. (1997 citado por Orrego, 2000).

Fisiológicamente, los paquetes y células alargadas presentes en la región de células alares parecen ser importantes en la economía del agua de los gametofitos. Grebe (1917, citado por Schofield, 1981). Presumiblemente estas estructuras retienen pequeños reservorios de agua. Esta particularidad, parece ocurrir según el hábitat, pero no es considerada como adaptación de condiciones xerofíticas.

Muchos musgos que crecen en ambientes secos, tienen las hojas fuertemente imbricadas, formando continuas series de cámaras interconectadas y canales de capilares para la conducción ectohídrica. Cuando la hoja se humedece, las hojas divergen su superficie quedando expuesta para la fotosíntesis. En otros casos como en el género *Fissidens*, la disposición de las hojas dísticas, con la lámina evaginante le permite desarrollarse en ambientes variados, incluso en aquellos con restricción de agua. Los rizoides con papilas muy conspicuas son comunes en sitios secos, mientras que los rizoides que no presentan papilas o que son muy pequeñas, se encuentran en especies de sitios húmedos, excepto en la familia Bartramiaceae. (Schofield, 1981).

Morfológicamente, las plantas complanadas tienden a presentarse en sitios sombreados y húmedos como el caso de la familia Hypopterygiaceae donde las hojas están formadas por diferenciación de hojas laterales. Las adaptaciones en especies acrocárpicas, están asociadas con la formación de paquetes para la retención de agua. Muchas especies de la familia Pottiaceae tienen hojas que son contortas cuando están en sitios secos. (Schofield, 1981).

Los musgos en áreas urbanas tienden a reducir su número y biomasa con el incremento de la polución y la acumulación de calor. La desecación inhibe el crecimiento y la reproducción sexual. El dióxido de azufre, es el mayor contaminante ya que descompone la molécula de clorofila y efectivamente destruye muchos musgos urbanos. (Delgadillo, 2000).

La ausencia de una cutícula protectora de los tejidos las hace muy sensibles como indicadoras de la presencia de diversos agentes de polución del aire y el agua. La sensibilidad de las briofitas a la polución es mayor en las especies que crecen sobre los árboles, resulta menor en las rupícolas y aún menor en las formas que crecen sobre el suelo o terrestres. (Matteri, 1998).

Daly por Rao (1982, citado por Lisboa et al. 1995), confirma lo anterior con observaciones en especies de briófitos sobre rocas, al tolerar mejores niveles de polución que aquellas especies de la base de los troncos. Además, Rao (1982 citado por Lisboa et al. 1995), afirmó que los briófitos que ocupan ciertos sustratos parecen ser más sensibles a la polución del aire que otros. La diversidad de especies en un área poluida, varía de acuerdo con la distancia de la fuente de polución y del tipo de sustrato de colonización. Las especies que crecen sobre árboles son más sensibles que aquellas que crecen sobre otros sustratos.

Lisboa et al. (1995), encontraron en remanentes de vegetación del perímetro urbano del municipio de Belén (PA) a *Callicostella pallida*, *Fissidens mollis*, *F. prionodes*, *Philonotis uncinata*, *Sematophyllum subpinnatum* y *S. subsimplex*. En el presente trabajo, las especies *Fissidens*, *Prionodes* y *Philonotis uncinata* fueron reportadas solamente en el relicto del municipio de Girón. Según Schofield (1981), el género *Philonotis* tiende a ocupar sitios abiertos. También reportó la presencia del género *Barbula*, encontrada en este trabajo en el mismo relicto en forma accidental.

Lisboa et al. (1996), al coleccionar briófitos sobre corteza, roca y suelo, encontró a *Callicostella pallida*, *Philonotis uncinata*, *Sematophyllum subpinnatum*, y *S. Subsimplex* importantes por acumular metales como hierro, cobre, oro y manganeso. Posteriormente, Lisboa (1998), coleccionó

muestras sobre los sustratos corticícola, rupícola y terrestre de la zona urbana de la ciudad de Chaves, encontrando que especies como *Callicostella pallida*, *Sematophyllum subsimplex* y *S. subpinnatum*, están presentes pero son sensibles a las perturbaciones antrópicas. Estas últimas especies fueron reportadas en proporción considerable en el presente trabajo, especialmente en los sitios más conservados, aunque sin descartar que se han adaptado muy bien a condiciones de intervención.

La especie más diversa en el área metropolitana de Bucaramanga es *Fabronia ciliaris*, encontrada en todos los sustratos y en todos los relictos de bosque de la investigación. En la mayoría de los casos fue la especie con el valor más alto de cobertura, indicando que se adapta muy bien a condiciones de ambientes intervenidos. Otros resultados obtenidos en el presente trabajo, concuerdan con los observados por Schornherst (1971), Bowers (1974), Campbell (1979), Florschütz-de waard & Florschütz (1979), Rudas (1988), Lisboa (1994), Churchill & Linares (1995), Linares & Churchill (1997), Pinzón (2000) y Pinzón & Linares (2001).

En hepáticas, la familia Lejeuneaceae, se presentó en todos los sustratos estudiados y en todos los relictos del área metropolitana de Bucaramanga, destacándose por ser la más importante. Lisboa (1985), la encontró en la zona amazónica, creciendo sobre troncos vivos y podridos, hojas y algunas veces sobre rocas y suelo. Posteriormente, en Lisboa et al. (1995), afirmaron que la familia Lejeuneaceae podrían ser posibles indicadoras de ambientes preservados. También se reportaron los géneros *Frullania*, *Ceratolejeunea*, *Cheilolejeunea*, *Lejeunea* y *Plagiochila*. Algunas especies del género *Frullania* fueron encontradas en ciudades ubicadas sobre troncos al igual que en avenidas, expuestas a sol y viento, siendo consideradas xerófitas; además se indicó que sería interesante verificar si estas especies pueden ser utilizadas en investigaciones ecológicas sobre contaminación ambiental.

