Informe final de la pasantía “Sistematización de la colección de hongos liquenizados (líquenes) utilizados como bioindicadores de calidad ambiental, depositados en el Laboratorio de Zoonosis y Salud Pública de la FAMARENA de la UDFJC”.

Alejandra Peña Castaño Cód. 20131085001

Andrés JuanPablo Caballero López Cód. 20131085115

Orlando Rodríguez Castellanos

Universidad Distrital Francisco José De Caldas

Facultad De Medio Ambiente Y Recursos Naturales

Proyecto curricular de Tecnología en Saneamiento Ambiental.

Bogotá D.C Octubre de 2016.

Tabla de Contenido

Introducción. 5

Metodología. 7

Objetivos de la pasantía. 10

Resultados. 11

Tabla 1. Distribución de las muestras por morfotipo, familia y género. 11

Galería fotográfica de los géneros identificados 38

Discusión 62

Evaluación y cumplimiento de los objetivos de la pasantía. 72

..... 72

Conclusiones y recomendaciones. 73

Lista de referencias 75

ANEXOS 79

Lista de tablas

Tabla 1. Distribución de las muestras por morfotipo, familia y género. 11

Tabla 2. Distribución por familia. 12

Tabla 3. Distribución por géneros. 13

Tabla 4. Sustrato y ubicación geográfica de las muestras. 14

Tabla 5. Cuadro de caracterización de morfotipos para el Biotipo folioso. 23

Tabla 6. Cuadro de caracterización de morfotipos para el Biotipo Fruticoso. 31

Tabla 7. Cuadro de caracterización de morfotipos para el Biotipo filamentoso..... 33

Tabla 8. Cuadro de caracterización de morfotipos para los biotipos costroso y gelatinoso. 34

Tabla 9. Cuadro de caracterización de morfotipos para el biotipo dimorfico 35

Tabla 10. Cuadro de caracterización para muestras destinadas a docencia. 36

Tabla de ilustraciones

Ilustración 1. Distribución por familia. 12

Ilustración 2. Distribución por géneros. 14

Ilustración 3. Ubicación geógrafica de las muestras pertenecientes a la colección. Departamento de Cundinamarca. 69

Ilustración 4. Ubicación geógrafica de las muestras pertenecientes a la colección. Departamento de Boyacá. 70

Ilustración 5. Ubicación geógrafica de las muestras pertenecientes a la colección Departamento del Meta. 71

Introducción.

Un liquen pueden entenderse como una asociación entre un hongo y un alga, en la cual los dos organismos están entremezclados formando un solo talo (Alexopoulos *et al*., 1985), es decir, no son organismos individuales sino asociaciones mutualistas que pueden funcionar en la naturaleza como una unidad (Hawksworth, *et al*., 2005). En esta relación simbiótica el hongo toma los azúcares sintetizados por el alga y genera sustancias que le permiten al alga protegerse de la radiación solar y desecación (Coca *et al.*, 2012).

Ecológicamente los líquenes son importantes colonizadores de zonas desérticas con rocas desnudas, siendo precursores y formadores del suelo, adaptándose a cualquier tipo de superficie, sea ésta corteza de árboles, suelo, rocas o construcciones humanas (Agencia de protección ambiental ministerio de ambiente y espacio público, 2009). Así mismo se considera que los líquenes resultan valiosos indicadores biológicos de diferentes grados de contaminación ambiental, debido a que no secretan lo que absorben y cuando alcanzan un nivel tóxico el liquen muere o sufre alteraciones (Alexopoulos *et al.*, 1985), otra de las razones por la cual los líquenes resultan particularmente atractivos para ser utilizados como bioindicadores, se debe a que estos organismos son relativamente longevos, permaneciendo expuestos al efecto nocivo de los contaminantes por largos períodos, por lo que proporcionan una imagen de estados crónicos y no de variaciones puntuales del medio ambiente; así mismo por el hecho de que obtienen la mayor parte de sus nutrientes de la atmósfera, ya que no poseen una cutícula protectora y absorben nutrientes y contaminantes a través de gran parte de su superficie. Estas particularidades hacen a los líquenes especialmente sensibles a los cambios del hábitat y del medio ambiente, lo que hace que sean ampliamente utilizados como biomonitores en diferentes ecosistemas (Hawksworth, *et al*., 2005).

Al ser organismos tan sensibles su desaparición se debe, en la mayoría de casos, a exposición a contaminantes gaseosos como el dióxido de azufre, fluoruros, ozono, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono y otros contaminantes gaseosos que emanan los automóviles por combustión (Hawksworth *et al*., 2005).

Colombia es uno de los países con mayor riqueza de líquenes a nivel mundial, su variada topografía y clima posibilitan el crecimiento de gran variedad de estos organismos (Chaparro y Valencia, 2002). De acuerdo a Sipman y Aguirre (2002) en Colombia se conocen aproximadamente 1520 especies, pertenecientes a 70 familias, 220 géneros, y 15 órdenes, pertenecientes en la gran mayoría a líquenes foliosos y fruticulosos; sin embargo, se estima que esta cifra pueda llegar a ser hasta tres veces mayor, si se tiene en cuenta que aún existen muchas áreas de Colombia pobremente estudiadas (Chaparro y Aguirre, 2002) y otras cuentan con una gran concentración de estudios.

Teniendo en cuenta el hecho de que hoy día aún existe una reducida información respecto a la identificación taxonómica de estos organismos, debida principalmente a que los diferentes procesos de recolección en campo necesariamente requieren llevar las muestras biológicas a los herbarios e iniciar un proceso de identificación, y considerando también que gran parte de los estudios que se han realizado se concentran en ciertas zonas del país, el objetivo de la presente pasantía fue el de contribuir con el conocimiento, mantenimiento, conservación y actualización de la colección de bioindicadores de calidad del aire (colección que ha sido principalmente producto de la recolección en campo realizada en las salidas de la asignatura), que se encuentran depositados en el Laboratorio de Zoonosis Y Salud Pública de la Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la Universidad Distrital

Francisco José De Caldas, lo anterior con el fin principal de generar una colección de referencia para futura investigación y docencia.

Metodología.

La primera etapa para llevar a cabo la sistematización de la colección de hongos liquenizados presentes en el laboratorio de Zoonosis y Salud Publica de la FAMARENA consistió en la revisión y recopilación de literatura a fin de identificar los caracteres diagnósticos necesarios para la identificación taxonómica a nivel de género de los ejemplares, para este propósito se consultaron diferentes guías, claves dicotómicas y bases de datos disponibles. Posteriormente se empezó por separar todo el material de acuerdo a sus hábitos de crecimiento (Foliosos, fruticosos, costrosos, dimórficos, filamentosos) y a morfotipos (Caracteres macroscópicos similares). La clasificación preliminar se llevó a cabo empleando bolsas de papel kraf, cada una de las cuales se rotuló con los datos de colecta con que se contaba.

En la segunda etapa del desarrollo de la pasantía se pasó a observar los caracteres microscópicos de cada ejemplar (Máculas, cilios, tipo de ricina, seudocifelas, estructuras reproductivas), para lo cual se empleó un estereoscopio de investigación, de referencia Leica MC170 HD, el cual fue facilitado por el laboratorio. Paralelamente a este proceso se realizaron los test químicos de coloración con el fin de identificar las sustancias liquénicas, para este fin se emplearon los reactivos químicos K (Hidróxido de potasio), C (Hipoclorito de sodio) y P (parafenilenodiamina) (Claudaze & Roux, 1985). Todas las observaciones realizadas se documentaron preliminarmente en cada uno de los sobres de papel con el espécimen estudiado.

Una vez se realizó el estudio microscópico y químico de cada ejemplar de la colección se empezó con el proceso de identificación, para dicho fin se utilizó los documentos e información obtenida al iniciar la pasantía, los documentos y bases de datos que fueron empleados efectivamente como base de la identificación taxonómica se indican a continuación:

- Guía para géneros de líquenes tropicales: Robert Lücking, Harrie J. M. Sipman & Loengrin Umaña. 2009.
- Géneros de líquenes tropicales, con énfasis en taxones neotropicales: Robert Lücking, Harrie J. M. Sipman, Loengrin Umaña & José Chaves. 2009.
- Base de datos "The Consortium of North American Lichen Herbaria (CNALH)".
- Base de datos "Pictures of Tropical Lichens".
- Documento "Composición de la flora de líquenes corticícolas en el Caribe colombiano". Rincón Angélica. Universidad Nacional de Colombia. 2011
- Documento "Manual de campo de la materia de Micología. Facultad de biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo UMSNH. 2016.

En esta etapa de la pasantía cabe destacar que debido al mal estado de conservación de algunas de las muestras pertenecientes a la colección, principalmente del biotipo folioso, no fue posible llegar a la identificación del taxón género, ya que algunos ejemplares no presentaban estructuras de reproducción, o en caso de presentarlas éstas se encontraban en muy mal estado; hecho similar se presentó para la mayoría de los líquenes de biotipo costroso, en este caso las muestras colectadas poseían un tamaño muy reducido, por lo cual no se consideraban como representativas; estos

inconvenientes generaron que para ambos casos sólo fuera posible la identificación hasta el taxón familia.

También es de resaltar que los criterios empelados para separar el material destinado para docencia o clase fueron el deficiente estado de conservación de las muestras, muestras poco representativas (muy pequeñas), ausencia de estructuras reproductivas o la imposibilidad de separar del sustrato el ejemplar de interés, puesto que se encontró la presencia de varias familias o géneros de líquenes mezclados en un mismo sustrato, siendo imposible su separación sin dañar o destruir la muestra.

Una vez se llevó a cabo el proceso de identificación de la totalidad de los ejemplares pertenecientes a la colección se procedió a embalarlos en sobres libres de ácido, cada uno debidamente rotulado con su información de colecta. Por último se procedió a organizar la colección dentro del laboratorio en cajas de plástico y a realizar el inventario de las familias y géneros de líquenes encontrados.

Objetivos de la pasantía.

Objetivo general.

Sistematizar la colección de hongos liquenizados (líquenes) utilizados como bioindicadores de calidad ambiental que se encuentran depositados en el Laboratorio de Zoonosis y Salud Pública de la Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la UDFJC.

Objetivos específicos.

- Clasificar los organismos presentes en la colección de acuerdo a sus hábitos de crecimiento y morfotipos.
- Identificar taxonómicamente, a nivel de género, los ejemplares de líquenes.
- Separar el material destinado para colección de referencia y para docencia.
- Embalar el material clasificado y etiquetar de acuerdo a fichas técnicas de recolección.
- Elaborar un inventario del material clasificado y catalogado.

Resultados.

Tabla 1. Distribución de las muestras por morfotipo, familia y género.

Biotipo	**Morfotipos encontrados**		**Familias encontradas (De mayor a menor abundancia)**	**Géneros encontrados (De mayor a menor abundancia)**
	Cantidad	%		
Folioso	18	12,08	Parmeliaceae	*Rimelia*
	13	8,72		*Hypotrachyna*
	14	9,40		*Parmotrema*
	12	8,05		*Canoparmelia*
	3	2,01		*Canomaculina*
	2	1,34		*Bulbothrix*
	8	5,37	Physciaceae	*Heterodermia*
	3	2,01	Atheliaceae	*Cora*
	5	3,36	Collemataceae	*Leptogium*
	1	0,67	Lobariaceae	*Pseudocyphellaria*
Fruticoso	21	14,09	Parmeliaceae	*Usnea*
	3	2,01		*Everniastrum*
	12	8,05	Ramalinaceae	*Ramalina*
	9	6,04	Teloschistaceae	*Teloschistes*
Dimórfico	9	6,04	Cladoniaceae	*Cladonia*
	1	0,67	Stereocaulaceae	*Stereocaulon*
Costroso	4	2,68	Graphidaceae	
	3	2,01	Arthoniaceae	*Cryptothecia*
	1	0,67	Chrysothricaceae	*Chrysothrix*
	1	0,67	Lecanoraceae	*Ramboldia*
	1	0,67		*Lecanora*
	1	0,67	Physciaceae	*Pyxine*
Filamentoso	3	2,01	Coenogoniaceae	*Coenogonium*
Pulvurulento	1	0,67	Stereocaulaceae	*Lepraria*
Total	149	100		

Tabla 2. Distribución por familia.

Familia	# morfotipos
Parmeliaceae	86
Ramalinaceae	12
Teloschistaceae	9
Cladoniaceae	9
Physciaceae	9
Collemataceae	5
Graphidaceae	4
Arthoniaceae	3
Coenogoniaceae	3
Atheliaceae	3
Stereocaulaceae	2
Lecanoraceae	2
Chrysothricaceae	1
Lobariaceae	1
TOTAL	**149**

Ilustración 1. Distribución por familia.

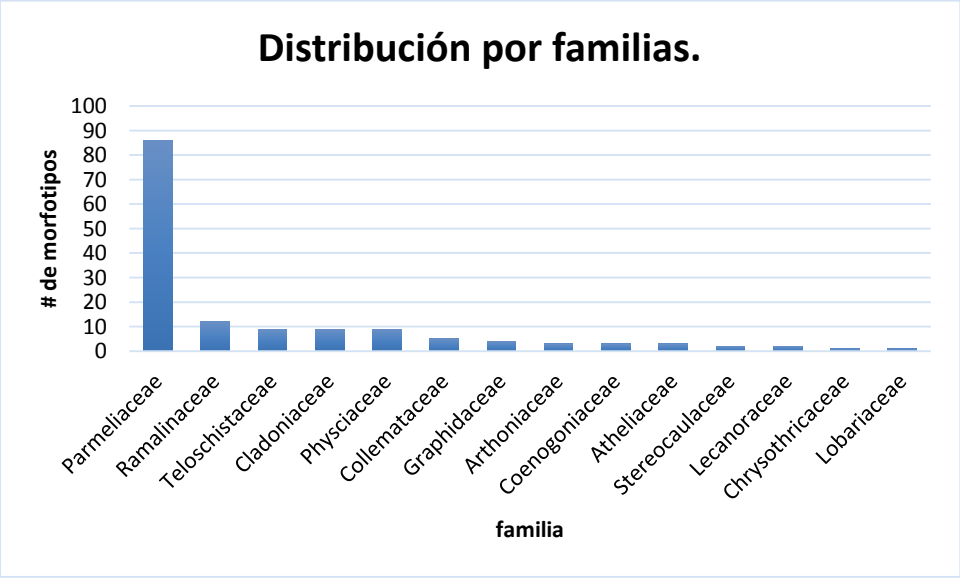


Tabla 3. Distribución por géneros.

Género	# Morfotipos
Usnea	21
Rimelia	18
Parmotrema	14
Hypotrachyna	13
Canoparmelia	12
Ramalina	12
Teloschistes	9
Cladonia	9
Heterodermia	8
Leptogium	5
Canomaculina	3
Everniastrum	3
Cryptothecia	3
Cora	3
Coenogonium	3
Bulbothrix	2
Pseudocyphellaria	1
Stereocaulon	1
Pyxine	1
Ramboldia	1
Lecanora	1
Chrysothrix	1
Lepraria	1
* Familia Graphidaceae	4
TOTAL	**149**

* Para las muestras pertenecientes a la familia Graphidaceae no fue posible la identificación a nivel de género, debido a que las muestras son poco representativas

Ilustración 2. Distribución por géneros.

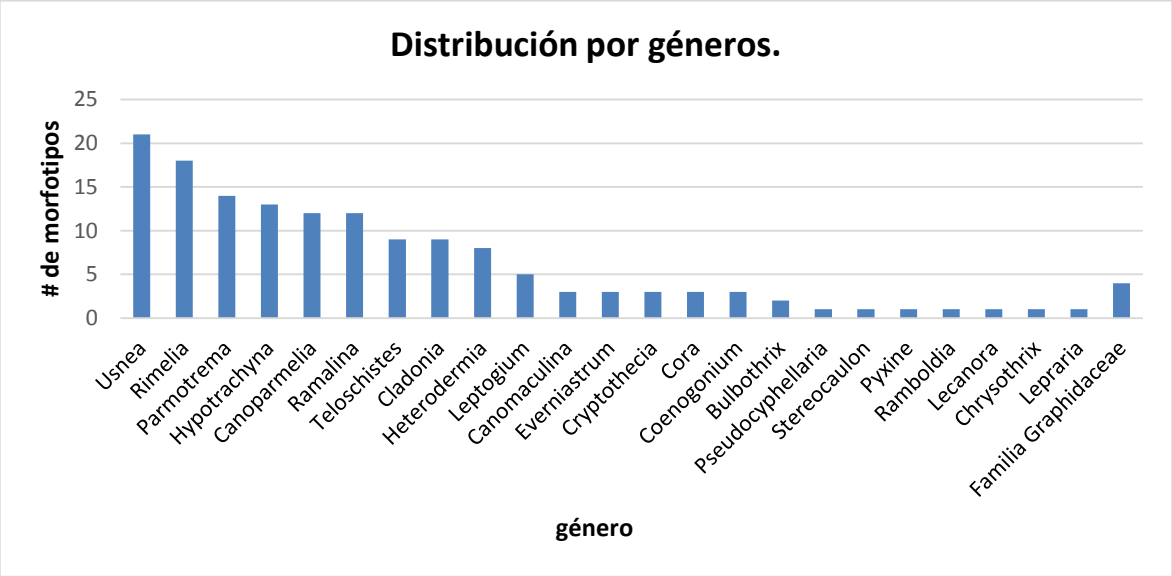


Tabla 4. Sustrato y ubicación geográfica de las muestras.

# De colección	Sustrato	Zona de colecta	Clasificación taxonómica	Fecha de colecta
1	Corteza	COLOMBIA. Cundinamarca, Mesitas	Graphidaceae	Agosto 2012
2	Corteza	COLOMBIA. Cundinamarca, La Vega, Laguna El Tabacal.	Graphidaceae	S.D
3	Corteza	COLOMBIA. Cundinamarca, Tena, Arriba cascada El Tambo	Graphidaceae	Octubre 2013
5	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Mesitas	Lecanoraceae *Lecanora*	2012
6	Corteza	COLOMBIA. Cundinamarca, La Vega, Laguna El Tabacal	Chrysothricaceae *Chrysothrix*	Abril 2014
8	Corteza	COLOMBIA. Cundinamarca, La Vega, Laguna El Tabacal	Graphidaceae	S.D
9	Suelo (Terrícola)	COLOMBIA. Cundinamarca, Sutatausa, Laguna Palacio.	Cladoniaceae *Cladonia*	Septiembre 2012
10	Suelo (Terrícola)	COLOMBIA. Cundinamarca, Sutatausa, Laguna Palacio.	Cladoniaceae *Cladonia*	Septiembre 2012
11	Suelo (Terrícola)	COLOMBIA. Boyacá, Tibaná.	Cladoniaceae *Cladonia*	Enero 2015
13	S.D	COLOMBIA. Meta, Guamal, Río Humadea.	Physciaceae *Pyxine*	Noviembre 2012

14	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Mesitas del Colegio, Vereda la Victoria.	Parmeliaceae. *Hypotrachyna*	Octubre 2012
15	Corteza de árbol (Cortícola)	COLOMBIA. Cundinamarca, Mesitas del Colegio.	Parmeliaceae. *Hypotrachyna*	Agosto 2012
16	Corteza de árbol (Cortícola)	COLOMBIA. Cundinamarca, Sutatausa	Parmeliaceae *Rimelia*	Octubre 2012
18	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Cucunubá, Laguna de la Peña.	Parmeliaceae *Canoparmelia*	Octubre 2012
19	S.D	COLOMBIA. Meta, Guamal, Río Humadea	Parmeliaceae *Bulbothrix*	Noviembre 2012
20	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Mesitas del Colegio.	Parmeliaceae. *Hypotrachyna*	2012
22	Suelo (Terrícola)	COLOMBIA. Cundinamarca, Sutatausa, Laguna Palacio.	Atheliaceae. *Cora*	Octubre 2012
23	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Parque Nacional Natural de Sumapaz, Laguna Chisacá	Atheliaceae. *Cora*	Octubre 2012
24	Briofitos	COLOMBIA. Boyacá, San Pedro de Iguaque, vereda Cerro, Santuario de Fauna y Flora Iguaque.	Atheliaceae. *Cora*	Abril 2014
25	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Bogotá, Reserva natural El Delirio.	Parmeliaceae *Parmotrema*	Octubre 2013
26	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Bogotá, Reserva natural El Delirio.	Parmeliaceae *Rimelia*	Octubre 2013
27	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Bogotá, Reserva natural El Delirio.	Parmeliaceae *Canomaculina*	Octubre 2013
28	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Bogotá, Reserva natural El Delirio.	Parmeliaceae *Rimelia*	Octubre 2013
29	Corteza de árbol (Cortícola)	COLOMBIA. Cundinamarca, Mesitas del Colegio.	Parmeliaceae. *Hypotrachyna*	Agosto 2012
31	Corteza de árbol	COLOMBIA. Boyacá, San Pedro de Iguaque.	Parmeliaceae *Rimelia*	Abril 2014
33	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Bogotá, Reserva natural El Delirio.	Parmeliaceae *Parmotrema*	Octubre 2013
34	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Bogotá, Reserva natural El Delirio.	Parmeliaceae *Canomaculina*	Octubre 2013
35	Corteza de árbol (Cortícola)	COLOMBIA. Cundinamarca, Bogotá, Reserva natural El Delirio.	Parmeliaceae *Rimelia*	Octubre 2013