7.2. DISTRIBUCION

Las especies encontradas en el área metropolitana de Bucaramanga, en su mayoría tienen crecimiento folioso para el caso de líquenes y hepáticas; en los musgos predominó el crecimiento pleurocárpico posiblemente por la necesidad de estos organismos de sobrevivir y desarrollarse en condiciones adversas que permitan su extensión en área.

Los líquenes se encontraron distribuidos especialmente en el sustrato cortícola en los relictos de bosque en los municipios de Floridablanca y Piedecuesta. Para futuros estudios, sería importante tener en cuenta este dominio del sustrato corticícola, para estudios de valoración de calidad del aire, ya que según Enzensberg (2000), estos sustratos no alteran la composición del agua que discurre por su superficie que es la que toma el líquen.

Cuando el desarrollo de líquenes ocurre en superficies rocosas, se cree que está relacionado con la porosidad de la roca. La mayor o menor porosidad depende de la precipitación retenida por el sustrato y la que corre por la superficie. Armstrong (1972), registró entre otras a *Lecanora atra* sobre sustrato rocoso y destacó la importancia del ambiente y la competencia para la distribución del líquen.

En musgos, según Orrego (2000), los manojos, tapetes y cojines son formas de crecimiento efectivas en el almacenamiento del agua y característicos generalmente en los hábitat con desecación ocasional. Formas dendroides son intolerantes a largos periodos de desecación, debido a que su sistema de conducción interna de agua no es suficientemente efectivo para transportarla a las porciones superiores de la planta. Los abanicos parecen ser una adaptación al mejoramiento del intercambio de gases, evitando ser humedecidos a lo largo de los troncos de los árboles, situación que reduce considerablemente el intercambio gaseoso. En el presente trabajo fueron encontrados en forma de manojos y en algunas ocasiones como tapetes distribuidos a lo largo de los sustratos, destacando la presencia de *Fabronia ciliaris*, *Callicostella rivularis*, *Sematophyllum subpinnatum* y *S. subsimplex*.

En cuanto a los sustratos estudiados, en el terrestre se muestrearon además de suelos desnudos, zonas de concreto, ladrillos y paredes, introducidas por intervención antrópica en los relictos, por ejemplo las estructuras de concreto para disminuir las pendientes de las quebradas como en el caso de la quebrada la Joya en el relicto de Girón, la quebrada el Macho en el relicto de Bucaramanga y el río Frío en el municipio de Floridablanca; allí se encontraron especies adaptadas a las nuevas condiciones medioambientales.

Lisboa et al. (1995), destaca la especie *Splachnobryum obtusum* habitando muros y en sustrato terrestre en jardines botánicos. Se cree que podría ser una indicadora de ambientes perturbados. Los briófitos epifíticos son un grupo de plantas altamente sensibles a condiciones microambientales. Los factores ambientales que más afectan son la luz, la humedad relativa y la temperatura Thiers (1988; citado por Uribe & Orrego, 2001); por lo que son muy susceptibles a cambios en estas condiciones debido a perturbación de los bosques. Gradstein (1992; citado por Uribe & Orrego, 2001). A pesar de no estar contemplado en los objetivos del trabajo, luego de la revisión bibliográfica, se pudo identificar que ciertas especies encontradas en esta investigación podrían ser indicadoras de ambientes perturbados, pero es mejor realizar estudios más específicos que permitan confirmar lo expresado.

Las hepáticas, presentes en todos los relictos, se encontró distribuida sobre todos los sustratos estudiados (corticícola, rupícola y terrestre). La familia Lejeuneaceae fue la que se reportó con mayor frecuencia y la que presentó el mayor número de especies. Según Gradstein, (1995 citado por Orrego, 2000). La familia Lejeuneaceae representa más del 70% de las especies en los bosques de zonas bajas. En esta investigación se pudo confirmar que la familia Lejeuneaceae se encuentra con alta frecuencia en zonas bajas, presentándose en espacios desde muy húmedos, hasta en aquellos lugares muy secos, aunque en estos últimos prefiere hacerlo asociada con musgos.

Es importante destacar la presencia de la especie *Dumortiera hirsuta*, como la única especie talosa registrada en el trabajo y encontrada en el relicto del municipio de Floridablanca asociada

al margen del río Frío. Las hepáticas talosas prefieren espacios muy húmedos y fríos, pero la anatomía de esta especie parece ser lo que le permite desarrollarse en zonas bajas.

8. CONCLUSIONES

Luego de realizar 180 levantamientos de vegetación en los que se hallaron 52 especies, distribuidas en 39 géneros, pertenecientes a 28 familias, se encontró que los briófitos con 43 especies, 33 géneros y 22 familias, presentaron mayor diversidad que los líquenes que reunieron 9 especies, 6 géneros y 6 familias.

Se muestrearon los sustratos corticícola (corteza de árboles), rupícola (rocas) y terrestre (suelos desnudos, estructuras de concreto, ladrillo, arcilla, arena y paredes), encontrando que la diversidad está concentrada en especies adaptadas a condiciones de ambientes perturbados.

Las familias más importantes fueron: en líquenes Physciaceae; en hepáticas Lejeuneaceae y en musgos Fissidentaceae. Los géneros más ampliamente distribuidos fueron: *Physcia*, *Lejeunea* y *Fissidens*.

Fabronia ciliaris, se consideró como la especie más ampliamente distribuida encontrada con el mayor porcentaje de cobertura en los relictos de los municipios de Bucaramanga, Girón y Piedecuesta. En Floridablanca obtuvo el segundo valor más alto seguido de *Callicostella rivularis*.

La composición, diversidad y distribución de los líquenes y briófitos está relacionada con la complejidad del ambiente, la influencia del clima y el grado de contaminación existente en los relictos.

Los líquenes y briófitos son grupos que a pesar de su reducido tamaño, aportan datos importantes para el conocimiento de las condiciones en una zona de estudio. Este trabajo es la primera vista global de la diversidad de líquenes y briófitos en el área metropolitana de Bucaramanga. Con este

trabajo no se intenta resolver la composición de la microvegetación en Santander, pero servirá de antecedente para futuras investigaciones en zonas urbanas, además de contribuir con el inventario del departamento.