36	Corteza de árbol	COLOMBIA. Boyacá, Tibaná.	Physciaceae *Heterodermia*	Enero 2015
37	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Mesitas del Colegio, Vereda La Victoria.	Physciaceae *Heterodermia*	Abril 2014
38	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Mesitas.	Physciaceae *Heterodermia*	Agosto 2012
39	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Bogotá, Reserva natural El Delirio.	Physciaceae *Heterodermia*	Octubre 2013
40	Corteza de árbol (Cortícola)	COLOMBIA. Cundinamarca, La Vega, Laguna El Tabacal.	Physciaceae *Heterodermia*	Octubre 2014
42	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, La Vega, Laguna El tabacal.	Collemataceae *Leptogium*	S.D
43	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Mesitas.	Collemataceae *Leptogium*	Agosto 2012
44	S.D	COLOMBIA. Boyacá, San Pedro de Iguaque, vereda Cerro, Santuario de Fauna y Flora Iguaque.	Parmeliaceae. *Hypotrachyna*	Abril 2014
45	Corteza de árbol (Cortícola)	COLOMBIA. Boyacá, San Pedro de Iguaque, vereda Cerro, Santuario de Fauna y Flora Iguaque.	Parmeliaceae. *Hypotrachyna*	Octubre 2013
46	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Sutatausa, Laguna Palacio.	Parmeliaceae. *Hypotrachyna*	Octubre 2012
47	Corteza de árbol (Cortícola)	COLOMBIA. Boyacá, San Pedro de Iguaque, vereda Cerro, Santuario de Fauna y Flora Iguaque.	Parmeliaceae. *Hypotrachyna*	Octubre 2013
48	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Parque Nacional Natural de Sumapaz, Laguna Chisacá.	Parmeliaceae. *Hypotrachyna*	Octubre 2012
51	Corteza de árbol (Cortícola)	COLOMBIA. Boyacá, Tibaná.	Parmeliaceae *Everniastrum*	Enero 2015
52	Corteza de árbol (Cortícola)	COLOMBIA. Cundinamarca, Sutatausa, Laguna Palacio.	Parmeliaceae *Everniastrum*	Octubre 2012
53	Corteza de árbol (Cortícola)	COLOMBIA. Cundinamarca, Bogotá, Reserva natural El Delirio.	Parmeliaceae *Everniastrum*	Octubre 2013
54	Corteza	COLOMBIA. Cundinamarca, Bogotá, Reserva natural El Delirio.	Lobariaceae *Pseudocyphellaria*	Octubre 2014

55	Corteza de árbol (Cortícola)	COLOMBIA. Boyacá, San Pedro de Iguaque.	Parmeliaceae *Rimelia*	Octubre 2013
58	Corteza de árbol (Cortícola)	COLOMBIA. Cundinamarca, Mesitas del Colegio, Vereda Flechas.	Parmeliaceae *Parmotrema*	Mayo 2014
59	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Mesitas.	Parmeliaceae *Canoparmelia*	Agosto 2012
60	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, La Vega, Laguna El Tabacal.	Parmeliaceae *Rimelia*	Octubre 2014
62	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Cucunubá, Punta de la Peña	Parmeliaceae *Rimelia*	Octubre 2012
63	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Cucunubá, Punta de la peña.	Parmeliaceae *Parmotrema*	Octubre 2012
65	Corteza	COLOMBIA. Cundinamarca, Mesitas.	Parmeliaceae *Canoparmelia*	Agosto 2012
68	S.D	COLOMBIA. Meta, Guamal, Río Humadea.	Parmeliaceae *Bulbothrix*	Noviembre 2012
73	S.D	COLOMBIA. Meta, Guamal, Río Humadea.	Parmeliaceae. *Hypotrachyna*	Noviembre 2012
75	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Mesitas Del Colegio, Vereda La Victoria.	Parmeliaceae. *Hypotrachyna*	Abril 2014
77	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, La Vega, Laguna El Tabacal.	Physciaceae *Heterodermia*	Octubre 2014
78	S.D	COLOMBIA. Meta, Guamal, Río Humadea.	Physciaceae *Heterodermia*	Noviembre 2012
81	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, La Vega, Laguna El Tabacal.	Parmeliaceae *Parmotrema*	S.D
82	Corteza	COLOMBIA. Cundinamarca, Mesitas Del Colegio.	Parmeliaceae *Canoparmelia*	Agosto 2012
83	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Mesitas.	Parmeliaceae *Canoparmelia*	2012
84	Corteza de árbol (Cortícola)	COLOMBIA. Cundinamarca, Mesitas.	Parmeliaceae *Canoparmelia*	Agosto 2012
85	Corteza de árbol (Cortícola)	COLOMBIA. Cundinamarca, Mesitas.	Parmeliaceae *Rimelia*	Agosto 2012
87	S.D	COLOMBIA. Meta, Guamal, Río Humadea.	Parmeliaceae *Canomaculina*	Noviembre 2012
88	S.D	COLOMBIA. Meta, Guamal, Río Humadea.	Parmeliaceae *Canoparmelia*	Noviembre 2012

89	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Tena, arriba cascada El Tambo.	Parmeliaceae *Rimelia*	Octubre 2013
91	S.D	COLOMBIA. Meta, Guamal, Río Humadea	Parmeliaceae *Canoparmelia*	Noviembre 2012
93	S.D	COLOMBIA. Boyacá, Tibaná.	Parmeliaceae *Parmotrema*	Enero 2015
94	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Mesitas del Colegio, Vereda La Victoria.	Parmeliaceae *Parmotrema*	Abril 2014
96	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, La Vega, Laguna El Tabacal.	Parmeliaceae *Parmotrema*	S.D
97	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Tena, arriba cascada Tambo	Parmeliaceae *Canoparmelia*	Octubre 2013
98	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Tena, arriba cascada Tambo	Parmeliaceae *Rimelia*	Octubre 2013
99	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Tena, arriba cascada Tambo	Parmeliaceae *Rimelia*	Octubre 2013
100	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Sutatausa, Laguna Palacio	Parmeliaceae *Rimelia*	Octubre 2012
102	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Bogotá, Reserva natural El Delirio.	Parmeliaceae *Parmotrema*	Octubre 2013
103	Corteza de árbol (Cortícola)	COLOMBIA. Cundinamarca, Tena, cascada El Tambo.	Parmeliaceae *Parmotrema*	Octubre 2013
105	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Sutatausa.	Cladoniaceae *Cladonia*	Noviembre 2012
106	Briófitos	COLOMBIA. Cundinamarca, Sutatausa, Laguna Palacio.	Cladoniaceae *Cladonia*	Abril 2014
107	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Sutatausa, Laguna Palacio.	Cladoniaceae *Cladonia*	Octubre 2012
108	Suelo (Terrícola)	COLOMBIA. Boyacá, Tibaná.	Cladoniaceae *Cladonia*	Enero 2015
109	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Sutatausa, Laguna Palacio	Parmeliaceae *Usnea*	Septiembre 2012
110	Corteza de árbol (Cortícola)	COLOMBIA. Cundinamarca, Parque natural nacional de Sumapaz, Laguna de chisacá.	Parmeliaceae *Usnea*	Octubre 2012
111	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Bogotá, Reserva natural El Delirio.	Stereocaulaceae *Stereocaulon*	Octubre 2013
115	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Mesitas del Colegio, Vereda La Victoria.	Ramalinaceae *Ramalina*	Mayo 2014

116	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Mesitas del Colegio, Vereda La Victoria.	Ramalinaceae *Ramalina*	Abril 2014
117	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Mesitas del Colegio, Vereda La Victoria.	Ramalinaceae *Ramalina*	Abril 2014
118	Corteza	COLOMBIA. Cundinamarca, Mesitas del Colegio, Vereda la Victoria.	Parmeliaceae *Usnea*	Abril 2014
119	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Sutatausa, Laguna Palacio	Parmeliaceae *Usnea*	Octubre 2012
120	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Sutatausa, Laguna Palacio	Parmeliaceae *Usnea*	Octubre 2012
121	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Tena, arriba cascada Tambo	Parmeliaceae *Usnea*	Octubre 2013
122	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Sutatausa, Laguna Palacio	Parmeliaceae *Usnea*	Octubre 2012
123	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, La Vega, Laguna El Tabacal.	Ramalinaceae *Ramalina*	S.D
124	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Mesitas del Colegio, Vereda La Victoria.	Ramalinaceae *Ramalina*	Abril 2014
125	Corteza de árbol (Cortícola)	COLOMBIA. Cundinamarca, La Vega, Laguna El Tabacal.	Ramalinaceae *Ramalina*	S.D
126	Corteza de árbol (Cortícola)	COLOMBIA. Cundinamarca, La Vega, Laguna El Tabacal.	Ramalinaceae *Ramalina*	S.D
127	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Tena, arriba de la Cascada el Tambo.	Ramalinaceae *Ramalina*	Octubre 2013
128	Corteza de árbol (Cortícola)	COLOMBIA. Cundinamarca, La Vega, Laguna El Tabacal.	Ramalinaceae *Ramalina*	S.D
129	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Mesitas del Colegio, Vereda La Victoria.	Ramalinaceae *Ramalina*	Abril 2014
130	S.D	COLOMBIA, Cundinamarca, La Vega, Laguna el Tabacal	Arthoniaceae *Cryptothecia*	Abril 2014
131	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Mesitas del Colegio, Vereda La Victoria	Arthoniaceae *Cryptothecia*	Abril 2014
132	S.D	COLOMBIA, Cundinamarca, Mesitas.	Arthoniaceae *Cryptothecia*	Agosto 2012

133	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Mesitas del Colegio, Vereda Flecha.	Teloschistaceae *Teloschistes*	Mayo 2014
134	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, La Vega, Laguna El Tabacal.	Teloschistaceae *Teloschistes*	S.D
135	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Mesitas Del Colegio, La Victoria.	Teloschistaceae *Teloschistes*	Abril 2014
136	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Cucunubá, Punta de la Peña.	Teloschistaceae *Teloschistes*	Octubre 2012
137	Corteza de árbol	COLOMBIA. Cundinamarca, Mesitas del Colegio, La Victoria	Teloschistaceae *Teloschistes*	Abril 2014
138	S.D	COLOMBIA. Boyacá, Tibana.	Teloschistaceae *Teloschistes*	Enero 2015
139	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Tena, arriba cascada Tambo	Teloschistaceae *Teloschistes*	Octubre 2013
141	Briófitos	COLOMBIA. Cundinamarca, La Vega.	Coenogoniaceae *Coenogonium*	Octubre 2015
142	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, La Vega, Laguna El Tabacal.	Coenogoniaceae *Coenogonium*	Abril 2014
143	Corteza de árbol	COLOMBIA. Boyaca, Tibaná.	Stereocaulaceae *Lepraria*	Enero 2015
144	Suelo	COLOMBIA. Boyacá, Tibaná.	Cladoniaceae *Cladonia*	Enero 2015
145	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Mesitas del Colegio, Vereda Pitalá.	Cladoniaceae *Cladonia*	Mayo 2014
146	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Mesitas del Colegio, La Victoria	Teloschistaceae *Teloschistes*	Abril 2014
147	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Tena, arriba cascada Tambo.	Parmeliaceae *Usnea*	Octubre 2013
148	Corteza de árbol	COLOMBIA. Cundinamarca, Bogotá, Reserva natural El Delirio.	Parmeliaceae *Usnea*	Octubre 2013
149	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, La Vega, Laguna el Tabacal.	Parmeliaceae *Usnea*	S.D
150	Corteza de árbol (Cortícola)	COLOMBIA. Cundinamarca, Bogotá, Reserva natural El Delirio.	Parmeliaceae *Rimelia*	Octubre 2013
151	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Mesitas del Colegio, Vereda la Victoria.	Parmeliaceae *Usnea*	Abril 2014
152	Corteza de árbol (Cortícola)	COLOMBIA. Boyacá, Santuario de fauna y flora Iguaque.	Parmeliaceae *Usnea*	Octubre 2013
153	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Mesitas del Colegio, Vereda Flecha	Parmeliaceae *Usnea*	Mayo 2014
154	S.D	COLOMBIA. Boyacá, Tibaná.	Parmeliaceae	Enero 2015

			Usnea	
155	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Sutatausa, Laguna Palacio	Parmeliaceae *Usnea*	Octubre 2012
156	S.D	COLOMBIA. Boyacá ,Tibaná	Parmeliaceae *Parmotrema*	Enero 2015
157	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Mesitas del Colegio, Vereda Flecha.	Parmeliaceae *Usnea*	Mayo 2014
158	S.D	COLOMBIA. Meta, Guamal, Río Humadea.	Parmeliaceae *Canoparmelia*	Noviembre 2012
159	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Parque Nacional Natural de Sumapaz, Laguna Chisacá.	Parmeliaceae *Usnea*	Octubre 2012
160	Corteza de árbol	COLOMBIA. Cundinamarca, Sutatausa, Laguna Palacio	Parmeliaceae *Usnea*	Octubre 2012
170	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Mesitas del Colegio, Vereda La Victoria.	Parmeliaceae. Hypotrachyna	Abril 2014
176	S.D	COLOMBIA. Boyacá, Tibaná.	Physciaceae *Heterodermia*	Enero 2015
178	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Bogotá, Reserva natural El Delirio.	Collemataceae *Leptogium*	Octubre 2013
179	Briofitos	COLOMBIA. Cundinamarca, Bogotá, Reserva natural El Delirio.	Collemataceae *Leptogium*	Octubre 2013
180	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, La Vega, Laguna El tabacal.	Collemataceae *Leptogium*	Abril 2014
181	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Cucunubá, Punta de la Peña.	Parmeliaceae *Parmotrema*	Octubre 2012
182	Corteza de árbol (Cortícola)	COLOMBIA. Boyacá, San Pedro de Iguaque, vereda Cerro, Santuario de Fauna y Flora Iguaque.	Parmeliaceae *Parmotrema*	Abril 2014
183	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Mesitas del Colegio, Vereda La Victoria.	Parmeliaceae. Hypotrachyna	Abril 2014
184	Corteza de árbol	COLOMBIA. Cundinamarca, Sutatausa	Parmeliaceae *Rimelia*	Octubre 2012
185	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Mesitas del Colegio, Vereda La Victoria	Parmeliaceae *Rimelia*	Abril 2014
186	Corteza de árbol	COLOMBIA. Boyacá, San Pedro de Iguaque, vereda Cerro, Santuario de Fauna y Flora Iguaque.	Parmeliaceae *Rimelia*	Abril 2014
187	Corteza	COLOMBIA. Cundinamarca, Mesitas.	Parmeliaceae *Rimelia*	Agosto 2012

200	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Mesitas Del Colegio, Vereda Flechas	Ramalinaceae *Ramalina*	Mayo 2014
201	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Bogotá, Vereda Pasquilla.	Ramalinaceae *Ramalina*	Septiembre 2016
202	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Mesitas.	Coenogoniaceae *Coenogonium*	Agosto 2012
203	Corteza	COLOMBIA. Meta, Guamal, Río Humadea	Lecanoraceae *Ramboldia*	Noviembre 2012
204	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Pasquilla.	Teloschistaceae *Teloschistes*	Septiembre 2016
206	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Mesitas del Colegio, Vereda Flecha	Parmeliaceae *Usnea*	Mayo 2014
207	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, La vega, Laguna el Tabacal	Parmeliaceae *Usnea*	S.D
208	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Mesitas del Colegio, Vereda la Victoria.	Parmeliaceae *Usnea*	Abril 2014
209	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Mesitas.	Parmeliaceae *Canoparmelia*	2012
210	Hojas-musgo (Briofito)	COLOMBIA. Cundinamarca, Bogotá, Reserva natural El Delirio.	Collemataceae *Leptogium*	Octubre 2013
211	S.D	COLOMBIA. Cundinamarca, Tena, cascada El Tambo.	Parmeliaceae *Parmotrema*	Octubre 2013

SD: Sin dato.

Tabla 5. Cuadro de caracterización de morfotipos para el Biotipo folioso.

Muestra	**Estructuras reproductivas.**				**Otras estructuras.**				**Test químicos de coloración.**						**Observaciones.**
	Apotecio	Isidios	Soredios	Picnidios	Cilios	Rizinas	Máculas	Pseudo cifelas	K		PD		C		
									Cx	M	Cx	M	Cx	M	
13	Lecid.				Ausentes	Simples			+:A						Medula amarilla
14		X			Ausentes	Dicotómica			+:A			-	-	+: Rs	Ricina en forma de Y
15		X	X		Ausentes	Dicotómica			+:A	-		-		+:N	
16			X		X	Simples	X		+:A	+:A-N	-	+:A-N	-	-	
18	Lecanor.		X		Ausente	Simples	X		+	-		-		+:N-R	Medula KC+:N
19	Lecanor.	X			Inflados en base	Dicotómica			+:A						
20	Lecanor.				Ausentes	Dicotómica			+:A	+:A		-		+:A	
22															Líneas concéntricas, basidiocarpos en la superficie inferior.
23															Líneas concéntricas, basidiocarpos en la superficie inferior.
24									+						Líneas concéntricas, basidiocarpos en la superficie inferior.
25					X	Simples			+	-		+:N		-	Ricinas en el centro
26					X	Simples	X		+:A	+:A-N-R	-	+:A	-	-	Ricinas simples en zona marginal

Muestra	Estructuras reproductivas.				Otras estructuras.						Test químicos de coloración.				Observaciones.
	Apotecio	Isidios	Soredios	Picnidios	Cilios	Rizinas	Máculas	Pseudo cifelas	K		PD		C		
									C	M	C	M	C	M	
27		X			X	Simples			+	+:A		+:Rs		-	Estrecho margen sin ricinas
28		X	X		X	Simples	X		+:A-N	+:A	+:Acl	+:Ncl	-	-	Medula KC+:Nos, córtex KC+:A
29		X			Ausentes	Dicotómica			+:A		+:A	+:N		+: Rs	Ricinas en forma de Y
31			X		X	Simples	X		+:Acl	+:Acl	-	+:N	-	-	
33			X		X	Simples	Tenue		+:A		+:A	-		-	
34		X	X		X	Simples	Tenue		+:A			+:R		-	Estrecho margen sin ricinas
35		X			X	Simples	Tenue		+:A	+:A	-	+:Acl	-	-	Zona marginal más clara, córtex KC+:Acl
36			X		Ramificado				+:A	+:A				-	Ambas caras blancas
37		X	X		X				+:A	+:A				+:A	Ambas caras blancas,
38					X				+:A	+:A-v					Ambas caras blancas, ecorticado
39					Ramificado				+:A	+				-	Ambas caras blancas
40			X		X				+:A	+:A				-	Ambas caras blancas

Muestra	**Estructuras reproductivas.**				**Otras estructuras.**				**Test químicos de coloración.**						**Observaciones.**
	Apotecio	Isidios	Soredios	Picnidios	Cilios	Rizinas	Máculas	Pseudo cifelas	K		PD		C		
									C	M	C	M	C	M	
44	Lecanor.				Ausentes	Dicotómica			+:A	+:A	-	-	-	-	
45		X			Ausentes	Ramificada			+:A	+:A		-	-	+:R	
46			X		Ausentes	Dicotómica			+:A			-		-	
47		X	X		Ausentes	Dicotómica			+:A	-	+:A	-		-	
48	Lecanor.				Ausentes	Dicotómica			+:A	-		+: A-N		+:A	
54								X							Talo café con bordes amarillos
55			x		X	Simples	X		+:A	+:Aor-N	+:Ac	+:A-N	-	+:Ac	Ricinas simples en zona marginal. Medula KC+:N, córtex KC+:Ac
58		X	X		Ausente	Simples	X		+	-				+:R	Medula KC +: N-R
59	Lecanor.			X?	Ausente	Ausente			+	+:A	+:A	+:A-N	+:A-N	-	
60			x		X	Simples	X		+:A-N	+:A-N	-	+:Aor-Ncl	-	-	Medula color naranja en algunas partes, córtex KC+:A-Médula KC+:Aor-Nc

Muestra	Estructuras reproductivas.				Otras estructuras.				Test químicos de coloración.						Observaciones
	Apotecio	Isidios	Soredios	Picnidios	Cilios	Rizinas	Máculas	Pseudo cifelas	K		PD		C		
									C	M	C	M	C	M	
62			X	x	X	Simples	X		+:A-N	+:A-N	+:Acl	+:Aos	-	-	
63			x		X	Simples			+:A		+:A	-		+:R	Zona marginal sin ricinas
65			X		Ausentes		X		+	-	-	-		+:A	Estrecho margen sin ricinas
68		X			Inflados en base	Dicotómica			+						
73	Lecanor.				Ausentes	Dicotómica			+:A	-		-		-	
75		X			Ausentes	Dicotómica			+:A	-		-	-	+:N	
77			X		X	Dicotómica escuarrosa			+:A	+:A				-	Cara inferior color hueso
78	Lecanor.		X		X	Dicotómica			+:A-V	+:A				-	Ambas caras blancas, medula KC-
81		X	X		Ausente		X		+:A	-		-		+:R	Zona marginal más clara y sin ricinas
82			X		Ausente	Simples	X		+	+:A		+:Ao	-		
83	Lecanor.		X	X	Ausente	Simples	X		+:A	+:A		+:N	-		
84		X	X		X	Simples	X		+	-		-		-	Zona marginal más clara

Muestra	Estructuras reproductivas.				Otras estructuras.				Test químicos de coloración.						Observaciones
	Apotecio	Isidios	Soredios	Picnidios	Cilios	Rizinas	Máculas	Pseudo cifelas	K		PD		C		
									C	M	C	M	C	M	
85			X		X	Simples	X		+:A	+:N-R		+:A-N	-	-	Zona marginal más clara y con ricinas
87		X	X		X	Simples	Tenue		+:A			+:A-N	-	-	Estrecho margen sin ricinas
88		X	X		Ausentes	Simples			+:A	+:A		-		+:R-N	Zona marginal más clara y sin ricinas
89			X		X	Simples	X		+:A	-	-	-	-	-	Zona marginal más clara y con ricinas
91	Lecanor.			X		X	X		+			+:A		-	Zona marginal más clara y sin ricinas
93			X		X	Simples			+			+:A-N		+:N	Zona marginal más clara y sin ricinas
94			X		X	Simples			+:Acl	-			-	-	Zona marginal más clara y sin ricinas,
96			X		X	simples				+:A		+:A-N		-	Zona marginal más clara y sin ricinas