Con las especies encontradas se elaboró el catálogo comentado preliminar de los líquenes y briófitos del área metropolitana de Bucaramanga.

9. RECOMENDACIONES

Se sugiere complementar este estudio en los mismos relictos de bosque, a fin de conocer más a fondo la composición, diversidad y distribución de los líquenes y briófitos, modificando ciertas variables, como la época de año, intensidad de los muestreos, entre otros.

Para fortalecer el conocimiento de líquenes y briófitos en el área metropolitana de Bucaramanga, se sugiere implementar este tipo de estudios en otros relictos de bosque conservados por la corporación autónoma para la defensa de la meseta de Bucaramanga, CMDDB, para identificar las especies presentes en relictos preservados, frente a las que se encuentran en espacios que recién inician su conservación.

Sería interesante generar la necesidad de incorporar estudios de la microvegetación en los planes de manejo ambiental y de esta forma conociendo el aporte de estos grupos, buscar estrategias para descontaminar las fuentes hídricas de los municipios.

De igual forma se recomienda iniciar estudios en briófitos relacionados con acumulación de metales, ya que esta información podría ser de gran aporte en el análisis de las fuentes hídricas.

También se recomienda iniciar un estudio en los parques y en las principales calles de los municipios a fin de conocer los líquenes y briófitos adaptados a ambientes con niveles altos de emisión de gases. Implementando este tipo de estudios, se podrá identificar los líquenes y briofitos más susceptibles a la polución, ya que al compararlos con los de zonas menos contaminadas o con menos flujo vehicular, se valorará por su presencia/ausencia los efectos de la contaminación.

Es muy importante realizar nuevos estudios y trabajos de estos grupos a nivel municipal y departamental, que permitan fortalecer la colección de referencia del Herbario UIS. Actualmente,

el herbario cuenta con cabinas adaptadas para este tipo de material y posee algunas colecciones producto de salidas de campo de las asignaturas Botánica II y Ecología II, pero no existe una colección guía para los estudiantes interesados en el tema. Hace falta el desarrollo de trabajos para organizar y determinar los cientos de muestras que posee el herbario relacionada con estos grupos.

BIBLIOGRAFIA

ALSTRUP, V. 1982. The epiphytic lichens of Greenland. *The bryologist* 85(1) p.p. 64-73

ARMSTRONG, R. A. 1972. The descriptive ecology of saxicolous lichens in an área of south Merionethshire, Wales. *Ecology*, pp. 33-45.

BOWERS, F. 1974. The mosses reported from Costa Rica. *The bryologist* 77(2):150-171.

BRAUN-BLANQUET, J. 1979. *Fitosociología; bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Ediciones Blume, Madrid, 819 pp.

BRODO, I. M., DURAN, S. & SHARNOFF, S. 2001. *Líquenes of North América*. Yale University Press. New Haven and London.

CAMPBELL, W. 1979. Some mosses from British Honduras. *The bryologist* 82(3). Pp. 478-481.

CER, CENTRO DE ESTUDIOS REGIONALES, UIS. 2000. Plan de ordenamiento territorial del municipio de Floridablanca. 2000-2009.

CER, CENTRO DE ESTUDIOS REGIONALES, UIS. 2000. Plan de ordenamiento territorial del municipio de San Juan de Girón. 2000-2009.

CHRITY, J. LYNFORD, J. & WARGNER D. 1982. Checklist of Oregon, *The bryologist* 85(1) pp. 22-36

CHURCHILL S. P. & LINARES, E. 1995. Prodrómus Bryologiae Novo-Granatensis- Introducción a la Flora de Musgos de Colombia. Biblioteca " José Jerónimo Triana". No. 12, Vol. 1 y 2. Santa Fé de Bogotá; Instituto de Ciencias Naturales - Museo de Historia Natural, Universidad Nacional de Colombia, Ed. Guadalupe.

DELGADILLO, C. & ZANDER, R. 1984. The Mosses of the Tehuacan Valley, México and notes on their distribution. *The Bryologist* 87(4) pp.319-322.

DELGADILLO, C. & CÁRDENAS, A. 2000. Urban mosses in México city. *Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Botánica* 71 (2): 63-72.

DIVISIÓN DE ASESORIAS Y SERVICIOS ESPECIALIZADOS, UIS. 2000. Plan básico de ordenamiento territorial del municipio de Piedecuesta período 2000-2009.

ENZENSBERG, H. M. 2000. Los líquenes “El más lento telegrama de la tierra”. En: <http://es.geocities.com/ecored2000/liquen.html>. pp. 1-6.

ESLAVA, J., LOPEZ, V. & OLAYA, G. 1986. Los climas de Colombia. *Atmósfera* Número 6. Marzo. Pp. 33-74.

ESQUIVEL, H. & NIETO, A. 2003. Diversidad florística de la cuenca alta del río Combeima. Programa PEI del cañón del Combeima – 2003. *Publicidad & Marketing*. Ibagué. pág 74.

ESTÉBANEZ, B.; BALLESTEROS, T.; GÓMEZ, D.; FERNÁNDEZ, F.; CORTELLA, A.; ALFAYATE, C.; MARFIL R. & RON, E. 2001. Acúmulos minerales masivos en musgos. *Bol. Soc. Esp. Briol.* 18/19: 45-52. En: www.uam.es/información/asociaciones/SEB/vol18-19/e-minerales.pdf

FLORSCHÛTZ-DE WAARD & FLORSCHUTZ, P. A. 1979. Estudio sobre criptógamas colombianas III. Lista comentada de los musgos de Colombia. *The Bryologist* 82(2) pp. 215-259.

GARCÍA, L. C. & RUBIANO, L. J. 1984. Comunidades de líquenes como indicadores de niveles de calidad del aire en Colombia. *Contaminación ambiental*. Año 8. Número 13. Pp: 73-91.

GRADSTEIN, R. S. 1997. A guide to the bryophytes of tropical America. 1. Liverworts and Hornworts. Brussels.

GRADSTEIN, R. S., CHURCHILL, S. P. & SALAZAR-ALLEN N. 2001. Guide to the Bryophytes of tropical America. *Memoirs of The New York Botanical Garden Volumen 86*. 577 pp.