Muestra	Estructuras reproductivas.				Otras estructuras.				Test químicos de coloración.						Observaciones
	Apotecio	Isidios	Soredios	Picnidios	Cilios	Rizinas	Máculas	Pseudo cifelas	K		PD		C		
									C	M	C	M	C	M	
97		X	X		Ausentes				+	+:A	+:A	-	+:R		Zona marginal más clara y sin ricinas; medula KC+:R
98			X		X	Simples	X		+:A	+:N-R	-	+:Ncl	-	-	Ricinas de dos tamaños
99			X		X	Simples	X		+:A-R	+:A-N	-	+:A	-	-	Zona marginal más clara, córtex KC+:A, Ricinas de dos tamaños
100					X	Simples	X		+:A	+:A-R	-	+:A	-	-	Ricinas simples incluso en zona marginal
102			X		X				+		-	-		-	Zona marginal más clara y sin ricinas
103			X		Ausente	Simples			+:A	-	-			+:R-N	Medula KC: + R
150			X		X	Simples	X		+:A	+:N	-	+:Ncl	-	-	Zona marginal más clara y con ricinas simples
156			X		X				+:A	+:A		+:N	-	-	

Muestra	Estructuras reproductivas.				Otras estructuras.				Test químicos de coloración.						Observaciones
	Apotecio	Isidios	Soredios	Picnidios	Cilios	Rizinas	Máculas	Pseudo cifelas	K		PD		C		
									C	M	C	M	C	M	
157			X		X	Simples			-:A	-		-		-	Zona marginal más clara y sin ricinas
158			X		X	Simples	X		+:A	+		+:A-N	-	-	Zona marginal más clara y sin ricinas
170	Lecanor.	X			Ausentes	Dicotómica			+:A	+:A		+: A-N		-	Ricinas en forma de Y
176					Escuarrosa				+:A	+:A				-	Ambas caras blancas, medula KC-
181			X		Ausente				+:A	-	+:A			+:R-N	Córtex KC + R-N
182			X		X	Simples	Tenue								
183	Lecanor.	X	X			Dicotómica			+:A	+:A-N		+: A-N	-	-	
184			X		X	Simples	X		+:A	+:A-N-R	+:Acl	+:A-N	-	-	
185			X		x	simples	X		+:A	-	-	-	-	-	Ricinas simples hasta el margen
186			X		X	Simples	X		+:A	+:A	-	+:R	-	-	Ricinas simples hasta el margen
187					X	Simples	X		+:A	+:A-R	-	+:Ao	-	-	Ricinas simples hasta el margen
209	Lecanor.			X	Ausentes	Simples				+:A		+:N	-	-	Zona marginal más clara y sin ricinas, Medula KC-

CONVENCIONES	
K	Solución al 10% de Hidróxido de Potasio
PD	Parafenilendiamina
C	Blanqueador comercial (Hipoclorito de Sodio) sin diluir
Cx	Córtex del liquen
M	Medula del liquen
X	Presencia de la estructura
Lecanor.	Presencia de apotecio de tipo lecanorino
Lecid.	Presencia de apotecio de tipo lecideino
+: A	Viraje de color a amarillo
+:A- N	Viraje del color a amarillo que posteriormente se torna naranja
+Rs	Viraje de color a rosa
+ R	Viraje de color a rojo
+N	Viraje de color a naranja
+:R-N	Viraje de color a rojo que posteriormente se torna naranja
+:Ao	Viraje de color a amarillo oro
+:A-R	Viraje de color a amarillo que posteriormente se torna rojo
+:A-N-R	Viraje de color a amarillo que posteriormente se torna naranja y luego cambia a rojo
+:Acl	Viraje de color a amarillo claro
+:Ncl	Viraje de color a naranja claro
+:N-R	Viraje de color a naranja que posteriormente se torna rojo
+:A-V	Viraje de color a amarillo que posteriormente se torna violeta
+:N-A	Viraje de color a naranja que posteriormente se torna amarillo
+:Aos	Viraje de color a amarillo oscuro
+:Aor-Ncl	Viraje de color a amarillo oscuro que posteriormente se torna naranja claro
+:Aor-N	Viraje de color a amarillo oscuro que posteriormente se torna naranja
+: Rs	Viraje de color a rosa

Tabla 6. Cuadro de caracterización de morfotipos para el Biotipo Fruticoso.

Muestra	**Estructuras reproductivas.**			**Otras estructuras.**			**Observaciones**
	Apotecios	**Isidios**	**Soredios**	**Papilas**	**Eje central elástico**	**Pseudocifelas**	
51		X			X		Isidios ciliados
52			X		X	Simples	
53		X			X		
109	Lecanorino		X				Presenta ramas cilíndricas
110			X		X		
115	Lecanorino						Ramas aplanadas
116	Lecanorino						Ramas aplanadas
117							Ramas aplanadas
118		X			X		
119			X		X		Presenta ramas cilíndricas
120			X		X		Presenta ramas cilíndricas
121			X		X		Presenta ramas cilíndricas
122			X		X		Presenta ramas cilíndricas
123	Lecanorino						Ramas aplanadas
124	Lecanorino						Ramas aplanadas
125	Lecanorino						Ramas aplanadas
126							Ramas aplanadas
127	Lecanorino						Ramas aplanadas
128							Ramas aplanadas

Muestra	Estructuras reproductivas.			Otras estructuras.			Observaciones
	Apotecios	Isidios	Soralios	Papilas	Eje central elástico	Pseudocifelas	
129	Lecanorino						Ramas aplanadas
133			X				
134			X				
135		X					
136	Lecanorino						
137	Lecanorino		X				
138	Lecanorino						
139			X				
146			X				
147	Lecanorino		X		X		
148	Lecanorino		X		X		
149					X		
151		X	X		X		
152			X		X		
153		X	X		X		
154	Lecanorino		X		X		
155	Lecanorinos				X		
157			X		X		
159			X		X		
160			X		X		
200	Lecanorino						Ramas aplanadas
201	Lecanorino		X				Ramas aplanadas

204	Lecanorino		X				
206	Lecanorino				X		
207					X		
208			X		X		

Tabla 7. Cuadro de caracterización de morfotipos para el Biotipo filamentoso

Muestra	**Estructuras reproductivas.**	**Otras estructuras.**	**Observaciones**
	Apotecios		
141	Biatorino, amarillos		Talo semicircular
142	Biatorino, amarillos		Talo semicircular
202	Biatorino, amarillos		Talo semicircular

Tabla 8. Cuadro de caracterización de morfotipos para los biotipos costroso y gelatinoso.

Muestra	**Estructura reproductiva**			**Observaciones**
	Apotecios	Lirelas	Isidios	
1		X		Muestra muy pequeña
2		X		Muestra muy pequeña
3		X		Muestra muy pequeña
5	Lecanorino			Presenta abundancia de apotecios
6				Presenta talo farináceo
8		X		Muestra muy pequeña
42	Lecanorino			Talo gelatinoso al agregar agua
43	Lecanorino			Talo gelatinoso al agregar agua
130			X	
131			X	
132			X	
178	Lecanorino			Talo gelatinoso al agregar agua
179				Talo gelatinoso al agregar agua
180				Talo gelatinoso al agregar agua
203	Lecideino			Presenta abundancia de apotecios
210	Lecanorino			

Tabla 9. Cuadro de caracterización de morfotipos para el biotipo dimorfico

Muestra	**Estructuras reproductivas.**			**Otras estructuras.**	**Podecios de tipo**	
	Apotecios	Isidios	Soredios	Perforaciones	Hueco	Sólido
9					Cilíndricos	
10					Cilíndricos	
11	Lecideino			Coyunturales	Ramificados, cilíndricos	
105	Lecideino			Coyunturales	Cilíndrico, terminación truncada y muy ramificado	
106				Coyunturales	X	
107	Lecideino			Coyunturales	X	
108				Coyunturales	Cilíndricos	
111	Lecideino					X
144	Lecideino				X	
145	Lecideino				X	

Tabla 10. Cuadro de caracterización para muestras destinadas a

Muestra	Estructuras reproductivas.				Otras estructuras.				Test químicos de coloración.						Observaciones.
	Apotecio	Isidios	Soredios	Picnidios	Cilios	Rizinas	Máculas	Pseudo cifelas	K		PD		C		
									Cx	M	Cx	M	Cx	M	
80			X	X	Ausentes	Simples			+:A						Lóbulos pequeños, medula blanca.
86			X		Ausentes										
90			X		X	Simples	X		+						Zona marginal más clara y sin ricinas.
92					X										Amplia zona marginal sin ricinas.
101					X	Simples									Zona marginal más clara y sin ricinas.
161					X	Simples	Tenues								Zona marginal más clara y sin ricinas, ricinas de 2 tamaños
162					X	Simples	x								
163			X		Ausentes			x							
164					Ausentes										*Presencia de varios géneros
165			X		X	Simples	x								
166					x	Simples	x								Ricinas simples hasta el margen
177															Basidiocarpos

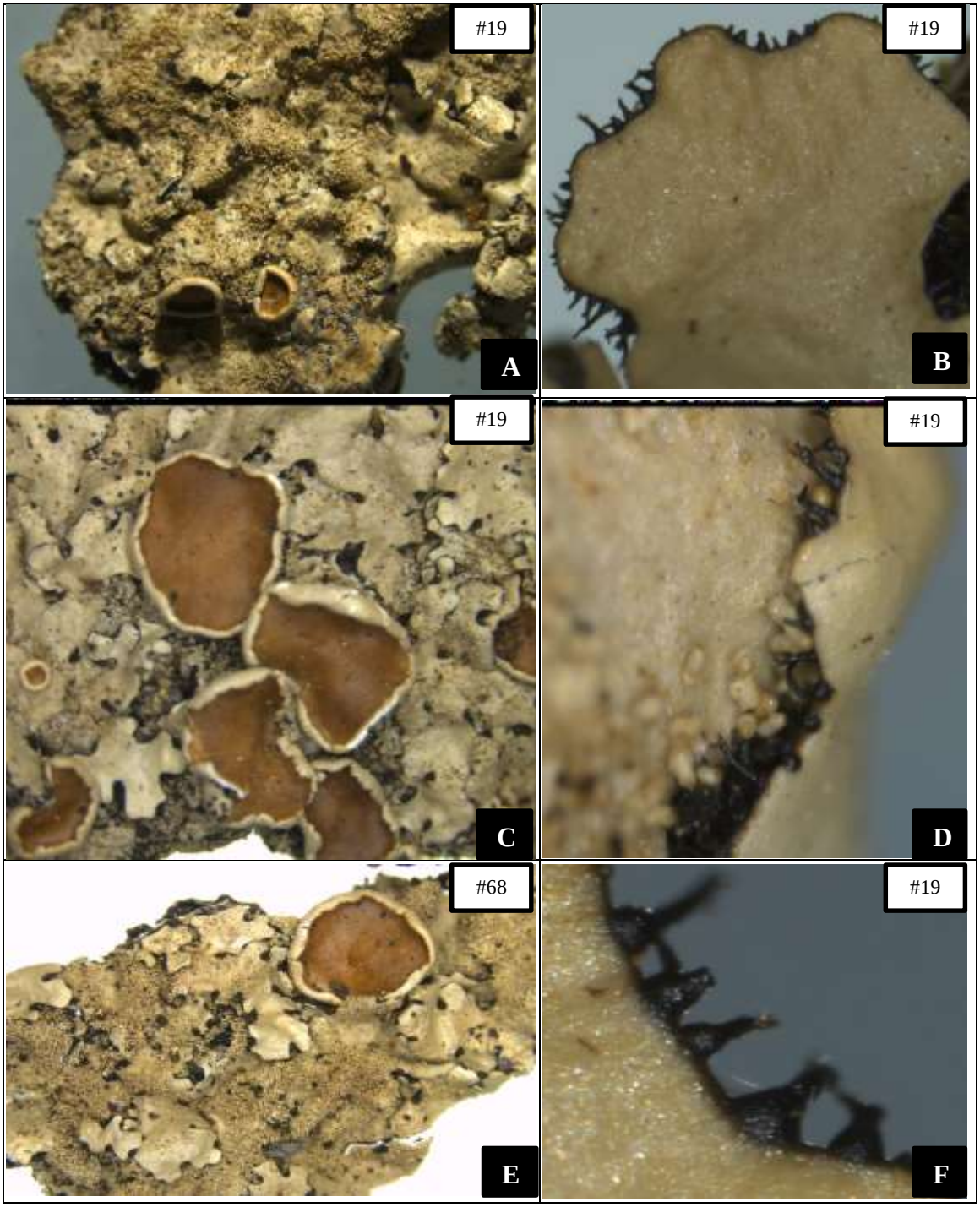
Muestra	Estructuras reproductivas.				Otras estructuras.				Test químicos de coloración.						Observaciones.
	Apotecio	Isidios	Soredios	Picnidios	Cilios	Rizinas	Máculas	Pseudo cifelas	K		PD		C		
									Cx	M	Cx	M	Cx	M	
56					Ausentes	Simples			+:A						Zona marginal más clara
57	Lecanori.		X		Ausentes										Apotecios muy grandes
64	Lecanori.		X		Ausentes				+:A	+			-	-	
67					Ausentes	Simples			+:A						Medula blanca, lóbulos pequeños, muy adherido al sustrato
69	Lecanori.				Ausentes										Variedad de morfotipos, lóbulos pequeños muy adheridos al sustrato
70					Ausentes	Dicotómicas									
71					X	Simples	x								Presencia de varios géneros
72					Ausentes	Escuarrosas									
76		X				Dicotómicas escuarrosas									

- No se logró individualizar las muestras debido a que estas crecen unas sobre otras

Galería fotográfica de los géneros identificados

Bulbothrix.

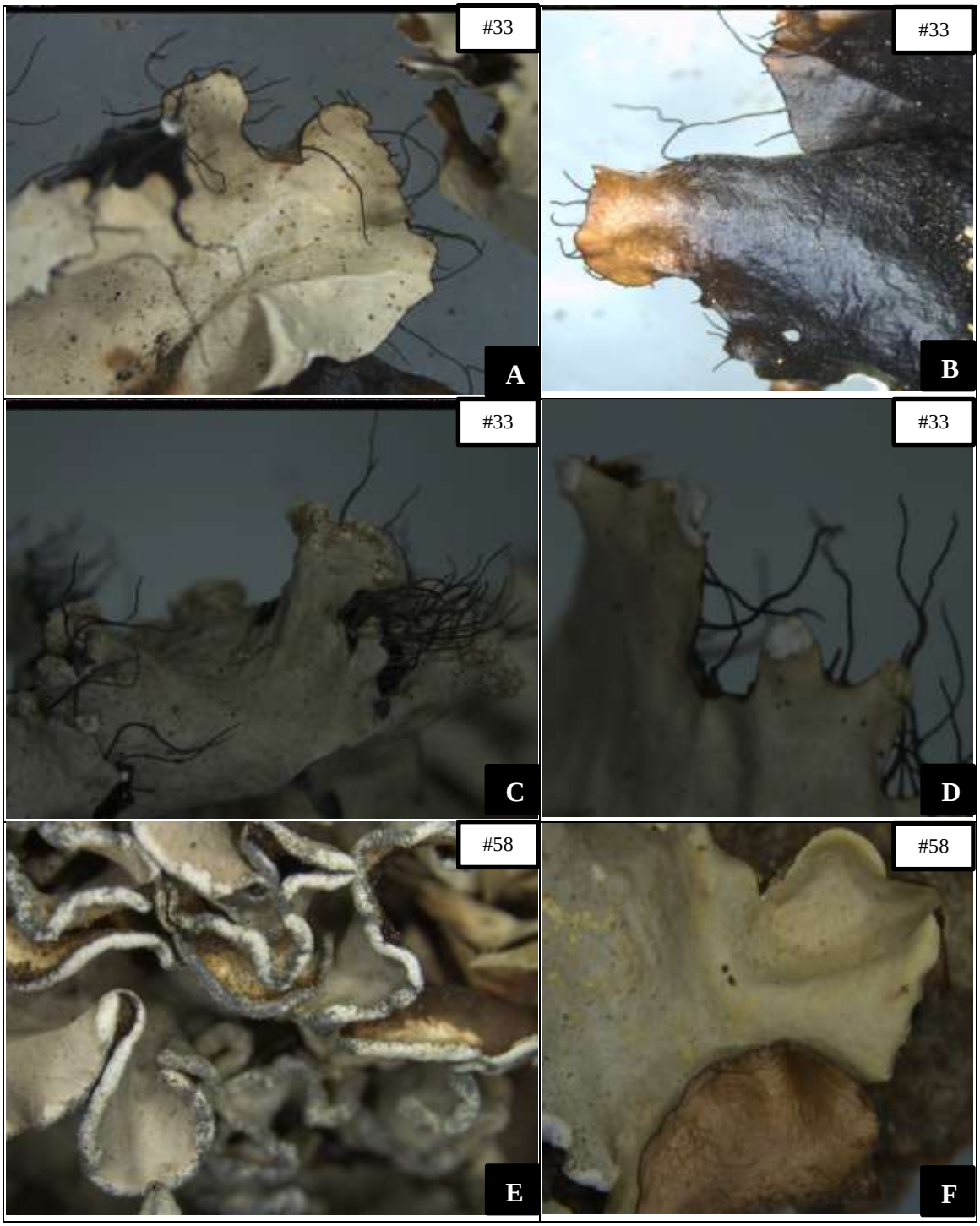
Reino	Filo	Clase	Orden	Familia	Género
Fungi	Ascomycota	Lecanoromycetes	Lecanorales	Parmeliaceae	*Bulbothrix*



(A) *Bulbothrix sp.,* (B) Detalle de los lóbulos y cilios de *Bulbothrix sp.,* (C) Apotecios lecanorinos de *Bulbothrix* sp., (D) Cilios e Isidios en *Bulbothrix,* (E) Talo de *Bulbothrix sp.* isidiado (F) Cilios inflados en la base de *Bulbothrix.*

Parmotrema.

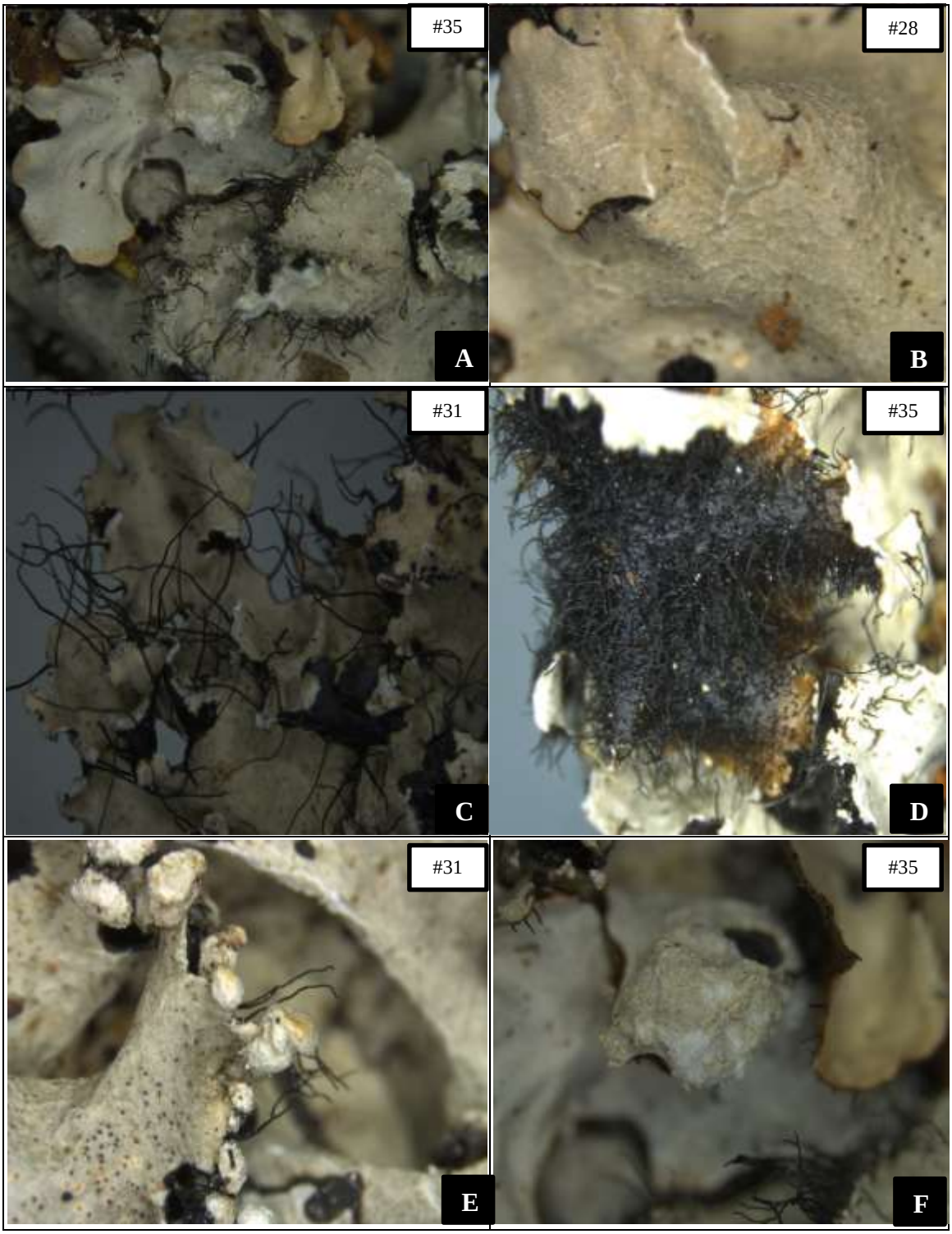
Reino	Filo	Clase	Orden	Familia	Género
Fungi	Ascomycota	Lecanoromycetes	Lecanorales	Parmeliaceae	*Parmotrema*



(A) *Parmotrema* sp., (B) Amplia zona marginal más clara y sin ricinas de *Parmotrema*, (C) Cilios presentes en *Parmotrema*, (D) Soralios marginales presentes en *Parmotrema*, (E) Especie de *Parmotrema* sin ricinas, (F) Detalle de los lóbulos de *Parmotrema*.