HARRIS, G. P. 1970. The ecology of corticolous lichens. II. The relationship between physiology and the environment. *Ecology*. pp. 441-452.

IWATZUKI, Z. 1960. The epiphytic bryophyte communities in Japan. *Journal of the Hattori Botanical Laboratory* 22:159-339.

KEIZER, P. J., TOOREN, B. F. & DURING H. J. 1985. Effects of bryophytes on seedling emergence and establishment of short-lived forbs in chalk grassland. *Journal of ecology* 73, 493-504.

LINARES, E & CHURCHILL, S. 1997. Comunidades de briófitos reófilicos en un caño de montaña, en San Francisco Cundinamarca, Colombia. *Caldasia* 19(1-2): 323-329.

LINARES, E. & AGUIRRE J. 2000. Estudios Ecológicos en Líquenes y Briófitos en un Gradiente Altitudinal en Cundinamarca.

LINARES, E. 2001. Taller de briófitos de Colombia, Zona Nor- Oriental, 5, 6 y 7 de diciembre de 2001. Documento de trabajo. Clave de géneros de hepáticas de Colombia y clave para familias de musgos de Colombia.

LISBOA R. 1985. Avalacao da brioflora de uma área de floresta de terra firme. II – Hepaticae. Bot. Mus. Para. Emilio Goeldi, sér. Bot 2(1), pp. 99-107.

LISBOA, R. 1994. Adicoes a brioflora do estado do Pará. Bot. Mus. Para. Emilio Goeldi, sér. Bot. 10(1), pp.15-42.

LISBOA R. & ILKIU-BORGES A. 1995. Diversidade das briofitas de Belem (PA) e seu potencial como indicadores de poluicao urbana. Bot. Mus. Para. Emilio Goeldi, sér. Bot. 11(2), pp.199-225.

LISBOA, R. & ILKIU-BORGES, F. 1996. Briófitas da Serra dos Carajás sua possivel utilizacao como indicadores de metais. Bol. Mus. Emilio Goeldi, sér. Bot 12(2). Pp. 161-181.

LISBOA, R. MUNIZ, A. C., MACIEL, U. N. 1998. Musgos da ilha de Marajó – III Chaves (Para). Bol. Mus. Emilio Goeldi, sér. Bot 14(2). Pp. 117-125.

MAHU, M. 1979. Familias y géneros de musgos chilenos. The Bryologist 82(4):513-524.

MATTERI, C. 1998. La diversidad briológica. (o sobre cómo y por qué proteger los musgos). Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia (CONICET). Revista Ciencia hoy. Vol 8 – No. 46 Mayo/junio En: <http://www.cienciahoy.org>

MAGURRAN, A. 1989. Diversidad ecológica y su medición. Ediciones Vedral. Barcelona. Pp.9-89.

MORENO, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M & T - Manuales y tesis SEA. Vol 1. Zaragoza, 84 pp.

ORREGO, O. 2000. Diversidad de briófitos en bosques relictuales de la zona cafetera del Departamento del Quindío. Trabajo de grado. Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia. Pp. 1-13.

OSORIO H. 1980. Contribution to the flora of Argentina. *The Bryologist* 83(2): 219 - 220.

OSORIO, H. WILHELMS, L. HOMRICH, M. 1981. Contribution to the lichen flora of Brazil VI. New additional records from Rio Grande do Sul State. *The Bryologist* 84(1) pp. 79-82.

PEREZ-LOPEZ, F. J. & SOLA-FERNANDEZ, F. M. 1993. DIVERSIDAD: programa para el cálculo de los índices de diversidad (programa informático en línea). Disponible desde internet en: <http://perso.wanadoo.es/jp-l/descargas.html>

PEREZ-LOPEZ, F. J. & SOLA-FERNANDEZ, F. M. 1993. SIMILARIDAD: programa para el cálculo de los índices de similaridad (programa informático en línea). Disponible desde internet en: <http://perso.wanadoo.es/jp-l/descargas.html>

PERSPECTIVA URBANA. UNION TEMPORAL. 1999. Plan de ordenamiento territorial metropolitano. Componente físico territorial. Documento técnico de soporte. Tomo I. Diagnóstico.

PINZON B. M. 2000. Distribución y diversidad de briofitos y líquenes de la región subxerofítica de la Herrera, Mosquera (Cundinamarca). Universidad Javeriana. Proyecto de grado.

PINZON B. M. & LINARES, E. 2001. Catálogo comentado de los líquenes y briófitos de la región subxerofítica de la Herrera (Mosquera, Cundinamarca). *Caldasia* 23 (1): 237-246.

PURVIS, W & WEDIN, M. 1999. El éxito todo terreno de los líquenes. *Mundo científico* 200. Abril. Pp. 56-59.

REINOSO, J. & SMYTH, M. 1985. Avance sobre el estudio de la flora briológica de la ciudad de Santiago de Compostela. Trabajos compostelanos de biología 12: 185-196.

RUDAS, A. 1988. Contribución al estudio taxonómico ecológico de las briofitas del parque nacional natural isla Gorgona (Cauca) – Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Proyecto de grado.

SASTRE –DE JESUS, I., CHURCHILL, S. P.; ESCOBAR, M. 1986. Catálogo de musgos del departamento de Antioquia, Colombia. Actualidades Biológicas, vol 15 No. 57, p.p. 77-94.

SCHOFIELD, W. B. 1981. Ecological significance of morphological characters in the moss gametophyte. The Briologist 84(2): pp. 149-165.

SCHORNHERST, R. & REESE, W. 1971. A contribution to the muscology of Panamá. The bryologist 74 (1): 33-36.

SIPMAN, A. & AGUIRRE J. 1982. Contribución al conocimiento de los líquenes de Colombia. I clave genérica para los líquenes foliosos y fruticosos de los páramos colombianos. Caldasia vol. XIII No. 64. pp: 603-634.

URIBE, J. & AGUIRRE J. 1997. Clave para los géneros de Hepáticas de Colombia. Caldasia 19(1-2). pp. 13-27.