Rimelia.

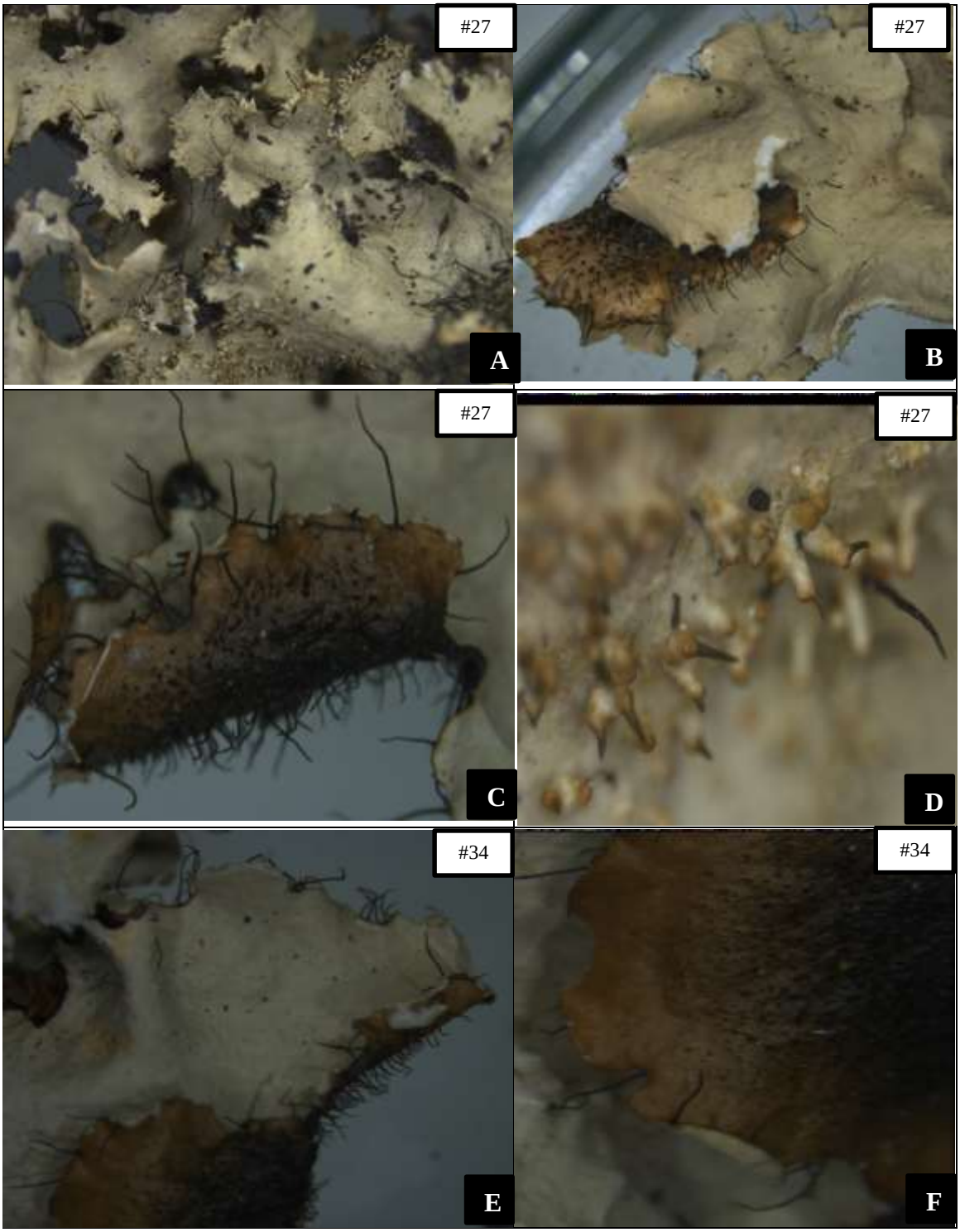
Reino	Filo	Clase	Orden	Familia	Género
Fungi	Ascomycota	Lecanoromycetes	Lecanorales	Parmeliaceae	*Rimelia*



(A) *Rimelia sp.1,* (B) Máculas reticuladas de *Rimelia sp.,* (C) Cilios y soradios presentes en lóbulo de *Rimelia sp,* (D) Ricinas simples de *Rimelia sp*, (E) Soralios forniciformes de *Rimelia sp.,* (F) Soradio de *Rimelia sp.*

***Canomaculina*.**

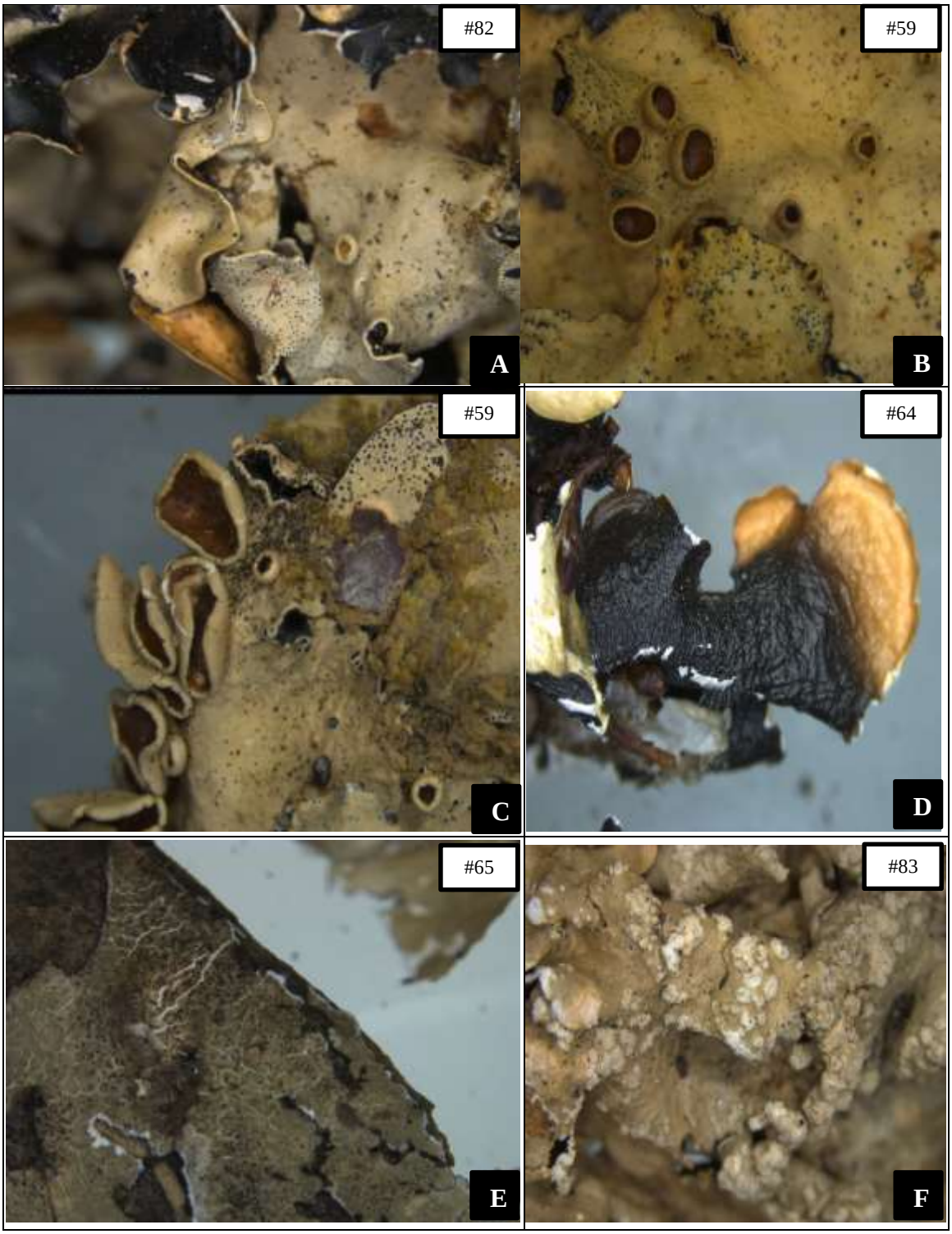
Reino	Filo	Clase	Orden	Familia	Género
Fungi	Ascomycota	Lecanoromycetes	Lecanorales	Parmeliaceae	*Canomaculina*



(A) *Canomaculina* sp., (B) Talo *Canomaculina* sp., (C) Cilios y ricinas simples en *Canomaculina* sp., (D) Detalle isidios ciliados de *Canomaculina* sp., (E, F) Estrecha zona marginal más clara y sin ricinas en *Canomaculina* sp.

***Canoparmelia*.**

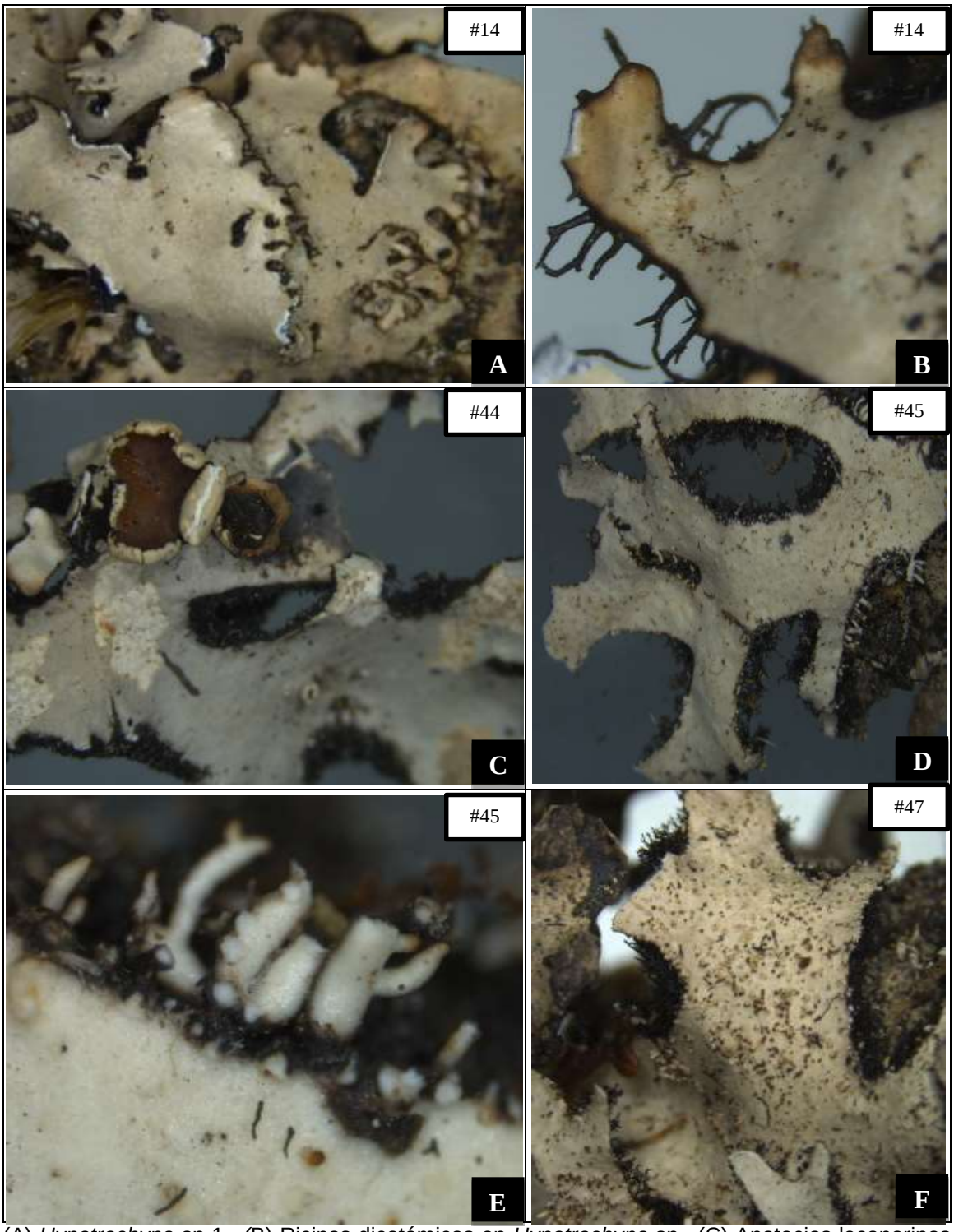
Reino	Filo	Clase	Orden	Familia	Género
Fungi	Ascomycota	Lecanoromycetes	Lecanorales	Parmeliaceae	*Canoparmelia*



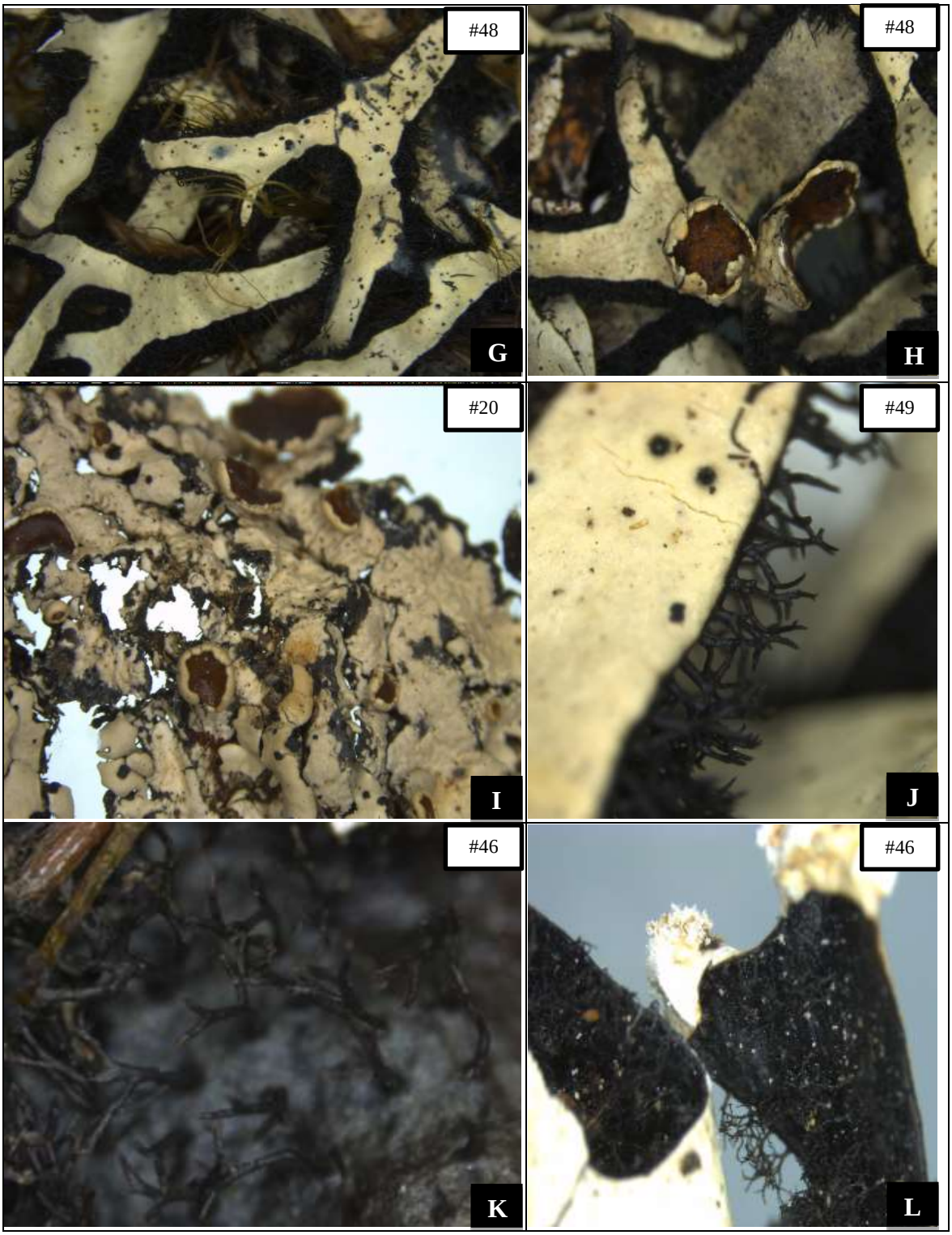
(A)*Canoparmelia sp.,* (B y C) Apotecios lecanorinos y picnidios de *Canoparmelia sp.,* (D) Zona marginal sin cilios de *Canoparmelia sp.,* (E) Máculas reticuladas de *Canoparmelia sp.,* (F) Soredios de *Canoparmelia sp.*

***Hypotrachyna*.**

Reino	Filo	Clase	Orden	Familia	Género
Fungi	Ascomycota	Lecanoromycetes	Lecanorales	Parmeliaceae	*Hypotrachyna*



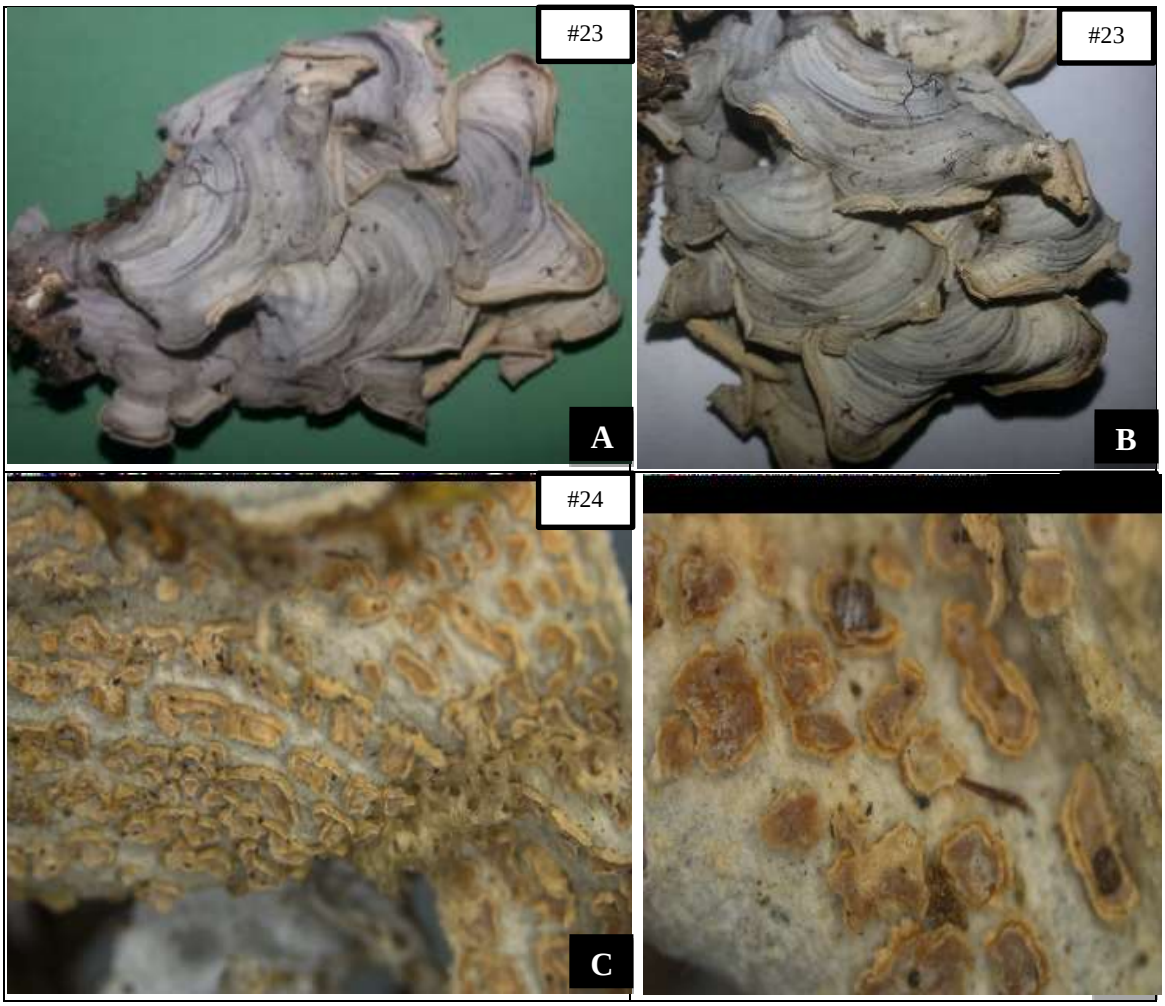
(A) *Hypotrachyna* sp 1., (B) Ricinas dicotómicas en *Hypotrachyna* sp., (C) Apotecios lecanorinos de *Hypotrachyna* sp., (D) *Hypotrachyna* sp. 2, (E) Isidios de *Hypotrachyna* sp. F: Talo isidiado en *Hypotrachyna* sp.



(G) Hypotrachyna sp. 3, (H) Apotecios lecanorinos de *Hypotrachyna* sp., (I) *Hypotrachyna* sp. 4, (J) Ricinas dicotómicas en *Hypotrachyna* sp., (K) Ricinas dicotómicas en *Hypotrachyna* sp., (L) Soralios presentes en *Hypotrachyna* sp.

***Cora*.**

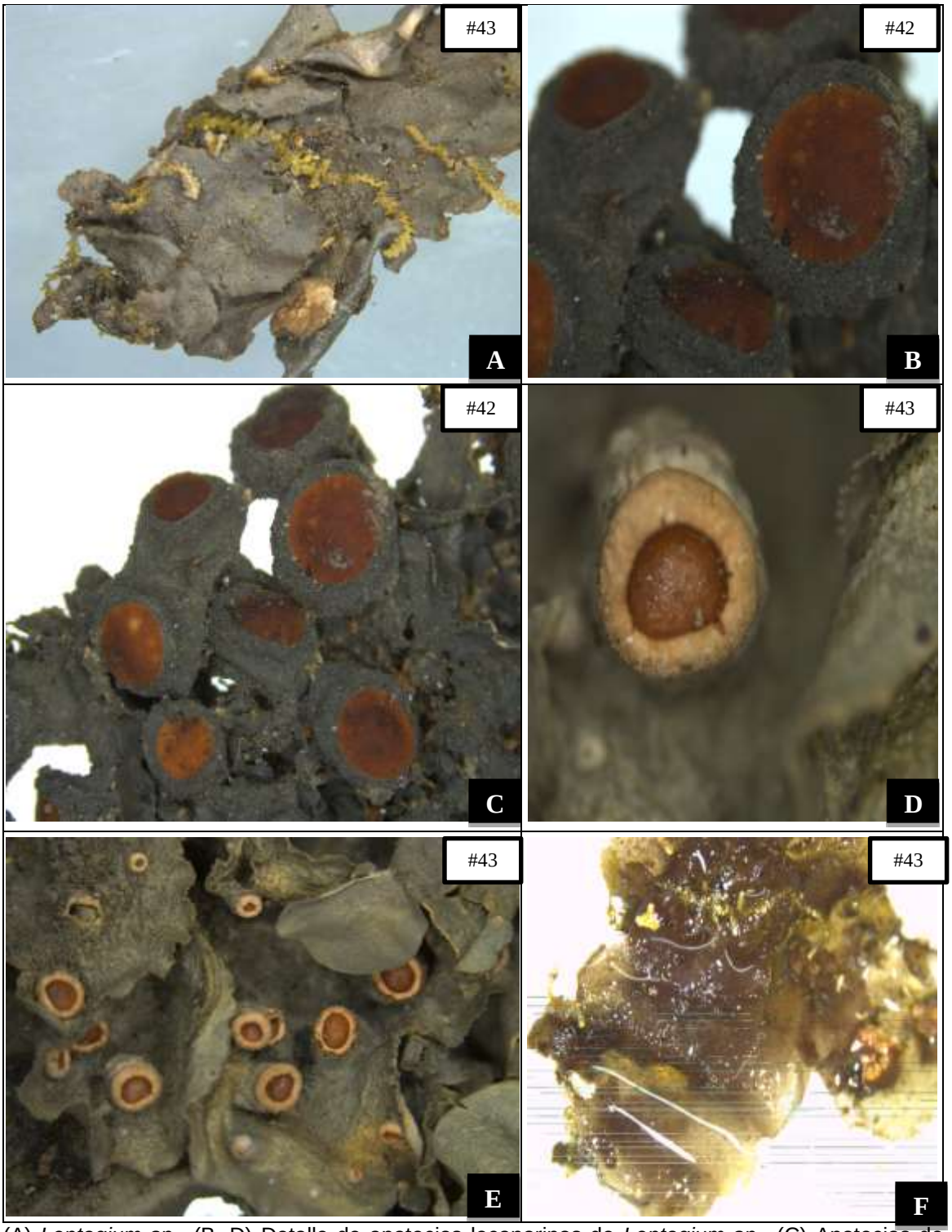
Reino	Filo	Clase	Orden	Familia	Género
Fungi	Basidiomycota	Agaricomycetes	Polyporales	Atheliaceae	*Cora*



(A) Cora sp., (B) Líneas concéntricas de *Cora*, (C) Basidiocarpos en la superficie inferior de *Cora* sp., (D) Detalle de los basidiocarpos de *Cora* sp.

***Leptogium*.**

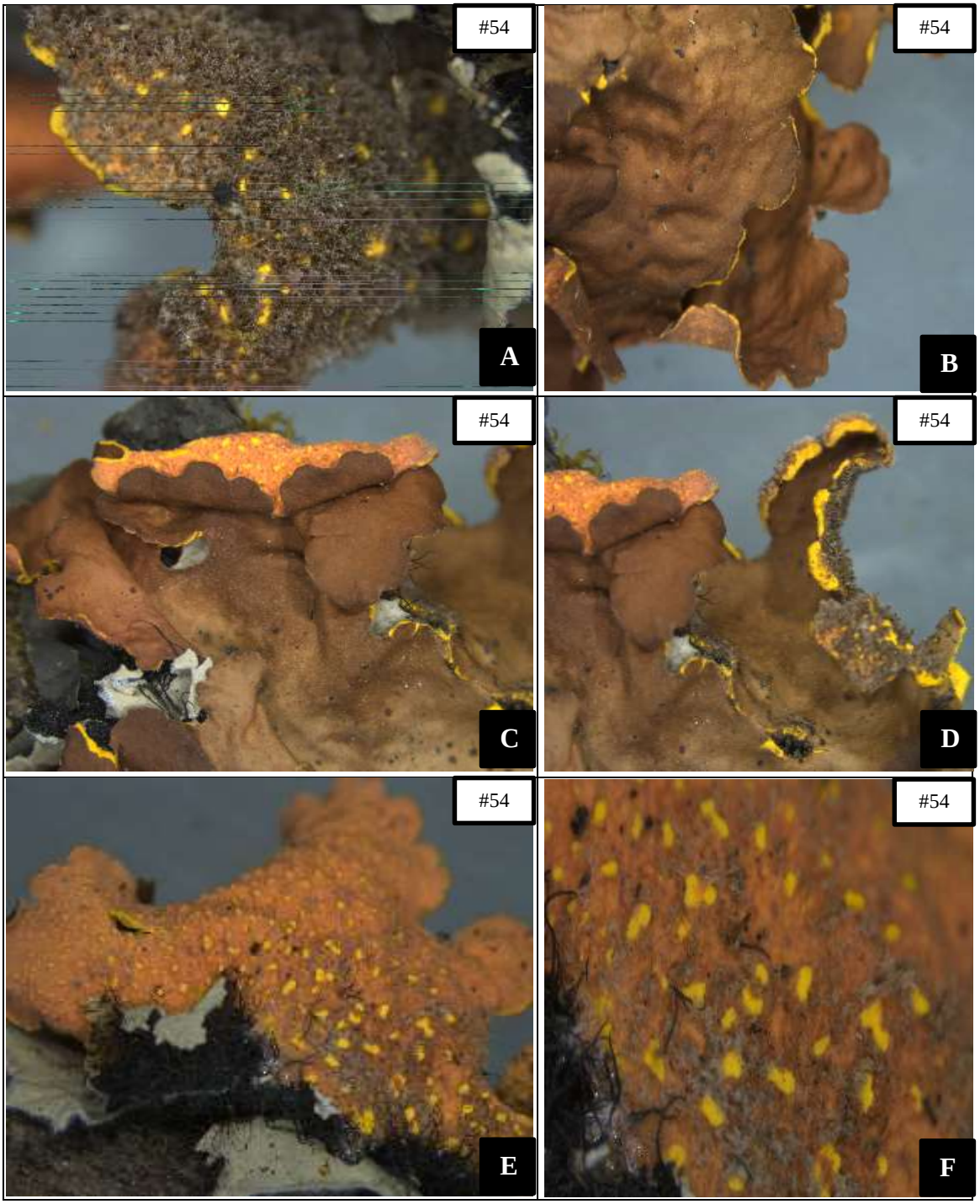
Reino	Filo	Clase	Orden	Familia	Género
Fungi	Ascomycota	Lecanoromycetes	Peltigerales	Collemataceae	*Leptogium*



(A) *Leptogium sp.,* (B, D) Detalle de apotecios lecanorinos de *Leptogium sp.,* (C) Apotecios de *Leptogium sp.,* (E) Detalle de apotecios y lóbulos de *Leptogium sp.,* (F) *Leptogium sp* con agua.

***Pseudocyphellaria*.**

Reino	Filo	Clase	Orden	Familia	Género
Fungi	Ascomycota	Lecanoromycetes	Peltigerales	Lobariaceae	*Pseudocyphellaria*



(A) Detalle de ricinas escuarrosas de *Pseudocyphellaria* sp., (B, C, D) Lóbulos de *Pseudocyphellaria*, (E) Superficie inferior con seudocifelas en *Pseudocyphellaria* sp., (F) Detalle seudocifelas

***Usnea*.**

Reino	Filo	Clase	Orden	Familia	Género
Fungi	Ascomycota	Lecanoromycetes	Lecanorales	Parmeliaceae	*Usnea*

(A)*Usnea sp. 1*, (B) Apotecios lecanorinos de *Usnea sp.*, (C) *Usnea sp. 2*, (D) Sorelios maculiformes de *Usnea sp.*, (E) Eje central elástico de *Usnea sp.*, (F) *Usnea sp. 3*

***Ramalina*.**

Reino	Filo	Clase	Orden	Familia	Género
Fungi	Ascomycota	Lecanoromycetes	Lecanorales	Ramalinaceae	*Ramalina*

(A) *Ramalina* sp.1, (B) Apotecios lecanorinos presentes en *Ramalina* sp., (C) *Ramalina* sp. 2, (D) Detalle del apotecio lecanorino de *Ramalina*, (E, F) Ramas aplanadas de *Ramalina* sp.

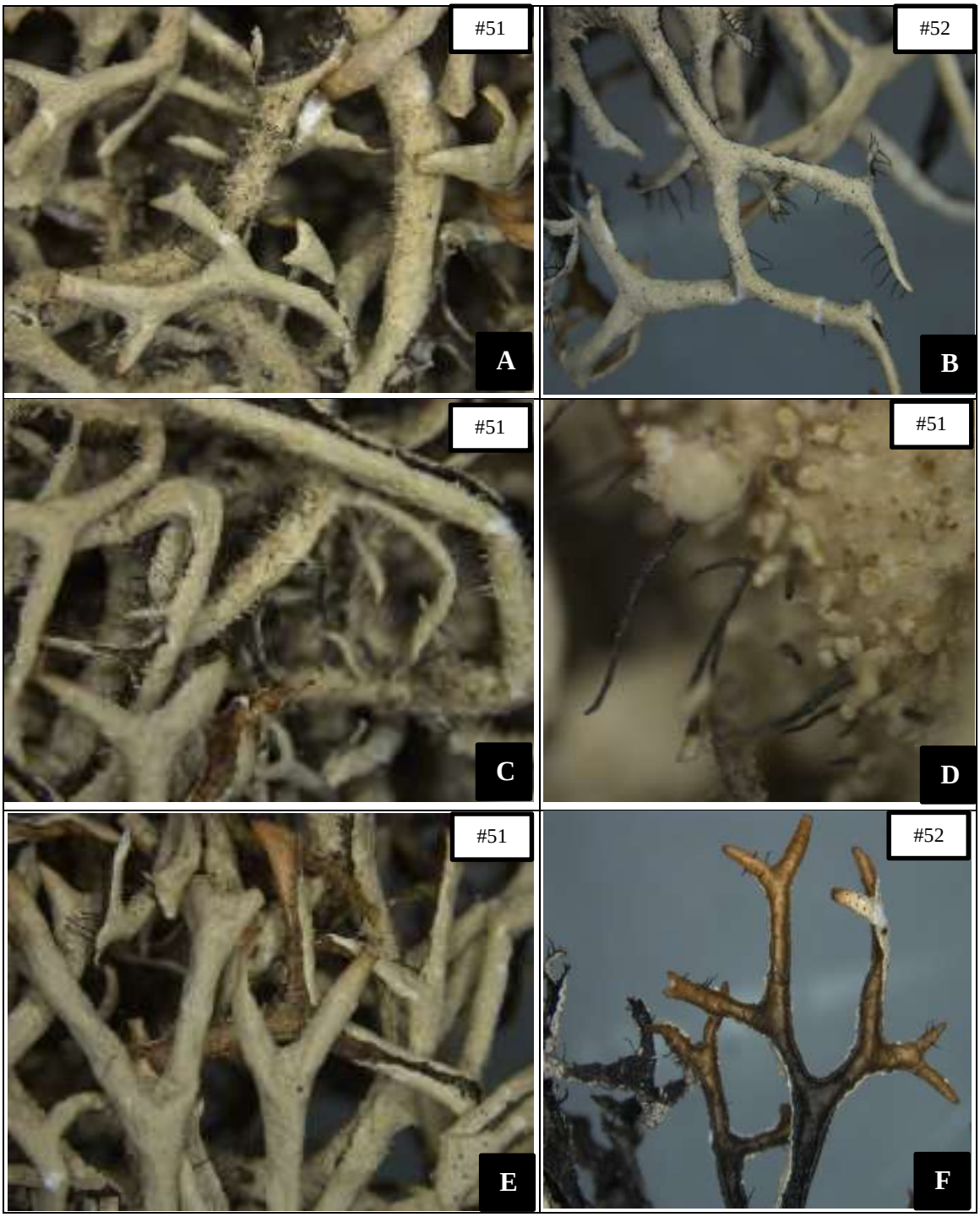
***Teloschistes*.**

Reino	Filo	Clase	Orden	Familia	Género
Fungi	Ascomycota	Lecanoromycetes	Teloschistales	Teloschistaceae	*Teloschistes*

(A)*Teloschistes sp 1,204* (B) Soralios de *Teloschistes sp*, 133(C) Talo Sorediado de *Teloschistes sp*, 137(D) *Teloschistes sp 2*, 136(E) Apotecios lecanorinos de *Teloschistes sp* ,136 (F) Soralios maculiformes de *Teloschistes sp.135*

***Everniastrum*.**

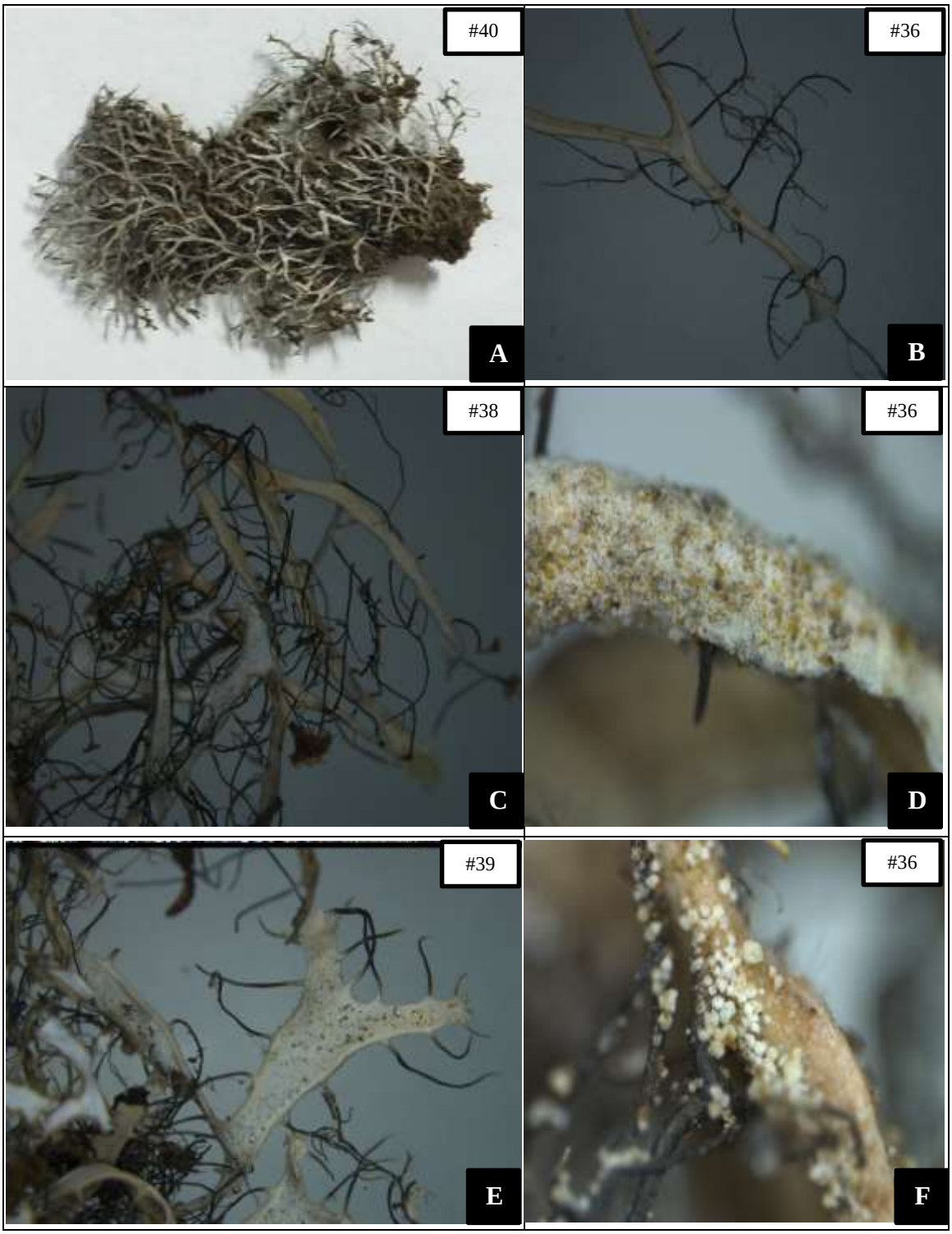
Reino	Filo	Clase	Orden	Familia	Género
Fungi	Ascomycota	Lecanoromycetes	Lecanorales	Parmeliaceae	*Everniastrum*



(A) *Everniastrum* sp., (B) Cilios presentes en *Everniastrum,* (C) Talo isidiado en *Everniastrum* sp., (D) Detalle de Isidios en *Everniastrum*, (E) Ramas dicotómicamente ramificadas de *Everniastrum,* (F) Superficie inferior oscura de *Everniastrum* sp.