URIBE, J. & ORREGO, O. 2001. Modelos de distribución de abundancias en comunidades de briófitos. Caldasia 23 (1): 261-267.

_____ Plan de ordenamiento territorial del municipio de Bucaramanga. Gestión del municipio de Bucaramanga. Secretaria de Planeación. Documento biofísico – ambiental

_____ Plan de ordenamiento territorial del municipio de Bucaramanga. Gestión del municipio de Bucaramanga. Secretaria de Planeación. Documento aspectos generales

_____ [www. Monografías.com/trabajos14/plantas/plantas.shtml](http://www.Monografías.com/trabajos14/plantas/plantas.shtml)

ANEXO B. LISTADO DE PRESENCIA/AUSENCIA DE ESPECIES POR SUSTRATO

Especie	Sustratos		
	Corticícola	Rupícola	Terrestre
<i>Acroporium</i> cf. <i>pungens</i>	1	1	0
<i>Anomobryum</i> sp.	0	1	1
<i>Barbula</i> sp.	0	0	1
<i>Brachythecium occidentale</i>	0	0	1
<i>Bryum</i> sp.	0	0	1
<i>Callicostella pallida</i>	0	1	1
<i>Callicostella rivularis</i>	0	1	1
<i>Candelariella</i> sp.	1	0	0
<i>Ceratolejeunea</i> sp.	1	0	0
<i>Cheilolejeunea</i> sp.	1	0	0
<i>Cryphaea fasciculosa</i>	1	0	0
<i>Cyclodictyon</i> sp.	0	1	0
<i>Dumortiera hirsuta</i>	0	1	1
<i>Entodon gracilisetus</i>	1	0	0
<i>Erythrodontium squarrosom</i>	1	0	0
<i>Fabronia ciliaris</i>	1	1	1
<i>Fissidens</i> cf. <i>dissitifolius</i>	0	0	1
<i>Fissidens</i> cf. <i>Serratus</i>	0	1	1
<i>Fissidens curvatus</i>	0	1	1
<i>Fissidens mollis</i>	0	1	1
<i>Fissidens prionodes</i>	0	0	1
<i>Fissidens weirii</i>	0	0	1
<i>Flavopunctelia flaventior</i>	1	0	0
<i>Frullania</i> sp.	1	1	0
<i>Hypopterygium tamarisci</i>	0	1	0
<i>Lecanora</i> cf. <i>atra</i>	1	0	0
<i>Lejeunea</i> sp. 1	1	1	1
<i>Lejeunea</i> sp. 2	1	1	1
<i>Lejeunea</i> sp. 3	1	1	0
<i>Lejeunea trinitensis</i>	1	1	1
<i>Leptogium</i> cf. <i>diaphanum</i>	1	0	0
<i>Leptogium vesiculosum</i>	1	0	0
<i>Leucomium strumosum</i>	1	0	1

Especie	Sustratos		
	Corticícola	Rupícola	Terrestre
<i>Microdus lindigianus</i>	0	0	1
<i>Mittenothamnium</i> sp.	0	0	1
<i>Philonotis uncinata</i>	0	0	1
<i>Physcia</i> cf. <i>albicans</i>	1	0	0
<i>Physcia</i> cf. <i>fragilescens</i>	1	0	0
<i>Physcia</i> cf. <i>stellaris</i>	1	0	0
<i>Plagiochila</i> sp.	0	1	0
<i>Plagiothecium novo-granatense</i>	1	1	1
<i>Platyhypridium aquaticum</i>	0	0	1
<i>Rhizogonium</i> sp.	0	1	1
<i>Rhynchostegiopsis</i> cf. <i>flexuosa</i>	0	0	1
<i>Sematophyllum subpinnatum</i>	1	1	0
<i>Sematophyllum subsimplex</i>	1	1	1
<i>Splachnobryum obtusum</i>	0	0	1
<i>Symphyodon imbricatifolius</i>	0	1	0
<i>Syntrichia fragilis</i>	0	1	0
<i>Taxilejeunea</i> sp	0	0	1
<i>Teloschistes exilis</i>	1	0	0
<i>Vitalianthus bischlerianus</i>	1	1	0

ANEXO C. LISTADO DE PRESENCIA/AUSENCIA DE ESPECIES POR MUNICIPIO

Especie	Municipios			
	Bucaramanga	Floridablanca	Girón	Piedecuesta
<i>Acroporium cf. pungens</i>	1	1	0	0
<i>Anomobryum sp.</i>	1	1	0	0
<i>Barbula sp.</i>	0	0	1	0
<i>Brachythecium occidentale</i>	0	1	0	0
<i>Bryum sp.</i>	1	0	0	0
<i>Callicostella pallida</i>	0	1	0	0
<i>Callicostella rivularis</i>	1	1	0	0
<i>Candelariella sp.</i>	0	1	0	1
<i>Ceratolejeunea sp.</i>	0	1	0	0
<i>Cheilolejeunea sp.</i>	1	0	0	0
<i>Cryphaea fasciculosa</i>	1	0	0	1
<i>Cyclodictyon sp.</i>	0	1	0	0
<i>Dumortiera hirsuta</i>	0	1	0	0
<i>Entodon gracilisetus</i>	0	0	0	1
<i>Erythrodontium squarrosus</i>	0	1	0	1
<i>Fabronia ciliaris</i>	1	1	1	1
<i>Fissidens cf. dissitifolius</i>	0	1	0	0
<i>Fissidens cf. serratus</i>	1	0	0	0
<i>Fissidens curvatus</i>	1	1	0	0
<i>Fissidens mollis</i>	1	1	0	0
<i>Fissidens prionodes</i>	0	0	1	0
<i>Fissidens weirii</i>	1	0	0	0
<i>Flavopunctelia flaventior</i>	0	1	0	0
<i>Frullania sp.</i>	0	1	1	1
<i>Hypopterygium tamarisci</i>	0	1	0	0
<i>Lecanora cf. atra</i>	0	0	0	1
<i>Lejeunea sp. 1</i>	0	1	1	0
<i>Lejeunea sp. 2</i>	1	1	0	1
<i>Lejeunea sp. 3</i>	0	1	0	1
<i>Lejeunea trinitensis</i>	0	1	1	1
<i>Leptogium cf. diaphanum</i>	0	1	0	0
<i>Leptogium vesiculosum</i>	0	0	0	1
<i>Leucomium strumosum</i>	1	1	1	0