***Heterodermia*.**

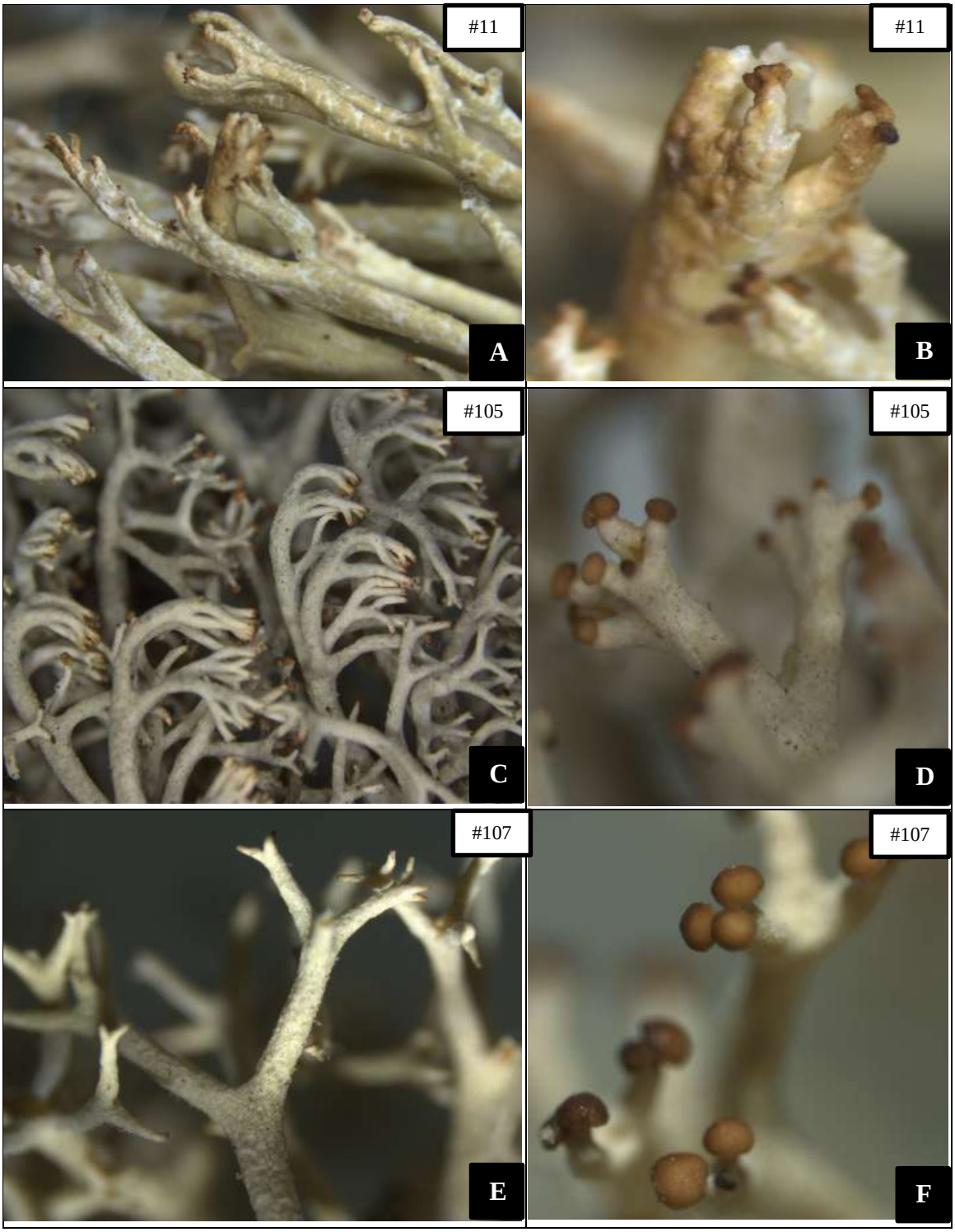
Reino	Filo	Clase	Orden	Familia	Género
Fungi	Ascomycota	Lecanoromycetes	Teloschistales	Physciaceae	*Heterodermia*



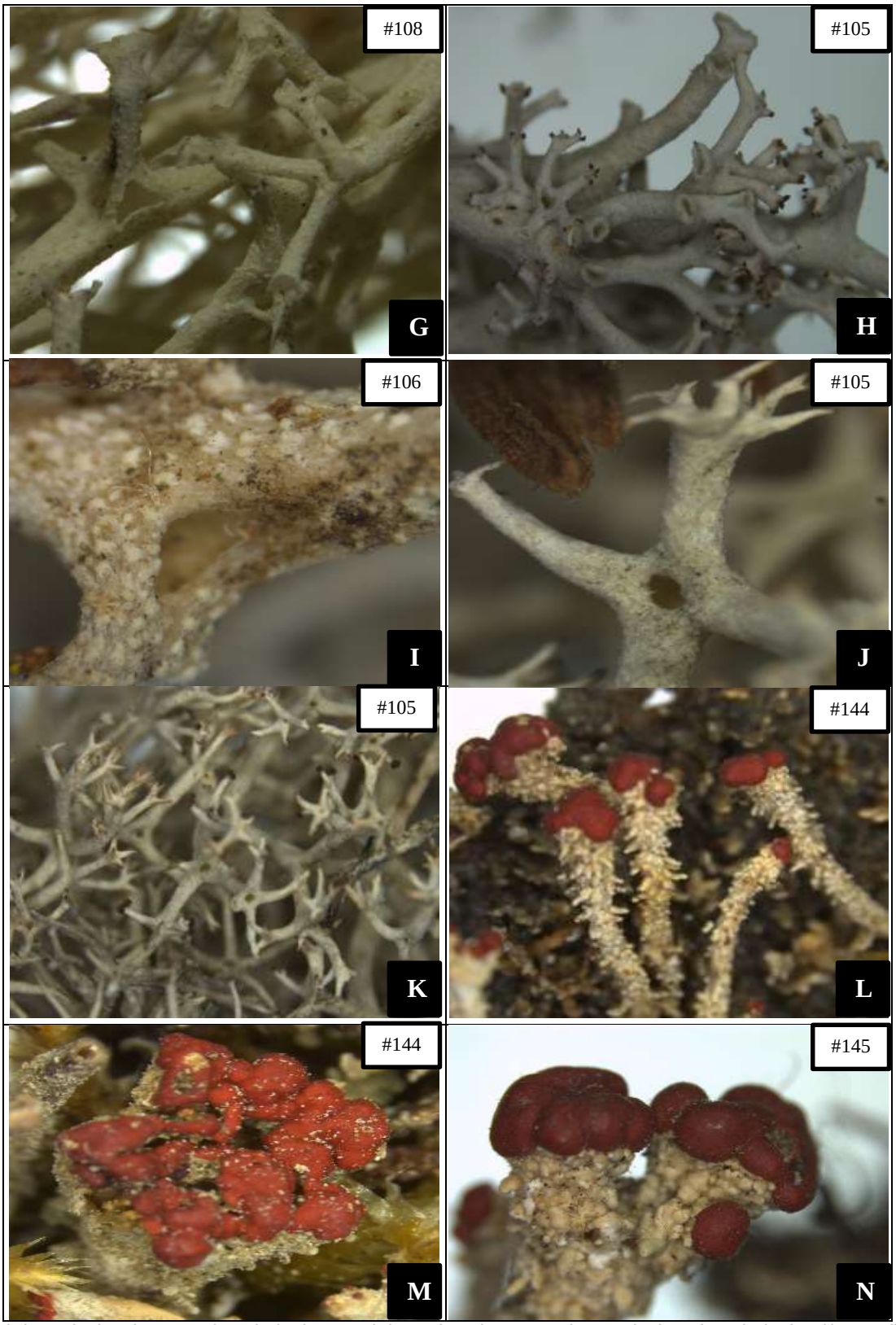
(A) *Heterodermia sp.,* (B, C) Talo ecorticado con cilios de *Heterodermia sp*., (D) Detalle de talo ecorticado de *Heterodermia sp.*, (E) superficie inferior totalmente ecorticada de *Heterodermia sp*., (F) soralios maculiformes de *Heterodermia sp*.

***Cladonia*.**

Reino	Filo	Clase	Orden	Familia	Género
Fungi	Ascomycota	Ascomycetes	Lecanorales	Cladoniaceae	*Cladonia*



(A) Podecios de *Cladonia* sp. 1, (B) Detalle de podecios ramificados que terminan en punta en *Cladonia* sp,. (C) *Cladonia* sp.2, (D, F) Apotecios lecideinos de *Cladonia* sp., (E) Podecios ramificados de *Cladonia*.



(G) Podecios huecos de *Cladonia* sp., (H) Perforaciones en los podecios de *Cladonia*, (I) Detalle de perforación en el podecio de *Cladonia*, (J, K) Perforaciones coyunturales en *Cladonia* sp., (L) *Cladonia* Sp. 3, (M, N) Apotecios lecideinos en *Cladonia* sp.

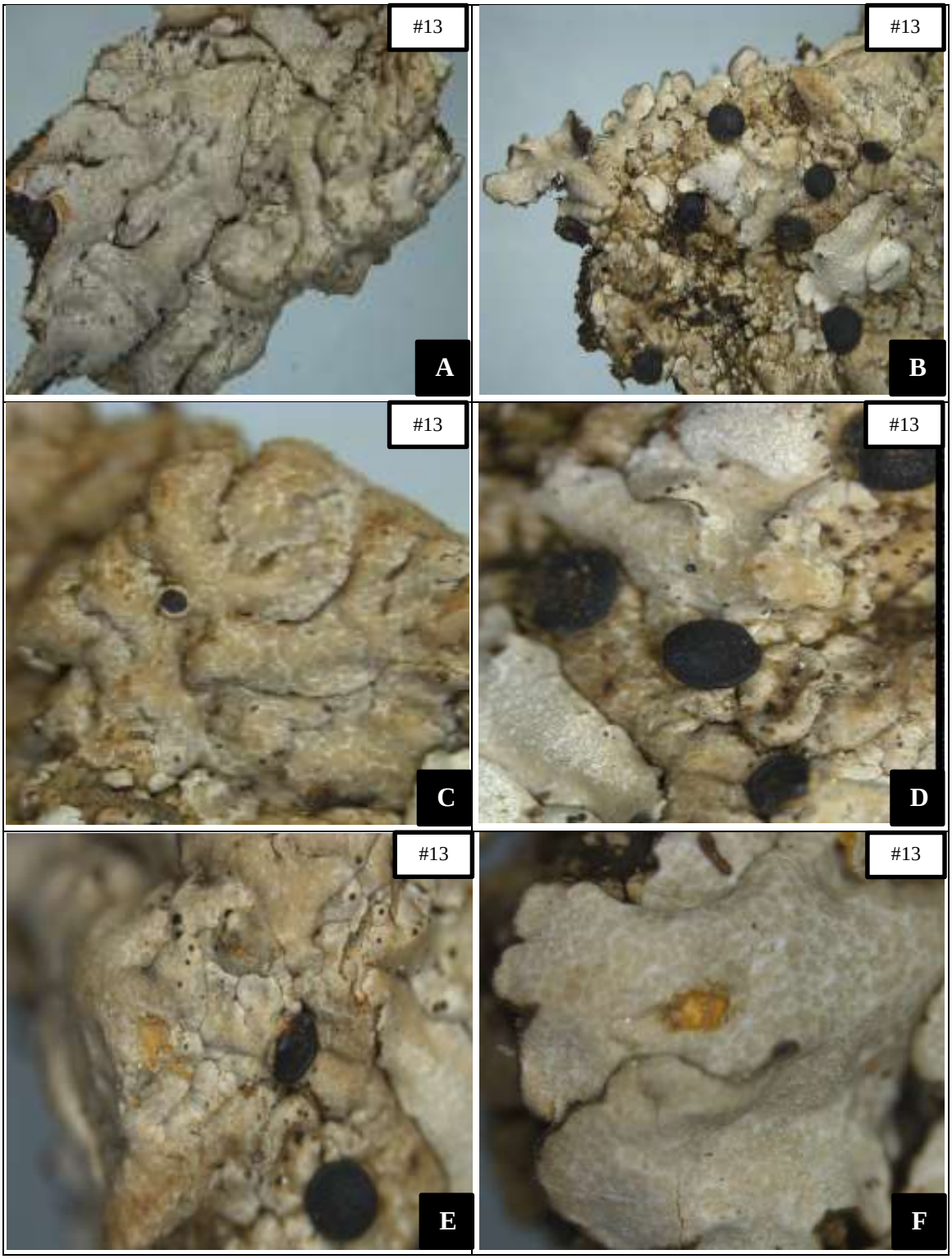
***Stereocaulon*.**

Reino	Filo	Clase	Orden	Familia	Género
Fungi	Ascomycota	Lecanoromycetes	Lecanorales	Stereocaulaceae	*Stereocaulon*

(A) *Stereocaulon* sp., (B, C) Talo dimórfico de *Stereocaulon* sp., (D) Detalle filocladios de *Stereocaulon* sp., (E, F) Detalle seudopodecios y apotecios lecideinos en *Stereocaulon* sp.

Pyxine.

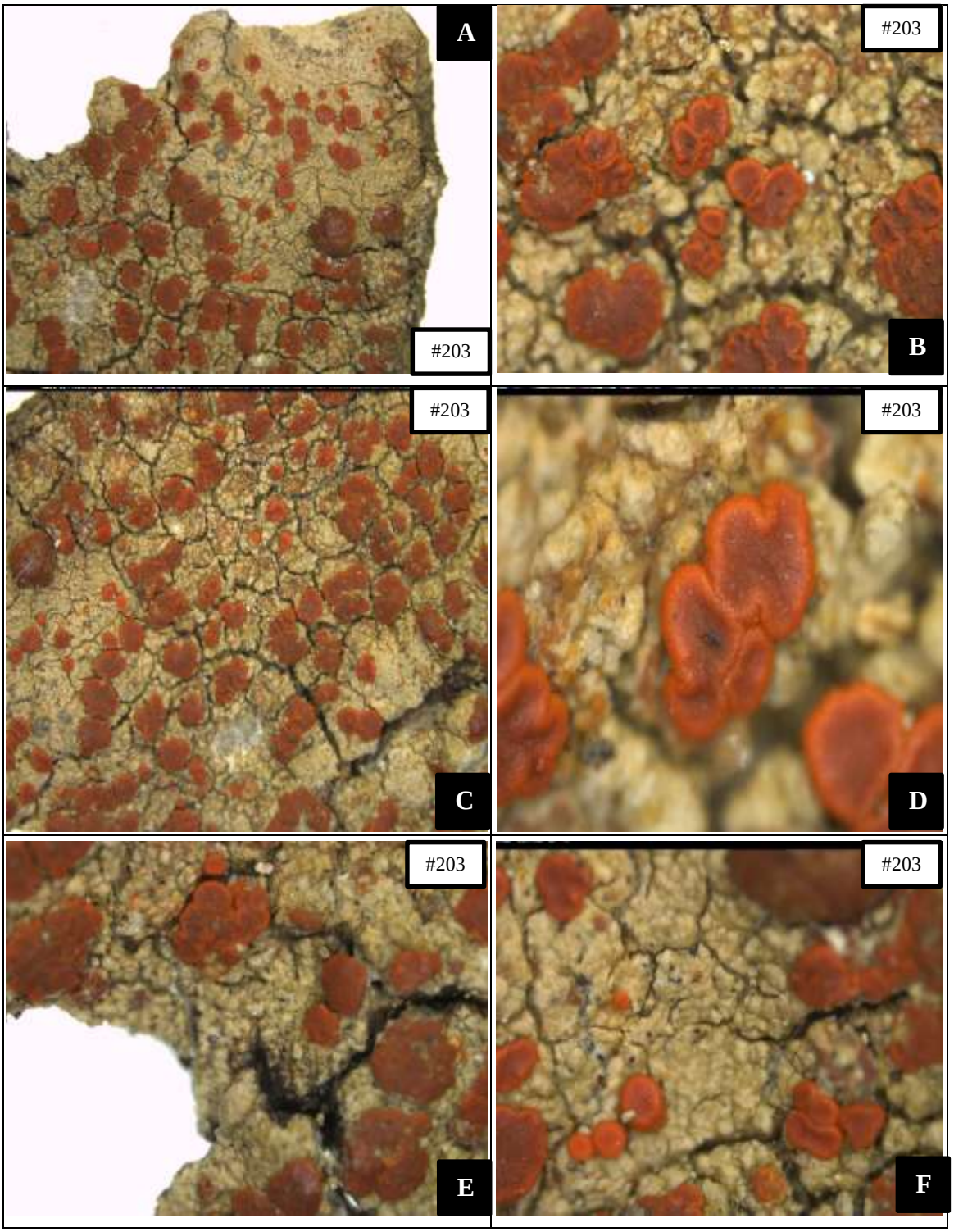
Reino	Filo	Clase	Orden	Familia	Género
Fungi	Ascomycota	Lecanoromycetes	Teloschistales	Physciaceae	*Pyxine*



(A, B) *Pyxine* sp., (C) Lóbulos pequeños y sin cilios de *Pyxine,* (D) Detalle apotecios lecideinos negros de *Pyxine*, (E, F) Talo de *Pyxine* sp. Evidenciando medula amarilla.

***Ramboldia*.**

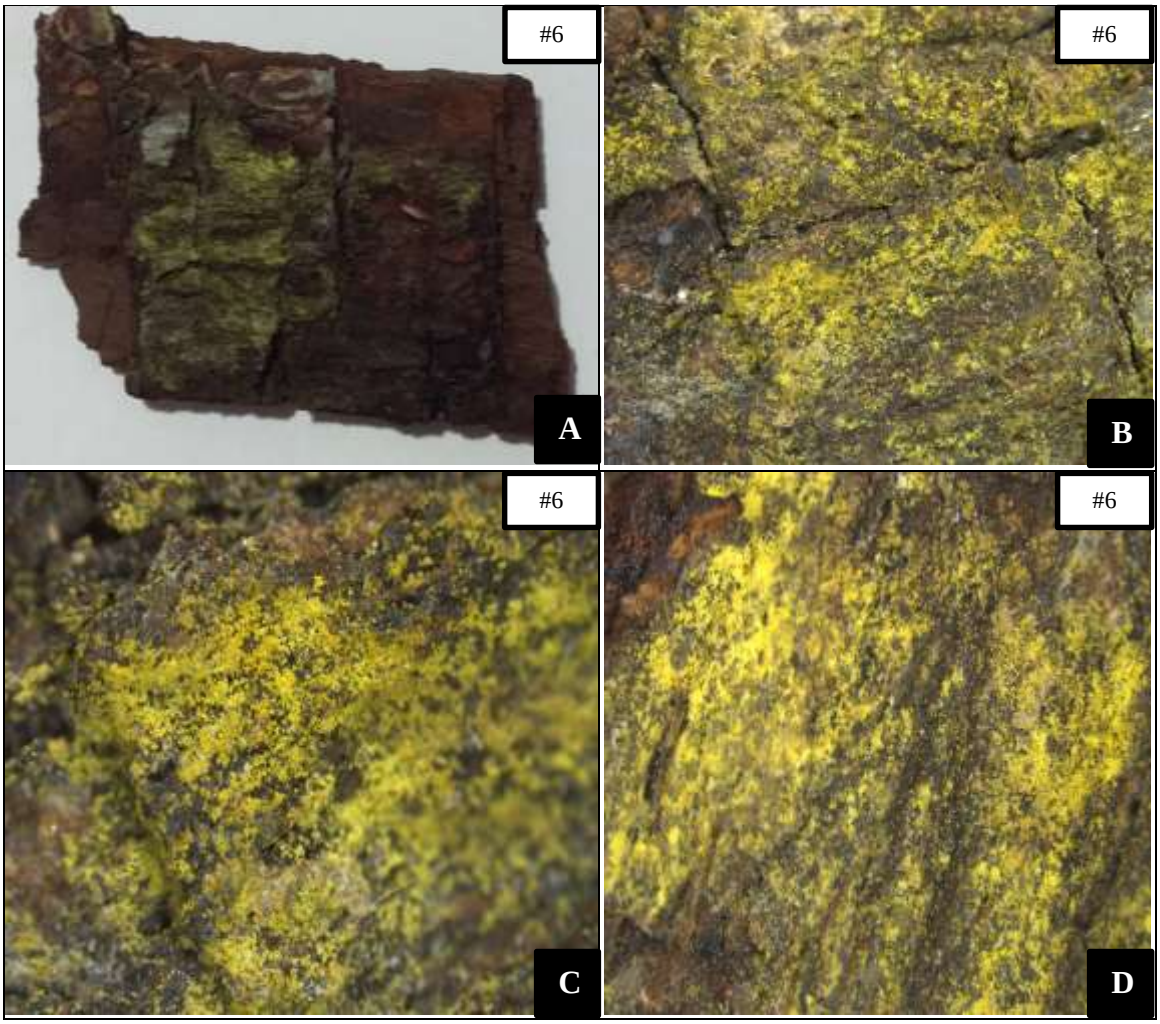
Reino	Filo	Clase	Orden	Familia	Género
Fungi	Ascomycota	Lecanoromycetes	Lecanorales	Lecanoraceae	*Ramboldia*



(A) *Ramboldia sp.,* (B, C) Apotecios lecideinos con soralios de *Ramboldia sp.,* (D) Apotecio lecideino naranja de *Ramboldia sp.,* (E) *Ramboldia sp.* , (F) Soralios de *Ramboldia* sp.

Chrysothrix

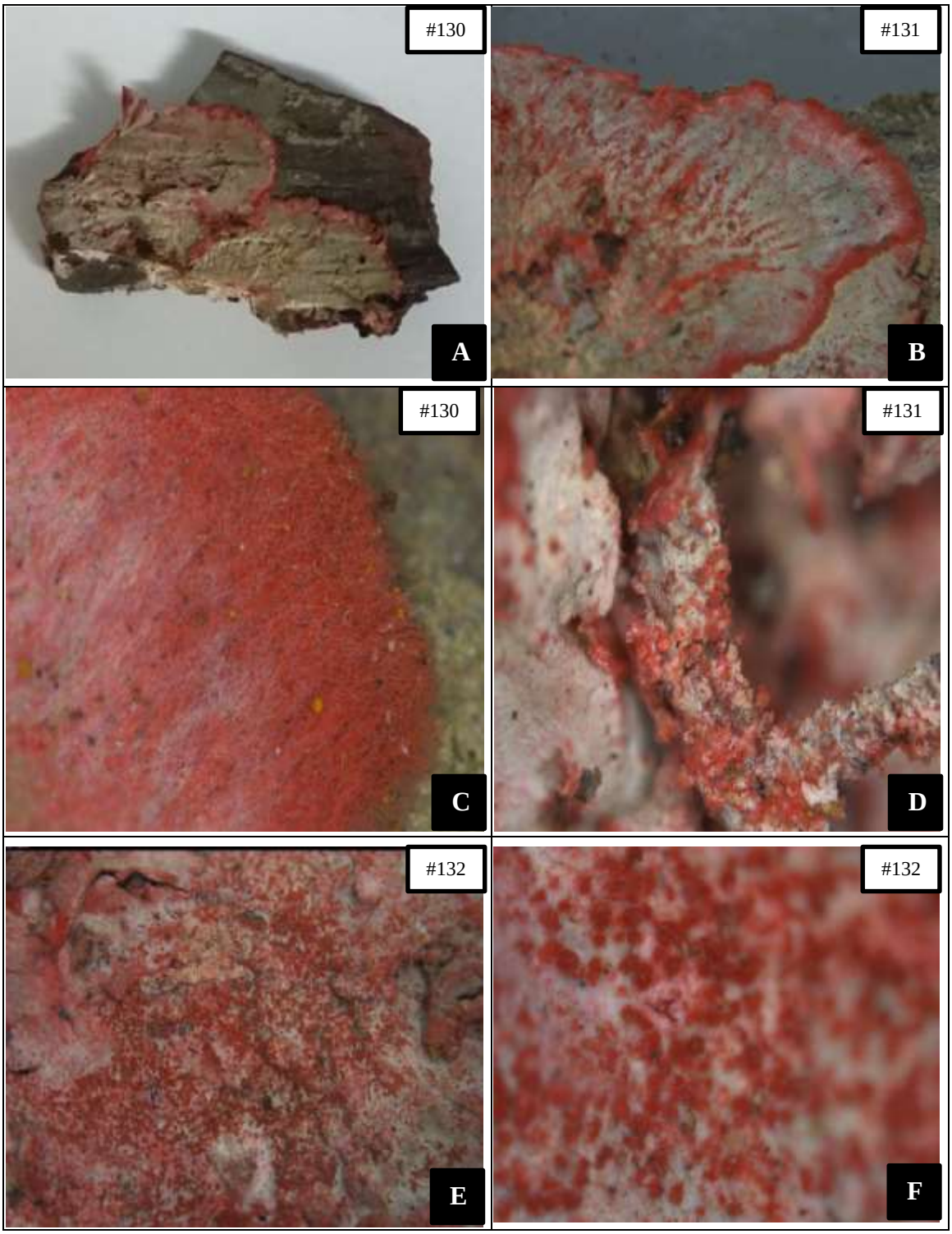
Reino	Filo	Clase	Orden	Familia	Género
Fungi	Ascomycota	Arthoniomycetes	Arthoniales	Chrysothricaceae	*Chrysothrix*



(A) *Chrysothrix sp.* , (B) *Chrysothrix sp.* , (C) *Chrysothrix sp.* , (D) *Chrysothrix sp.*

***Cryptothecia*.**

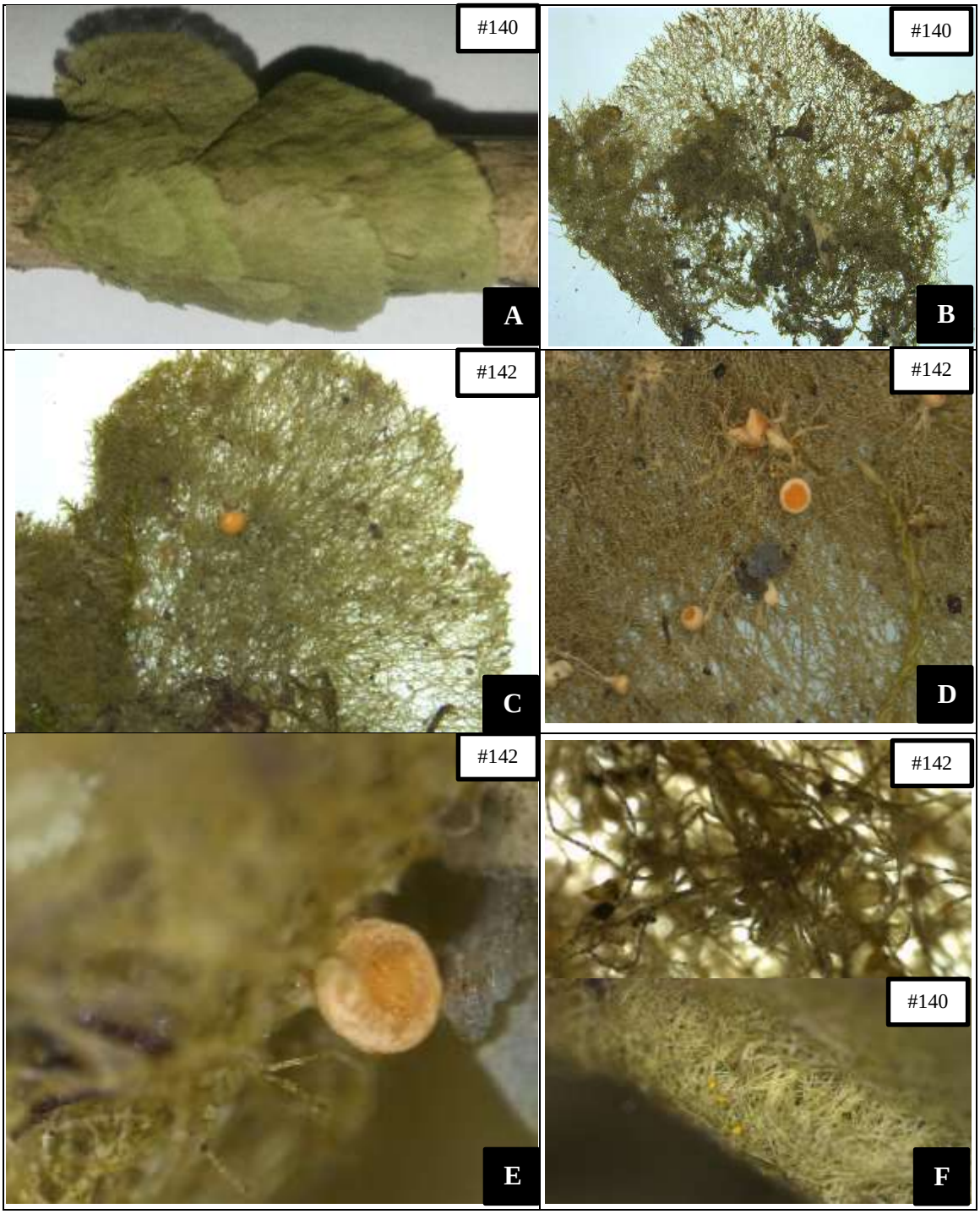
Reino	Filo	Clase	Orden	Familia	Género
Fungi	Ascomycota	Arthoniomycetes	Arthoniales	Arthoniaceae	*Cryptothecia*



(A) *Cryptothecia sp.* 1, (B) *Cryptothecia sp.* 2, (C) Detalle de filamentos de *Cryptothecia sp.*, (D, E, F) Detalle de isidios con diferentes vistas de *Cryptothecia sp.*

***Coenogonium*.**

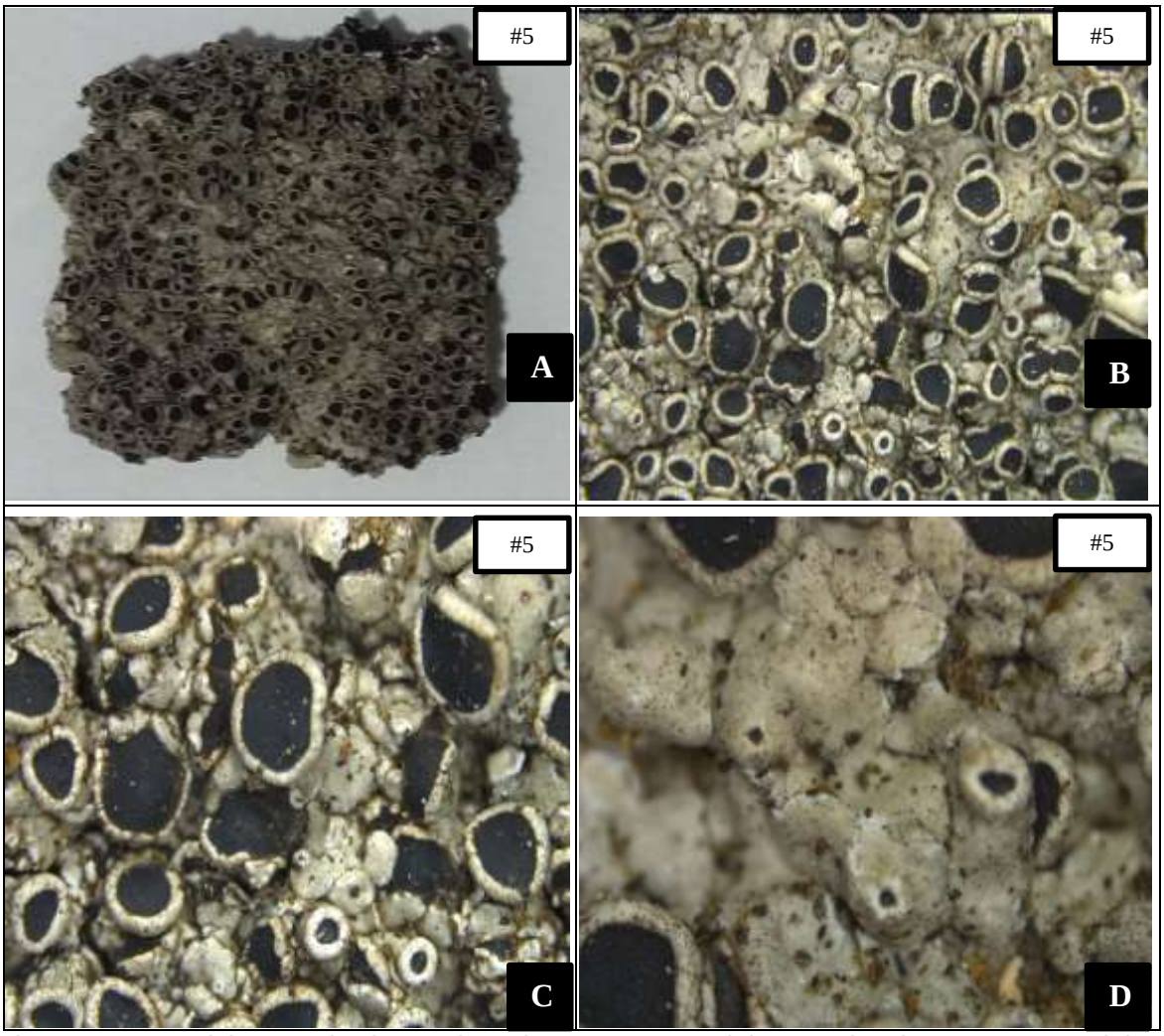
Reino	Filo	Clase	Orden	Familia	Género
Fungi	Ascomycota	Lecanoromycetes	Ostropales	Coenogoniaceae	*Coenogonium*



(A) *Coenogonium* sp., (B, C) Talo filamentoso de *Coenogonium* sp., (D) Apotecios biatorinos de *Coenogonium*, (E) Detalle apotecios de *Coenogonium*, (F) Detalle de los filamentos de *Coenogonium.*

Lecanora

Reino	Filo	Clase	Orden	Familia	Género
Fungi	Ascomycota	Lecanoromycetes	Lecanorales	Lecanoraceae	*Lecanora*



(A) *Lecanora sp.,* (B) Apotecios lecanorinos de *Lecanora sp.,* (C) Apotecios de *Lecanora sp.,* (D) Talo de *Lecanora sp.*

Discusión.

Desde 1886 varias especies de líquenes han sido identificadas como indicadores de calidad ambiental y particularmente del recurso aire. En 1960 se dio un incremento exponencial de los estudios de estos organismos como biomonitores, al ser identificado el dióxido de azufre como el factor principal que influye en su crecimiento, distribución y salud. Actualmente estos organismos son utilizados para detectar, además del dióxido de azufre, una amplia gama de compuestos (amoniaco, fluoruros, metales, hidrocarburos), así como la eutrofización y lluvia acida (Hawksworth *et al*., 2005).

Los hongos liquenizados son considerados como organismos bioindicadores de diferentes grados de contaminación ambiental debido a su condición de organismos poiquilohídricos, así mismo por el hecho de que obtienen la mayor parte de sus nutrientes de la atmósfera, esto debido a que no poseen una cutícula protectora y absorben los nutrientes y contaminantes a través de gran parte de su superficie, otra de las razones por la cual se consideran bioindicadores se debe a que no secretan lo que absorben y cuando alcanzan un nivel tóxico el liquen muere o sufre alteraciones (Alexopoulos *et al.,* 1985).

Si bien todos los tipos liquénicos son sensibles a la contaminación aérea, se evidencian distintos grados de sensibilidad dependiendo de su morfología (Canseco *et al*., 2006), a grandes rasgos, se puede decir que los talos más resistentes son los de tipo costroso, pues al encontrarse gran parte de su superficie adherida al sustrato, solo una porción queda expuesta directamente a la atmosfera; en este orden de ideas se puede inferir que un liquen fruticoso, que posee mayor superficie expuesta, tendrá mayor capacidad de absorción de

agua y por tanto de aquellos contaminantes que ésta pueda contener, característica que hace que los líquenes fruticosos y foliosos sean más sensibles a la contaminación, viéndose mayormente afectados por la misma (Cabrera y Giacobone, 2009).

Así mismo puede decirse también que, por lo general, existe una correlación negativa entre la diversidad de líquenes en un área y la concentración de contaminantes, principalmente SO_2, (Giordani, 2007): Cuando los niveles de contaminación atmosférica son bajos, los líquenes se desarrollan con abundancia media y alta sobre troncos de árboles, suelo y/o rocas, mientras que si la polución es alta, las densidades poblacionales de estos organismos tienden a disminuir o desaparecer por completo (Méndez y Fournier, 1980); en el caso de las comunidades de líquenes epifitos, se ha documentado que la disminución en la calidad del aire por presencia de sustancias toxicas está asociada a la extinción local de las especies más sensibles y la dominancia de las más resistentes: las comunidades de líquenes afectadas por contaminación se van empobreciendo en especies sensibles y pasan a estar constituidas por unas cuantas especies resistentes al estrés ambiental (Santoni y Lijteroff, 2006).

Distribución por hábito de crecimiento.

Para la colección de bioindicadores de calidad ambiental depositada en el Laboratorio de Zoonosis y Salud Publica de la FAMARENA se encontró que la mayor diversidad de morfotipos corresponde al biotipo o hábito de crecimiento folioso, el cual es representado por 79 morfotipos, lo que corresponde al 53,01% del total de morfotipos determinados; seguido del biotipo fruticoso, representado por 45 morfotipos, correspondientes al 30,19 % del total; estos resultados podrían sugerir, a grandes rasgos y de acuerdo a lo expuesto anteriormente, que la mayoría de zonas de colecta de los líquenes pertenecientes a la

colección no presentan altos niveles de contaminación atmosférica, puesto que predominan las formas de crecimiento mayormente sensibles a este tipo de polución (Folioso y fruticoso).

El tercer biotipo mayormente representado es el costroso, para el que se identificaron un total de 11 morfotipos que representan el 7,37%, por su parte el habito de crecimiento dimórfico cuenta con 10 morfotipos correspondientes al 6,71 % del total de muestras clasificadas ; en cuanto al habito filamentoso se registraron 3 muestras, que corresponden al 2% del total de morfotipos identificados en la colección; por último se identificó un único ejemplar, correspondiente al 0,7% para el biotipo pulvurulento.

Distribución por familias.

Dentro de la colección de bioindicadores de calidad ambiental se hallaron un total de 149 morfotipos, agrupados en 23 géneros y 14 familias.

La familia de hongos liquenizados mayormente representada dentro de la colección es la Parmeliaceae, dicha familia es una de las más representativas en términos de géneros y especies en el mundo, así mismo presenta un amplio rango de hábitats y distribución geográfica (Crespo *et al.,* 2010), esta familia es conocida por ser una de las más abundantes del páramo y bosque alto andino debido a las condiciones de humedad permanente, agua atmosférica y sistemas de paredes de agua (neblinas), lo que favorece el crecimiento de especies con morfologías fruticosas presentes en la familia, junto a formas foliosas de lóbulos lineares de suspensión libre (Sipman, 2002), en la presente pasantía se documentaron un total de 8 géneros pertenecientes a Parmeliaceae, 6 de estos corresponden al biotipo folioso y 2 géneros al hábito fruticoso, esta información coincide con Aguirre &

Chaparro (2002) y Rangel (2008), quienes indican que "*para la Región Natural Andina en Colombia, la familia Parmeliaceae es una de las familias que más presenta riqueza*".

La siguientes familias más representativas en la colección, en cuanto a número de géneros, son Physciaceae , Stereocaulaceae y Lecanoraceae cada una de las cuales presenta un total de dos géneros, en el caso de la primera familia, representados por un ejemplar perteneciente al biotipo folioso y el otro al habito costroso, en cuanto a la familia Stereocaulaceae un espécimen pertenece al habito dimórfico y el otro presenta biotipo pulvurulento; por último la familia Lecanoraceae agrupa sus 2 morfotipos en el hábito de crecimiento costroso.

Para las familias Atheliaceae, Collemataceae, Lobariaceae, Ramalinaceae, Teloschistaceae, Cladoniaceae, Arthoniaceae, Chrysothricaceae y Coenogoniaceae solo se registró un género perteneciente a cada una de ellas.

En cuanto a la familia Graphidaceae no fue posible la determinación hasta el taxón género debido a que no se contaba con muestras representativas; sin embargo se observó que la mayor parte de las muestras presentan lirelas como estructura reproductiva, lo cual puede sugerir cierto grado de perturbación en la zona de colecta (Rivas Plata *et al.,* 2008).

Distribución por géneros.

El género de mayor abundancia dentro de la colección de líquenes es *Usnea*, que cuenta con un total de 21 morfotipos, seguido de *Rimelia,* que presenta 18 morfotipos; por su parte *Parmotrema* presenta un total de 14 morfotipos, posteriormente se encuentra *Hypotrachyna,* genero al cual pertenecen 13 muestras, *Canoparmelia* está representado por 12 ejemplares, el sexto genero más abundante es *Ramalina*, que presenta un total de 12

morfotipos, *Teloschistaceae* y *Cladonia* presentan cada uno con un total de 9 ejemplares, el género *Heterodermia* está representado dentro de la colección por 8 especímenes, y el género *Leptogium* por 5; los géneros *Canomaculina, Cora* y *Coenogonium* están representados cada uno por un total de 3 morfotipos. Finalmente se obtuvo que dentro de la colección, los géneros *Bulbothrix, Pseudocyphellaria, Everniastrum, Stereocaulon, Cryptothecia, Pyxine, Ramboldia, Lecanora, Chrysothrix y Lepraria* se encuentran representados por 3 o menos ejemplares.

Los registros a nivel de género también concuerdan con los resultados expuestos por Aguirre & Chaparro (2002), quienes indican que "*los géneros mejor representados para Colombia y los más diversificados para la Región Natural Andina, entre otros son Hypotrachyna, Parmotrema y Usnea".*

Otra de las aplicaciones importantes, y de uso generalizado, de los líquenes como bioindicadores en los trópicos, es con relación a las perturbaciones en los bosques. Algunas especies no pueden dispersarse de un árbol a otro más allá de distancias críticas y por esto pueden utilizarse como indicadoras para saber si la cubierta forestal se ha mantenido en un lugar por un largo periodo de tiempo, o si por el contrario ha existido algún tipo de perturbación: los líquenes que poseen ascosporas u otros propágulos de tamaños grandes, o que tienen necesidades particularmente exigentes en cuanto al tipo de hábitat en el cual se desarrollan, podrían desaparecer permanentemente de un lugar después de una interrupción drástica en la continuidad de su hábitat, por ejemplo debido a los efectos de tala, explotación forestal o fuego (Hawksworth, *et al*., 2005). Al respecto cabe señalar que según Ramírez *et al.* (2016) los biotipos sorediados de los géneros *Hypotrachyna* y *Parmotrema* son más indicativas para bosque conservado, y los

biotipos isidiados podrían sugerir un bosque perturbado. Esto podría ser causado por el hecho que los isidios son propágulos mayores que los soredios y necesitan más fuerza mecánica para ser desplazados del talo (Nash 2008). Para el bosque perturbado, destacan también los géneros *Lecanora* y *Teloschistes*, que comúnmente se encuentran en bosques secundarios o vegetación abierta (Ramírez, León & Lücking, 2016).

En cuanto a la bioindicacion de calidad atmosférica estudios sugieren que entre las especies de líquenes más sensibles a los contaminantes se encuentran *Ramalina eckloni* y *Usnea sp*.; *Parmotrema reticulatum* se considera como especie tolerante, mientras que *Physcia undulata,* se sugiere como especie resistente (Hawksworth, *et al*., 2005). Por su parte Estrabou *et al*. (2011) sugiere a *Teloschistes cymbalifer* y *Leptogium cyanescens* como organismos sensibles a este tipo de contaminación.

Otro estudio realizado por Jaramillo, M., & Botero, L (2010), establece como especies sensibles a *Heterodermia hypolucciia* y *Heterodermia flabellata*. En cuanto al género *Cladonia* Hyvarinen y Crittenden (1998) afirman que la perdida de biomasa para este género es un indicador de precipitaciones acidas frecuentes; mientras que Jaramillo, M., & Botero, L (2010) asocian este tipo de talos (dimórficos) a ecosistemas urbanos con buena calidad del aire. Como lo indican Hawksworth y Rose (1970), estos líquenes, junto con los filamentosos, son los primeros en desaparecer de ecosistemas urbanos como consecuencia de la contaminación atmosférica. Sin embargo, su baja representatividad puede ser un indicio de algún tipo de alteración.

En Colombia el biólogo Rubiano Luis (1998) realizó un trabajo con líquenes como indicadores de contaminación en las industrias de Betania y la Termoeléctrica en Zipaquirá, arrojando como resultados que especies como *Heterodermia flabellata, Usnea* s.p,

Parmotrema Sp., indican una zona de baja o nula contaminación; en contraste determinó que especies como H*eterodermia albicans, Parmotrema perlatum, Teloschistes exilis* y *Ramalina celastr*i son especies tolerantes a la contaminación. Otros estudios en Colombia han reportado que la presencia de la especie *Parmotrema austrosinense* y especies de *Canoparmelia* sp. pueden sugerir una buena calidad del aire (Rincón, 2012).

ZONA DE COLECTA.

Se puede establecer que el departamento con un mayor número de muestras colectadas es Cundinamarca dando como resultado 119, en este mismo orden el segundo departamento con recolección de hongos liquenizados es el de Boyacá con 20 muestras y por último en el departamento del Meta se han obtenido 10 especímenes.

Para el departamento de Cundinamarca las zonas donde se han realizado el mayor número de recolecciones son los municipios de: La Vega en la Laguna El Tabacal (21), Bogotá en la Reserva natural El Delirio (17), Mesitas (14), Sutatausa en la Laguna Palacio (15 muestras), Tena en la cascada Tambo (10) Mesitas del Colegio en las veredas La Victoria (19), La Flecha (6), vereda Pitala (1) y en el casco urbano del municipio (4); así mismo para el departamento de Boyacá las zonas con mayor incidencia fueron Tibaná (11) y San Pedro de Iguaque en el santuario de flora y fauna Iguaque (7) y por último en el departamento del Meta se colectaron 10 muestras en el margen del Rio Humadea, es de resaltar que la mayoría de estas zonas son de conservación.