Especie	Municipios			
	Bucaramanga	Floridablanca	Girón	Piedecuesta
<i>Microdus lindigianus</i>	1	0	0	0
<i>Mittenothamnium</i> sp.	0	1	0	0
<i>Philonotis uncinata</i>	0	0	1	0
<i>Physcia</i> cf. <i>albicans</i>	0	1	0	1
<i>Physcia</i> cf. <i>fragilescens</i>	0	1	0	1
<i>Physcia</i> cf. <i>stellaris</i>	0	0	0	1
<i>Plagiochila</i> sp.	0	1	0	0
<i>Plagiothecium novo-granatense</i>	1	1	1	0
<i>Platyhypnidium aquaticum</i>	0	0	1	0
<i>Rhizogonium</i> sp.	1	0	0	0
<i>Rhynchostegiopsis</i> cf. <i>flexuosa</i>	0	1	0	0
<i>Sematophyllum subpinnatum</i>	1	1	0	1
<i>Sematophyllum subsimplex</i>	1	1	1	0
<i>Splachnobryum obtusum</i>	1	0	0	0
<i>Symphyodon imbricatifolius</i>	0	1	0	0
<i>Syntrichia fragilis</i>	0	0	1	0
<i>Taxilejeunea</i> sp	0	1	0	0
<i>Teloschistes exilis</i>	0	0	0	1
<i>Vitalianthus bischlerianus</i>	0	1	0	0

ANEXO D. COBERTURA DE LAS ESPECIES DENTRO DE CADA RELICTO DE BOSQUE

4.1 RELICTO UBICADO EN EL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA

Especies	% de Cobertura real dentro del municipio	Sustrato		
		Corticícola	Rupícola	Terrestre
<i>Fabronia ciliaris</i>	100	1	0	0
<i>Sematophyllum subsimplex</i>	65,51	1	1	1
<i>Lejeunea</i> sp. 2	27,58	0	1	0
<i>Sematophyllum subpinnatum</i>	27,58	1	0	0
<i>Fissidens serratus</i>	25,51	0	1	1
<i>Anomobryum</i> sp.	20,68	0	1	1
<i>Fissidens weirii</i>	20,68	0	0	1
<i>Fissidens curvatus</i>	20,41	0	1	0
<i>Plagiothecium novo-granatense</i>	17,24	1	0	0
<i>Rhizogonium</i> sp.	17,24	0	1	1
<i>Cheilolejeunea</i> sp.	13,79	1	0	0
<i>Bryum</i> sp.	13,79	0	0	1
<i>Microdus lindigianus</i>	13,79	0	0	1
<i>Leucomium strumosum</i>	13,79	1	0	0
<i>Callicostella rivularis</i>	13,79	0	0	1
<i>Acroporium</i> cf. <i>pungens</i>	13,79	1	0	0
<i>Cryphaea fasciculosa</i>	6,89	1	0	0
<i>Fissidens mollis</i>	6,89	0	0	1
<i>Splachnobryum obtusum</i>	6,89	0	0	1

4.2 RELICTO UBICADO EN EL MUNICIPIO DE FLORIDABLANCA

Especies	% de Cobertura real dentro del municipio	Sustrato		
		Corticícola	Rupícola	Terrestre
<i>Callicostella rivularis</i>	100	0	1	0
<i>Fabronia ciliaris</i>	97,77	1	1	1
<i>Sematophyllum subpinnatum</i>	75,55	1	1	0
<i>Frullania</i> sp.	68,88	1	1	0
<i>Dumortiera hirsuta</i>	66,11	0	1	1
<i>Lejeunea</i> sp. 2	55,55	1	1	1
<i>Anomobryum</i> sp.	37,77	0	1	1
<i>Vitalianthus bischlerianus</i>	33,33	1	1	0
<i>Fissidens mollis</i>	33,33	0	1	1
<i>Callicostella pallida</i>	33,33	0	1	1
<i>Plagiothecium novo-granatense</i>	33,33	0	1	1
<i>Sematophyllum subsimplex</i>	27,77	1	1	0
<i>Mittenothamnium</i> sp.	22,22	0	0	1
<i>Rhynchostegiopsis</i> cf. <i>flexuosa</i>	22,22	0	0	1
<i>Cyclodictyon</i> sp.	20	0	1	0
<i>Brachythecium occidentale</i>	17,77	0	0	1
<i>Erythrodonium squarrosus</i>	16,66	1	0	0
<i>Flavopunctelia flaventior</i>	13,88	1	0	0
<i>Leptogium</i> cf. <i>diaphanum</i>	11,11	1	0	0
<i>Physcia</i> cf. <i>albicans</i>	11,11	1	0	0
<i>Physcia</i> cf. <i>fragilescens</i>	11,11	1	0	0
<i>Ceratolejeunea</i> sp.	11,11	1	0	0
<i>Lejeunea</i> sp. 1	11,11	1	0	0
<i>Lejeunea</i> sp. 3	11,11	0	1	0
<i>Lejeunea trinitensis</i>	11,11	0	0	1
<i>Taxilejeunea</i> sp.	11,11	0	0	1
<i>Plagiochila</i> sp.	11,11	0	1	0
<i>Fissidens curvatus</i>	11,11	0	0	1
<i>Hypopterygium tamarisci</i>	11,11	0	1	0
<i>Leucomium strumosum</i>	11,11	0	0	1
<i>Acroporium</i> cf. <i>pungens</i>	11,11	0	1	0
<i>Symphyodon imbricatifolius</i>	11,11	0	1	0
<i>Candelariella</i> sp.	9,44	1	0	0
<i>Fissidens</i> cf. <i>dissitifolius</i>	5,55	0	0	1

4.3 RELICTO UBICADO EN EL MUNICIPIO DE GIRON

Especies	% de Cobertura real dentro del municipio	Sustrato		
		Corticícola	Rupícola	Terrestre
<i>Fabronia ciliaris</i>	100	0	1	1
<i>Frullania</i> sp.	85,46	1	0	0
<i>Lejeunea</i> sp. 1	80	0	1	1
<i>Philonotis uncinata</i>	53,33	0	0	1
<i>Syntrichia fragilis</i>	53,33	0	1	0
<i>Sematophyllum subsimplex</i>	53,33	1	0	0
<i>Lejeunea trinitensis</i>	36,66	0	1	1
<i>Fissidens prionodes</i>	26,66	0	0	1
<i>Leucomium strumosum</i>	26,66	0	0	1
<i>Plagiothecium novo-granatense</i>	26,66	0	1	0
<i>Platyhypnidium aquaticum</i>	13,33	0	0	1
<i>Barbula</i> sp.	3,2	0	0	1

4.4 RELICTO UBICADO EN EL MUNICIPIO DE PIEDECUESTA

Especies	% de Cobertura real dentro del municipio	Sustrato		
		Corticícola	Rupícola	Terrestre
<i>Fabronia ciliaris</i>	100	1	0	0
<i>Lejeunea</i> sp. 2	31,57	1	0	0
<i>Candelariella</i> sp.	26,31	1	0	0
<i>Physcia</i> cf. <i>albicans</i>	26,31	1	0	0
<i>Physcia</i> cf. <i>fragilescens</i>	26,31	1	0	0
<i>Physcia</i> cf. <i>stellaris</i>	26,31	1	0	0
<i>Lejeunea</i> sp. 3	26,31	1	0	0
<i>Entodon gracilisetus</i>	26,31	1	0	0
<i>Erythrodontium squarrosus</i>	26,31	1	0	0
<i>Frullania</i> sp.	18,42	1	0	0
<i>Lejeunea trinitensis</i>	15,78	0	0	1
<i>Leptogium vesiculosus</i>	10,52	1	0	0
<i>Lecanora</i> cf. <i>atra</i>	10,52	1	0	0
<i>Sematophyllum subpinnatum</i>	10,52	1	0	0
<i>Teloschistes exilis</i>	5,26	1	0	0
<i>Cryphaea fasciculosa</i>	2,63	1	0	0

ANEXO E ESTRUCTURA DEMOGRÁFICA DEL ÁREA METROPOLITANA

La tabla 7 Bucaramanga muestra la distribución poblacional del área metropolitana de Bucaramanga de acuerdo con los datos consignados en el Plan de ordenamiento territorial para el municipio de Bucaramanga correspondiente al periodo 2000-2009.

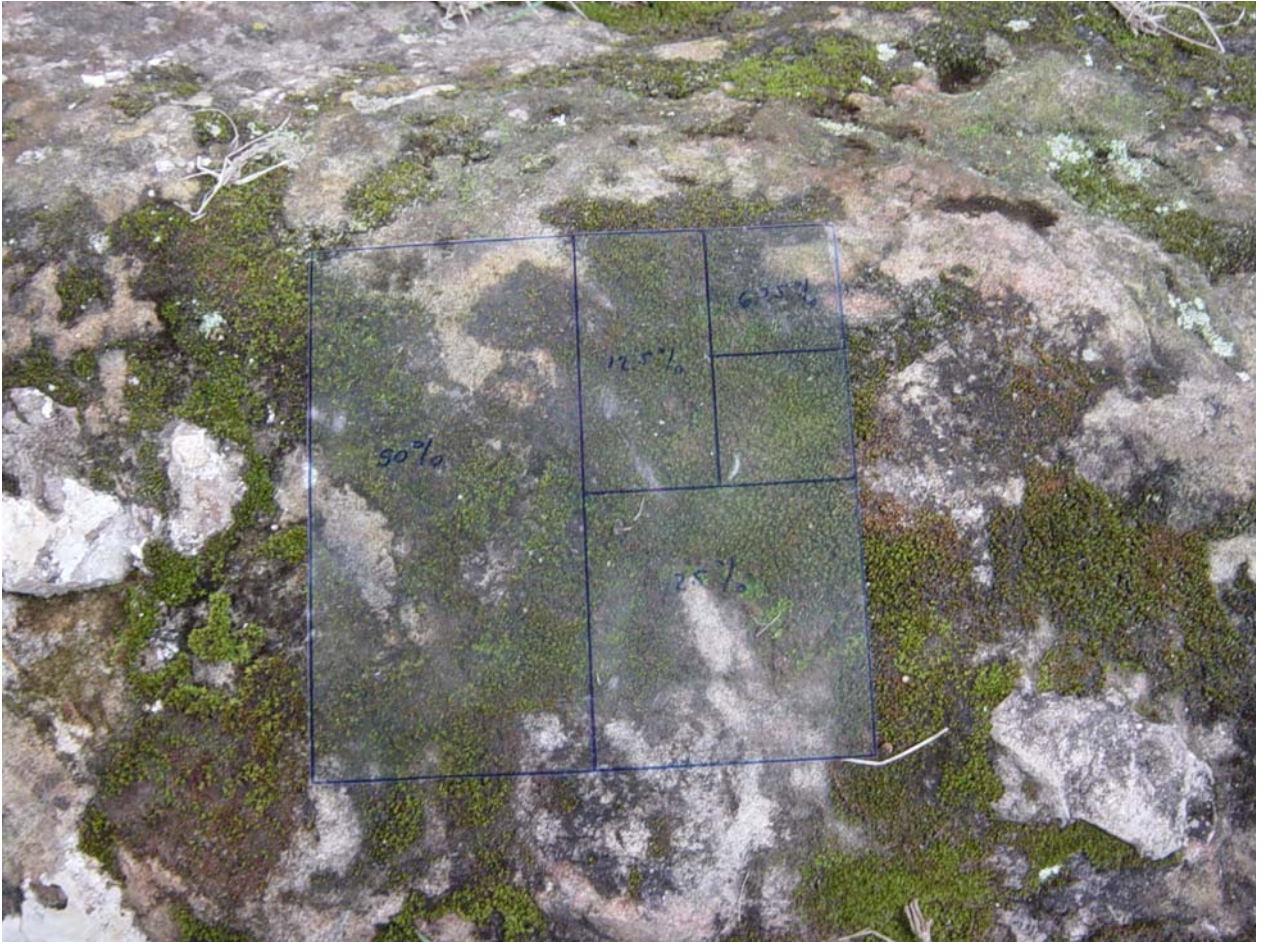
Tabla 7. Distribución poblacional del área metropolitana de Bucaramanga