Ilustración 3. Ubicación geógrafica de las muestras pertenecientes a la colección. Departamento de Cundinamarca.

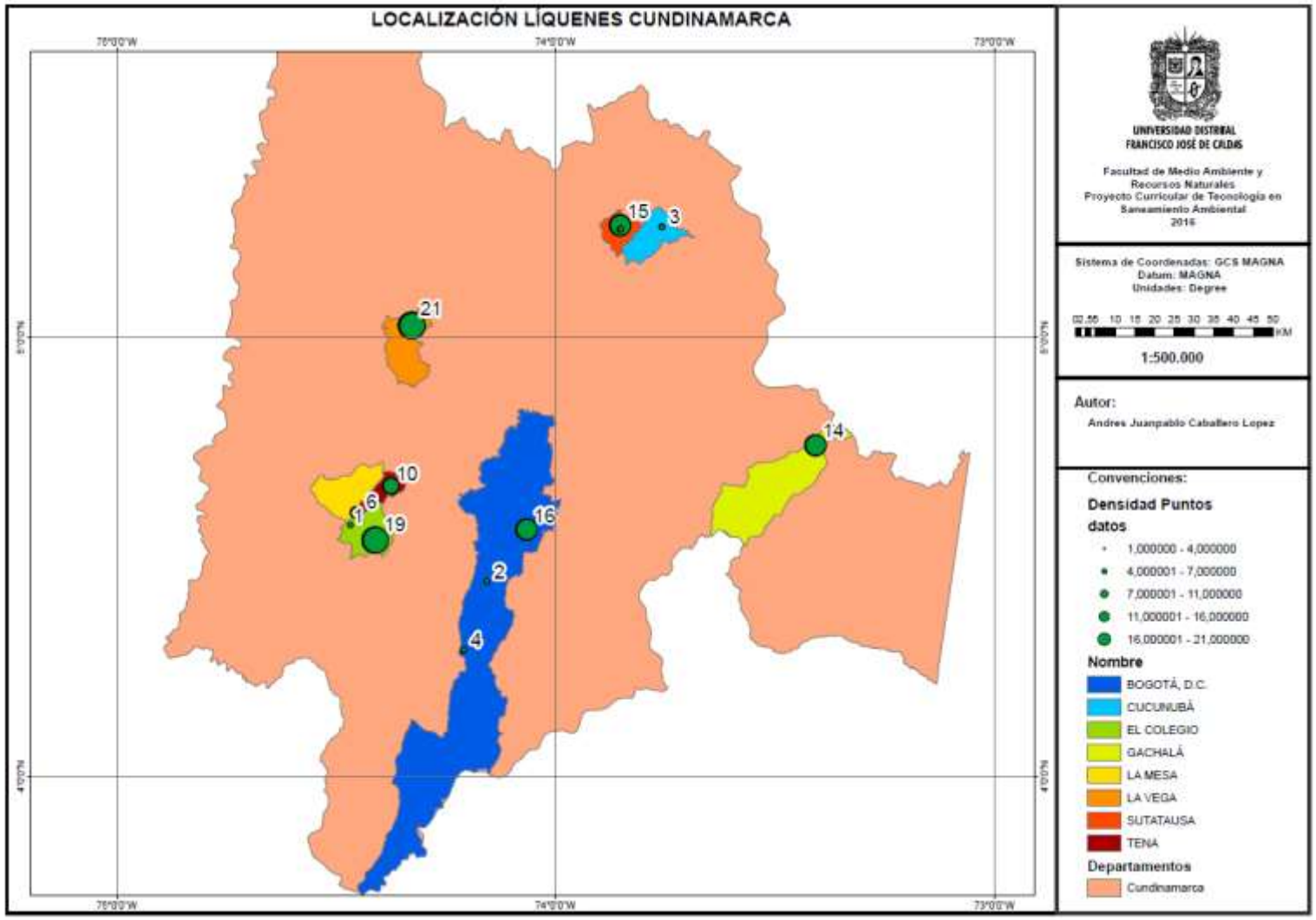


Ilustración 4. Ubicación geógrafica de las muestras pertenecientes a la colección. Departamento de Boyacá.

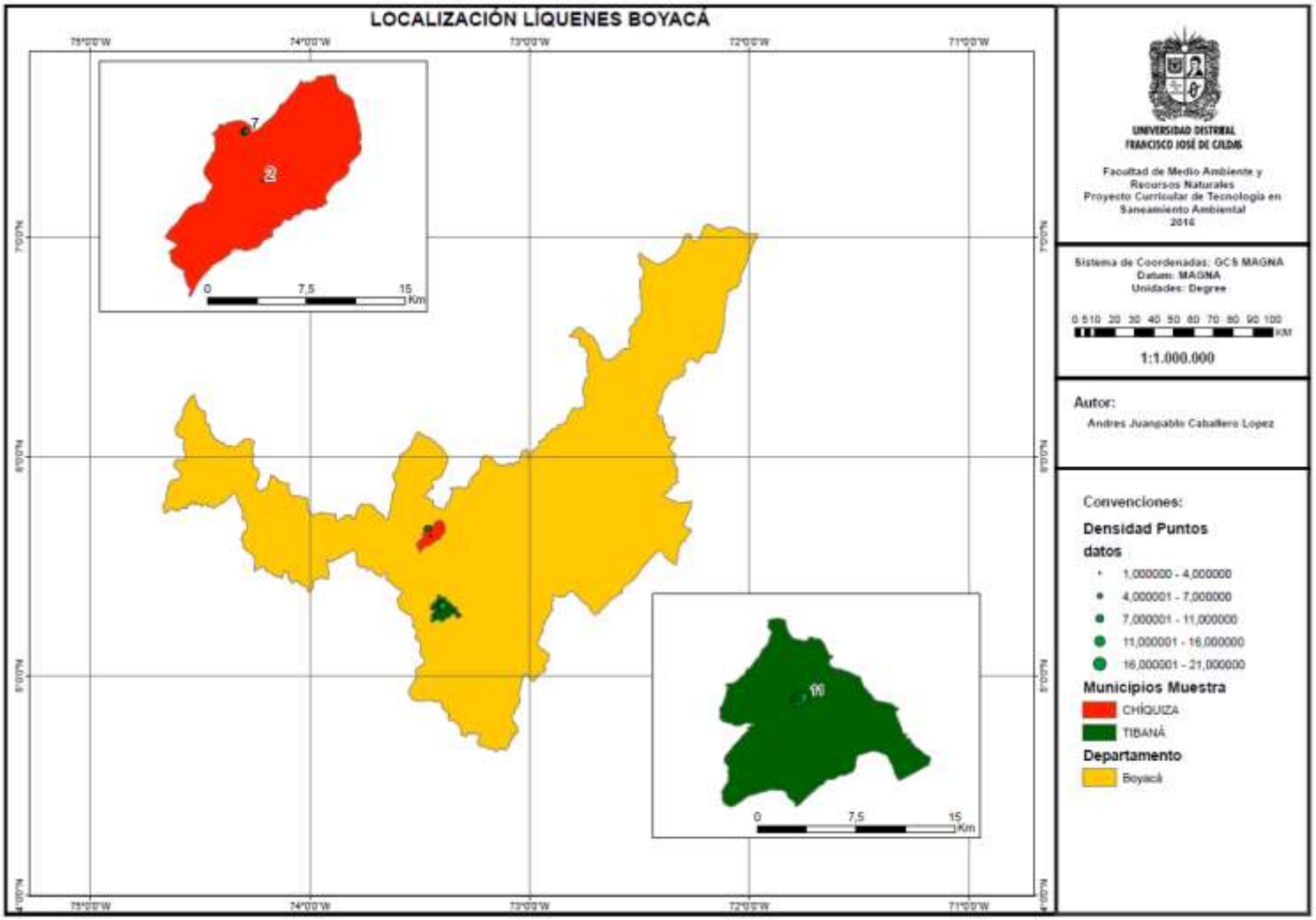
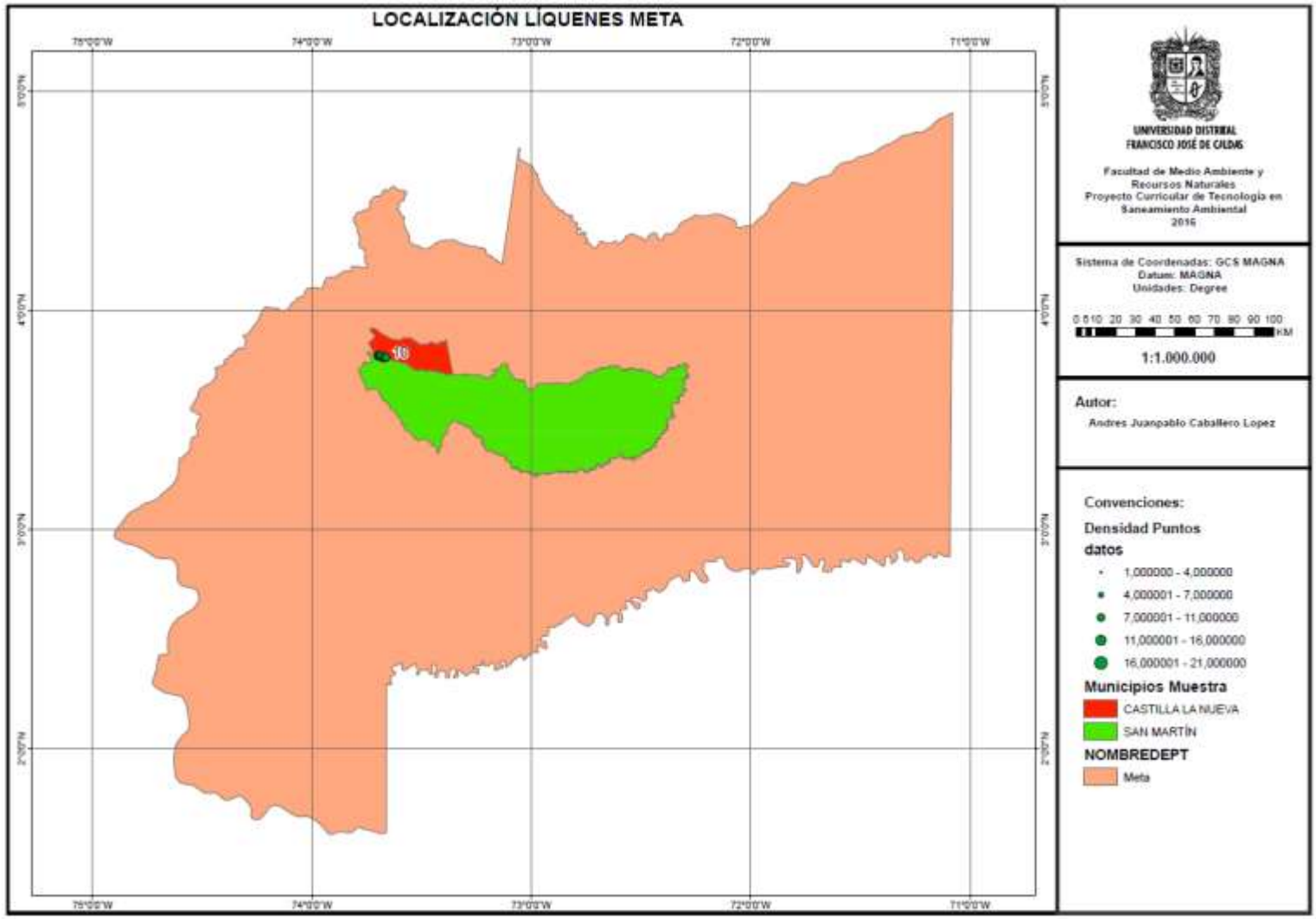


Ilustración 5. Ubicación geógrafica de las muestras pertenecientes a la colección Departamento del Meta.



Evaluación y cumplimiento de los objetivos de la pasantía.

Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
PROYECTO CURRICULAR _____
FORMATO DE EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO DE PROYECTOS DE PASANTÍA

TITULO DEL PROYECTO DE PASANTÍA: _____
ENTIDAD:_____ DEPENDENCIA:_____ CONVENIO:_____
DIRECTOR INTERNO: _____ DIRECTOR EXTERNO: _____
NOMBRE DEL ESTUDIANTE:_____ CÓDIGO:_____
FECHA DE EVALUACIÓN: _____ TOTAL No. HORAS DEL PASANTE _____ No. HORAS EJECUTADAS_____

INSTRUCCIONES: Marque con una (X) de acuerdo a la escala de valoración que obtiene el estudiante en cada uno de las características de evaluación.

CARACTERISTICAS	ESCALA DE VALORACIÓN					
	Muy Bien	Bien	Regular	Mal	Muy Mal	No Sabe
1. Liderazgo en la toma de decisiones						
2. Capacidad para resolver problemas						
3. Desempeño frente a exigencias						
4. Aportes de mejoramiento al proyecto						
5. Conocimientos de fundamentación						
6. Desarrollo y aplicación de modelos y metodologías						
7. Participación interdisciplinaria						
8. Cumplimiento de las responsabilidades y / o compromisos						
9. Formulación y desarrollo al proyecto						
10. Relaciones Interpersonales						

OBSERVACIONES_____
NOMBRE_____ NOMBRE _____
CARGO: _____ CARGO: _____
TELÉFONO: _____ EMAIL: _____ TELÉFONO: _____ EMAIL: _____
FIRMA: _____ FIRMA: _____

Conclusiones y recomendaciones.

* Los organismos más sensibles a la contaminación atmosférica son aquellos que presentan hábito de crecimiento folioso y fruticoso. En la presente pasantía se observó que dentro de la colección predominan esos morfotipos, esto sugiere a grandes rasgos, que la gran mayoría de los lugares de donde se cuenta con ejemplares de líquenes presentan en general una buena calidad del aire.

* La colección cuenta con un total de 149 morfotipos, agrupados en 23 géneros y 14 familias.

* El hábito de crecimiento predominante es el folioso, que cuenta con 79 morfotipos, lo que corresponde a más del 50% del total de morfotipos encontrados.

* El hábito de crecimiento menos frecuentemente encontrado es el pulvurulento, que para la colección en estudio solamente presentó un único ejemplar.

* La familia de hongos liquenizados mayormente representada dentro de la colección es la Parmeliaceae, para la cual se documentaron un total de 8 géneros, correspondientes a 86 morfotipos.

* El género de mayor abundancia dentro de la colección de líquenes es *Usne*a sp., que cuenta con un total de 21 morfotipos

* Los generos con menor representación dentro de la colección son *Pyxine, Ramboldia, Lecanora, Chrysothrix y Lepraria,* cada uno de los cuales tan solo cuenta con 1 ejemplar.

* El departamento que cuenta con un mayor número de colectas realizadas es Cundinamarca, de donde se han recolectado un total de 119 ejemplares.

* El departamento que presenta menor cantidad de muestras colectadas es el Meta, de donde se han obtenido 10 especímenes.

* El municipio de La Vega - Laguna El Tabacal es el sitio de donde se cuenta con mayor cantidad de ejemplares, 21 en total.

* Se recomienda que para llevar a cabo el proceso de recolección de la muestra siempre se empleen bolsas de papel, nunca de plástico, puesto que estas concentran la humedad generando que la muestra de deteriore considerablemente; así mismo se recomienda someter a un proceso de secado el material colectado antes de ser guardado, ya que con este proceso se puede eliminar gran parte de la carga microscópica que puede dañar el ejemplar.

* Referenciar detalladamente la información de colecta, especialmente el sustrato sobre el que crece el liquen.
* Puesto que durante el desarrollo de la presente pasantía los géneros que generaron mayor confusión para su identificación taxonómica fueron *Canomaculina* y *Rimelia*, se recomienda consultar el siguiente documento disponible online: http://digitalcommons.iwu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1003&context=bio_honproj
* En la medida de lo posible, se recomienda teniendo como base la colección actual y para futuras muestras, realizar la identificación taxonómica hasta el nivel de especie, pues a lo largo del trabajo se evidenció que son las especies las que pueden correlacionarse directamente con los niveles de contaminación atmosférica; las familias o géneros solo se relacionan con este tipo de polución solo de una manera muy general.
* Continuar con la recolección e identificación de ejemplares a largo plazo, esto con el objetivo de realizar un estudio que permita correlacionar la cobertura liquénica presente en una determinada área con los niveles de contaminación atmosférica que pueda existir en la misma.

* Sería recomendable, en base a la identificación realizada en la presente pasantía, profundizar acerca de los extractos que pueden ser obtenidos de algunas especies de líquenes, y que podrían ser utilizados para diferentes fines como farmacia, e incluso podrían evaluarse como control biológico de vectores.

Lista de referencias

Agencia de protección ambiental ministerio de ambiente y espacio público. (2009). Informe anual ambiental 2009. Recuperado de: http://www.buenosaires.gob.ar/areas/med_ambiente/apra/educ_com/archivos/informe2009.pdf

Alexopoulos, C., y MIMS, C. (1985). Introducción a la Micología. 2da Edición. Ediciones Omega.

Cabrera, S. y G. Giacobone (2009). Monitoreo de líquenes como bioindicadores de contaminación, Calidad de aire en la ciudad de Buenos Aires. Biblioteca Ambiental Virtual, Agencia de protección ambiental.

Canseco, A., R Anze y M. Franken (2006). Comunidades de Líquenes: Indicadores de la calidad del aire en la ciudad de la Paz, Bolivia. Unidad de calidad ambiental, Instituto de ecología, UMSA. La Paz, Bolivia. Acta Nova; Vol. 3, Nº 2. Junio de 2006. Pp. 286-307.

Chaparro, M., & Aguirre J. (2002). Hongos liquenizados. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. 220 pág.

Clauzade, G. and Roux, C. (1985). "Likenoj de Okcidenta Europo. Ilustrita determinlibro". Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest., 7: 1-893.

Coca L. F., Sanín D., Posada J.M. & Sierra J.A. (2012). Peltigerales (Ascomycetres Liquenizados) del Bosque Alto Andino Nacional Natural Tatamá, Colombia. Boletín Científico, Centro de Museos, Museos e Historia Natural. Vol. 16, No 1. p. 61

Crespo, A., F. Kauff, P.K. Divakar, R. del Prado, S. Perez-Ortega, G.A. de Paz, Z. Ferencova, O. Blanco, B. Roca-Valiente, J. Nunez-Zapata & P. Cubas. 2010. Phylogenetic generic classification of parmelioid lichens (Parmeliaceae, Ascomycota) based on molecular, morphological and chemical evidence. Taxon 59: 1735-1753.

Estrabou, C., Stiefkens L., Hadid, M. 2004. Efectos de la contaminación del aire sobre la morfología y reproducción en cuatro especies de líquenes. Ecología en Bolivia. 39 (2): 33-45

Giordani P., 2007. Is the diversity epiphytic lichens a reliable indicator of air pollution? A case study form Italy. Environmental pollution. 146: 317-323.

Jaramillo, M., & Botero, L (2010). Comunidades liquenicas como bioindicadores de calidad del arie del valle de aburrá. 102 pág.

Hawksworth D., Iturriaga T. y Crespo A. (2005). Líquenes como bioindicadores inmediatos de contaminación y cambios medioambientales en los trópicos. Rev. Iberoam. Mic. 22, 71–82.

Hawksworth, D. y Rose, F., 1970. Qualitative scale for estimating sulphur dioxide air pollution in England and Wales using epiphytic lichens. Nature 227, pp. 145 148.

Hyvarinen, M. y Crittenden, P., 1998. Growth of the cushionforming lichen, Cladonia portentosa,at nitrogenpolluted and unpolluted heathland sites. Environmental and Experimental Botany 40, pp. 67 76.

Méndez O. y Fournier L.A., 1980. Los líquenes como indicadores de la contaminación atmosférica en el área metropolitana de San José, Costa Rica. Revista de Biología Tropical. 28: 31-39.

Nash, T.H. (ed.). 2008. Lichen Biology. Second Edition. Cambridge University Press, Cambridge**.**

Ramírez, N., León, M., & Lücking, R. (2016). USO DE BIOTIPOS DE LÍQUENES COMO BIOINDICADORES DE PERTURBACIÓN en fragmentos de BOSQUE ALTO ANDINO (reserva biológica "Encenillo", Colombia). *Caldasia*, *38*(1), 31-52. Disponible en: http://dx.doi.org/10.15446/caldasia.v38n1.57821

Rangel-Ch., J.O. (ed.). 2008. Diversidad Biótica VI. Riqueza y diversidad de los musgos y líquenes en Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá. 616 pp.

Rincón, J., 2012. Líquenes como bioindicadores en el monitoreo de la calidad del aire. Universidad Industrial de Santander. Facultad de ciencias. Disponible en: http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/7011/2/145091.pdf

Rivas Plata, E., R. Lucking& H.T. Lumbsch. 2008. When family matters: an analysis of Thelotremataceae (Lichenized Ascomycota: Ostropales) as bioindicators of ecological continuity in tropical forests. Biodiversity and Conservation 17: 1319-1351.

Santoni C. y Lijteroff R., 2006. Evaluación de la calidad del aire mediante el uso de bioindicadores en la provincia de San Luis, Argentina. Revista Internacional de contaminación ambiental. 22 (1): 49-58

Sipman, H. 2006. Lichen determination keys. BotanischerGarten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, . Disponible en http:/www.bgbm.org/sipman/keys/default.htm)

Sipman, H.J.M. 2011. Identification key and literature guide to the genera of Lichenized Fungi (Lichens) in the Neotropics. Botanic Garden & Botanical Museum Berlin-Dahlem, Free University of Berlin.

ANEXOS