Municipio	1998 Urbana	1998 Rural	1998 Total	% Dpto
Bucaramanga	506.135	5.223	511.358	26.73
Floridablanca	219.658	6.885	223.843	11.70
Girón	87.951	11.420	99.371	5.19
Piedecuesta	72.003	17.312	89.315	4.67
Total Área	883.047	40.840	923.887	48.30
Santander	1.316287	596.624	1.912.911	100.00

Fuente: DANE 1998. Distribución de la población en el Área Metropolitana

El Área metropolitana ocupa el 4.15% del total del territorio y concentra el 48.3% del total de la población del Departamento. Bucaramanga participa con el 26.73% de población en el departamento de Santander; Floridablanca con un 11.7%, Girón con 5.19% y Piedecuesta con 4.67%. Los municipios del Área Metropolitana tienen una participación por encima de municipios como Barbosa, Socorro y San Gil que se encuentran en el 1.2% y el 2.1 %. Otros municipios de la región Metropolitana como Lebrija, Rionegro, Los Santos, Suratá, Matanza, California, Tona, participan en un 5.03%.

ANEXO F FORMA DE USO DE LA PLANTILLA



Plantilla de 10x10 cm, sobre sustrato rocoso

ANEXO G. ALGUNOS LIQUENES Y BRIOFITOS ENCONTRADOS

LIQUENES



Teloschistes sp.



Parmelia sp.



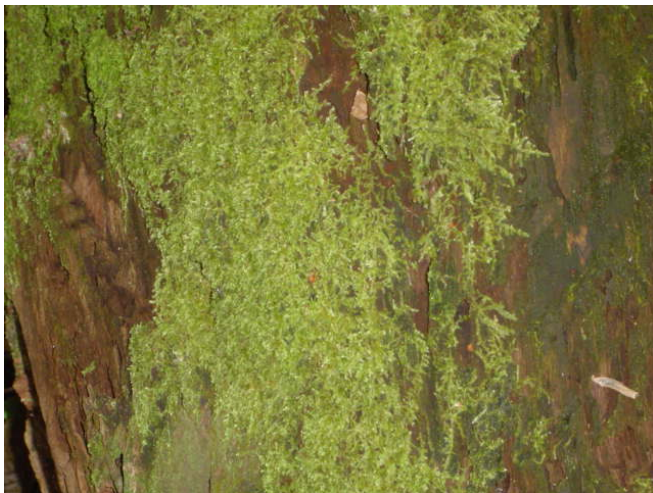
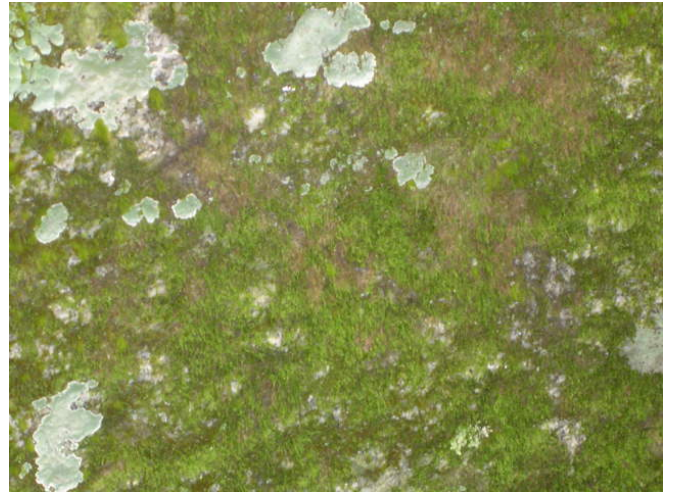
Cladonia sp.

BRIOFITOS

MUSGOS sobre diferentes sustratos

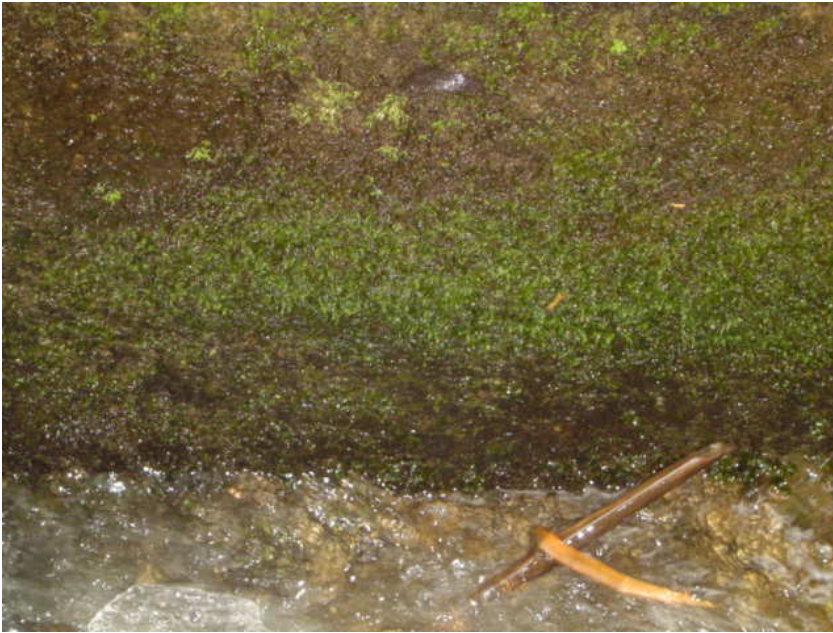


Musgo sobre roca



Musgo sobre corteza

HEPATICAS sobre diferentes sustratos



Hepática sobre superficie de concreto





Dumortiera hirsuta